

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan industri di Indonesia semakin meningkat. Dalam dunia industri, banyak ditemukan penggunaan motor listrik untuk berbagai macam keperluan. Pada perkembangannya, otomatisasi pada industri lebih banyak menggunakan motor induksi satu fasa dikarenakan murah dan mudah dalam perawatannya [1]. Motor induksi digunakan untuk menggerakkan beban atau sebagai penggerak pengangkatan beban [2]. Motor induksi adalah jenis motor listrik yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri karena keandalannya dan efisiensi yang tinggi. Namun, saat motor induksi bekerja dalam waktu yang lama atau dalam kondisi beban berat, temperatur motor dapat naik secara signifikan [2].

Motor induksi satu fasa membutuhkan perlindungan terhadap kondisi yang berpotensi terjadinya kerusakan ataupun kegagalan. Salah satu faktor yang dapat menyebabkan kerusakan atau kegagalan motor induksi satu fasa adalah beban berlebih yang mengakibatkan arus meningkat melebihi batas amannya [3]. Umumnya gangguan yang terjadi pada motor induksi adalah panas [4]. Untuk menjamin kelangsungan operasional motor induksi, perlu diperhatikan keamanan motor tersebut baik terhadap gangguan internal atau gangguan dari motor induksi sendiri maupun gangguan eksternal [4].

Mengingat peran motor induksi yang vital, kinerja dan reliabilitas motor induksi menjadi perhatian khusus di sektor perindustrian saat ini. Kegagalan pada motor induksi secara umum disebabkan oleh kegagalan yang terjadi pada stator (36%), rotor (9%), bearing (41%) dan faktor lainnya (14%) [5]. Salah satu kegagalan paling umum yang dapat terjadi pada motor induksi yaitu kegagalan temperature motor (*temperature failure*). Maka dari itu untuk mencegah terjadinya kegagalan tersebut diperlukan sistem pendingin yang dapat mendinginkan dan menstabilkan temperature motor induksi [1].

Sistem pendingin motor induksi dapat mendukung program perawatan periodik sehingga pendinginan dalam suatu motor listrik merupakan hal penting, karena bagus atau tidaknya suatu pendinginan motor listrik menentukan umur dari motor listrik itu sendiri [6]. Dalam upaya mengatasi masalah overheating pada motor induksi, penelitian sebelumnya telah menerapkan sistem pendinginan air bersirkulasi yang menggunakan mikrokontroler [7]. Sistem ini berfungsi dengan cara memindahkan panas dari motor listrik ke air yang didinginkan oleh radiator dengan bantuan kipas dan dikendalikan secara on-off. Tetapi penelitian tersebut masih memiliki kekurangan. Grafik dapat dilihat di Lampiran 4.

Salah satu sistem pendingin paling populer pada motor induksi adalah sistem pendingin udara (*air cooling*). Pada sistem pendingin udara, motor induksi didinginkan dengan aliran udara yang dihasilkan oleh kipas yang terpasang di sekitar motor. Banyak sistem pendingin konvensional yang digunakan untuk mengatasi masalah pemanasan pada motor induksi, seperti sistem pendingin berbasis kipas. Namun, sistem pendingin konvensional ini seringkali menggunakan sistem *on/off* yang kurang efisien dan tidak dapat mengadaptasi diri dengan perubahan temperatur secara dinamis [8]. Sistem pendingin udara ini memerlukan alat yang dapat mengontrol kecepatan kipas agar temperatur motor dapat terjaga. Alat ini dapat berupa kipas yang dapat dikendalikan menggunakan PWM.

Pulse Width Modulation (PWM) adalah metode pengendalian yang efisien untuk mengatur kecepatan kipas berdasarkan temperatur atau beban motor. Dengan PWM, kecepatan kipas dapat disesuaikan secara proporsional dengan temperatur motor, yang memungkinkan sistem pendingin menjadi lebih adaptif terhadap perubahan temperatur dan beban [9]. Metode PWM ini dapat diatur menggunakan *fuzzy logic*.

Fuzzy logic adalah sebuah konsep dalam teori logika yang memungkinkan penanganan informasi yang tidak tegas atau bersifat ambigu. Dalam logika konvensional, sesuatu hanya bisa bernilai benar atau salah (1 atau pwm 0), sementara dalam *fuzzy logic*, nilai kebenaran bisa bersifat kabur atau dalam rentang antara benar dan salah [9].

Penggunaan *fuzzy logic* dalam pengendalian sistem telah terbukti efektif dalam menghadapi ketidakpastian dan kompleksitas sistem yang dinamis [10]. Kipas PWM memungkinkan kontrol kecepatan kipas secara proporsional terhadap temperatur motor, sedangkan *fuzzy logic* akan digunakan untuk mengambil keputusan berdasarkan kondisi temperatur motor dan mengoptimalkan kipas untuk menjaga temperatur motor dalam batas yang aman.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pendingin motor induksi 1 fasa menggunakan kipas PWM berbasis *fuzzy logic* dan diharapkan sistem pendingin yang dihasilkan dapat memberikan respon yang adaptif terhadap perubahan temperatur motor induksi, sehingga mampu meningkatkan efisiensi dan menjaga kinerja motor induksi dalam kondisi operasi yang optimal.

1.2. State of The Art

State of the art merupakan suatu penegasan keaslian penelitian yang akan dilakukan dan menjelaskan perbandingan terhadap riset sebelumnya yang menjadi acuan dalam pembuatan tugas akhir ini. Dalam tahap ini, penelitian akan diuraikan secara singkat sebagai bentuk memperkuat alasan mengapa penelitian ini dilakukan. Referensi dari beberapa artikel penelitian sejenis yang dilakukan para peneliti disajikan pada Tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Daftar rujukan utama.

No.	Nama Peneliti	Tahun	Judul
1.	Tanvi Potdar, dkk.	2022	<i>Comparison of PI and Fuzzy logic Control for Speed Control of Induction Motor for Marine Application</i>
2.	Yuha Abdu Qawwam	2020	Rancang Bangun Kontrol Temperatur Pendingin Jacket Cooling Pada Mesin Induk di Atas Kapal Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno.
3.	Belgacem, dkk.	2022	<i>Fuzzy logic direct torque control of induction motor for photo Vaic water pumping system</i>

No.	Nama Peneliti	Tahun	Judul
4.	Haryudo S	2020	Rancang Bangun dan Analisis Peralatan Pendeteksi Dini Temperatur Motor Induksi 3 Fasa Dengan Sensor LM35 Berbasis Zelio SR2B121BD
5.	Dhimas Adhi Prayitno	2022	Rancang Bangun Sistem Pendinginan Mesin Penggerak Utama Di Kapal

Berdasarkan Tabel 1.1, dapat dilacak posisi penelitian yang akan dilakukan di antara penelitian yang sebidang. Penelitian oleh Tanvi Potdar dkk membahas pengeksplorasian dan memverifikasi arsitektur kontrol yang disarankan untuk sistem pemompaan air laut dengan penggerak motor induksi [11]. Untuk kinerja yang lebih baik, pengontrol berbasis *Proportional-Integral* (PI) dan *Fuzzy logic* (FL) digunakan untuk menganalisis *inverter*. Perbandingan dilakukan dalam hal kekokohan yang lebih besar dalam hal *overshoot* puncak, *settling time* pengontrol, dan *Total Harmonic Distortion* (THD) *inverter*. Simulasi dilakukan di MATLAB/Simulink. Hasilnya digunakan untuk menguji kinerja pengontrol, tegangan keluaran *inverter* yang lebih baik, kontrol kecepatan motor induksi yang dapat diandalkan, dan peningkatan kualitas daya melalui reduksi *harmonic* [11].

Yuha Abdu Qawwam melakukan penelitian mengenai kontrol temperatur pendingin jaket *cooling* pada mesin induk di atas kapal berbasis mikrokontroler arduino uno. Sistem bekerja berdasarkan algoritma yang telah diterapkan pada mikrokontroler. Mikrokontroler ini digunakan atau difungsikan sebagai alat kontrol sistem pendingin mesin induk dikapal yang dapat bekerja secara otomatis. Sistem ini menggunakan arduino uno sebagai alat kontrol sistem, sensor temperatur sebagai alat deteksi temperatur mesin induk, *control valve* sebagai katup otomatis, dan *buzzer* sebagai alarm. Sistem ini bekerja apabila temperatur panas mesin induk melebihi dari ketentuan yang telah ditentukan, maka katup pendingin mesin induk akan otomatis terbuka mendinginkan mesin induk sehingga dapat mencegah terjadinya kerusakan mesin akibat *over heating* pada mesin induk [12].

Penelitian yang dilakukan Belgacem, dkk menganalisis kontrol torsi langsung menggunakan *fuzzy logic* pada motor induksi untuk sistem pemompaan air foto Vaik. Sistem ini dimaksudkan agar lebih murah dan sederhana sambil memaksimalkan pemanfaatan daya array PV. Untuk tujuan ini, sebuah teknologi pintar berbasis *fuzzy logic controller* (FLC) telah diimplementasikan untuk melacak daya maksimum yang telah berhasil digunakan dalam sistem pompa air tenaga surya di bawah tingkat radiasi yang berbeda [9].

Penelitian yang dilakukan oleh Haryudo S mengenai temperatur motor yang abnormal terjadi karena beban yang tidak seimbang, kegagalan isolasi pada lilitan motor induksi 3 fasa, pemilihan motor yang tidak sesuai penggunaan menyebabkan motor mengalami *over-current* dan masalah mekanis (pendinginan kurang, pelumasan kurang, misalignment). Penelitian ini bertujuan untuk menjadi suatu alternatif baru dalam dunia industri dengan mendeteksi dini temperatur motor induksi [13].

Penelitian yang dilakukan oleh Dhimas A adalah tentang sistem pendinginan mesin penggerak utama di kapal, sistem pendingin mesin penggerak utama serta teori-teori mengenai sistem tersebut. Eksperimen serta pengamatan secara langsung dan seksama dilakukan peneliti agar nantinya dapat terealisasi dengan susai yang di harapkan. Perancangan alat peraga ini dilakukan peneliti agar dapat mempermudah dalam proses perakitanannya. Model rancangan sistem pendingin ini menggunakan sistem Arduino uno, yang mana dipilih oleh peneliti sebagai sistem mikrokontroler [14].

Dari beberapa penelitian-penelitian diatas bahwa permasalahan dalam motor induksi ialah temperatur motor yang mempengaruhi dalam kerja mesin motor, maka dari itu dilakukannya penelitian Rancang Bangun Sistem Pendingin Pada Motor Induksi 1 Fasa Menggunakan Kipas PWM Berbasis *Fuzzy logic*.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, ada beberapa masalah yang perlu dirumuskan:

1. Bagaimana rancang bangun sistem pendingin pada motor induksi 1 fasa menggunakan kipas PWM berbasis *fuzzy logic*?

2. Bagaimana kinerja dari sistem pendingin pada motor induksi 1 fasa menggunakan kipas PWM berbasis *fuzzy logic*?

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem pendingin pada motor induksi 1 fasa menggunakan kipas PWM berbasis *fuzzy logic*.
2. Menguji kinerja sistem pendingin pada motor induksi 1 fasa menggunakan kipas PWM berbasis *fuzzy logic*

1.5. Manfaat Penelitian

Dengan melakukan penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh manfaat dari sisi praktis juga sisi akademisnya, yaitu berupa:

1. Manfaat Praktis

Dengan adanya penelitian rancang bangun sistem pendingin motor induksi 1 fasa menggunakan kipas PWM berbasis *fuzzy logic* ini dapat bermanfaat untuk kebutuhan industri yang nantinya sistem kontrol dari sistem pendingin ini dapat diimplementasikan industri untuk meminimalisir kerusakan motor induksi akibat panas berlebih dan dapat membuat usia pakai motor induksi menjadi lebih panjang.

2. Manfaat Akademis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademik di bidang keilmuan sistem kontrol pada mesin listrik khususnya mengenai sistem pendingin motor induksi menggunakan kipas pwm dengan metode *fuzzy logic* untuk mengatur kecepatan kipas pwm sesuai dengan temperatur motor yang diinginkan.

1.6. Batasan Masalah

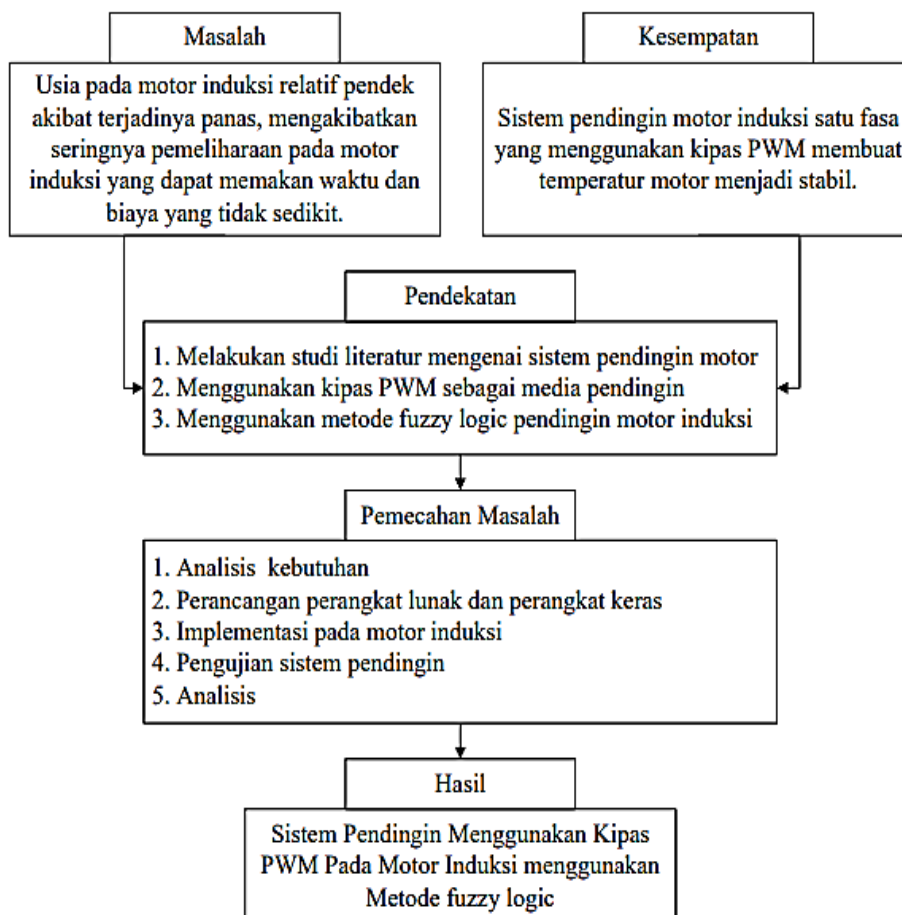
Masalah yang berkaitan dengan penelitian ini sangat luas, oleh karena itu diperlukan adanya batasan masalah di dalam penelitian ini, agar hasil penelitian ini dapat lebih spesifik. Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Motor induksi yang digunakan tipe B satu fasa dengan kapasitas daya 200 watt, tegangan 220 V, frekuensi 50 Hz, dan arus sebesar 1 a.
2. Mikrokontroler yang digunakan adalah arduino UNO.

3. Arduino UNO di program menggunakan aplikasi arduino IDE.
4. Pendingin menggunakan kipas PWM.
5. Temperatur setpoint yang ingin dicapai ialah 50°C
6. Sensor temperatur ruang dan motor yang digunakan adalah DHT22.
7. Pemantauan tampilan ditampilkan menggunakan LCD 20x4
8. Metode yang digunakan adalah metode *fuzzy logic*.
9. Motor diuji dalam keadaan tidak berbeban.

1.7. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir memuat uraian sistematis mengenai alur pemikiran hasil perumusan masalah penelitian yang dirancang. Secara umum, kerangka pemikiran penelitian ini digambarkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Kerangka berpikir.

1.8. Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini memiliki sistematika penulisan yang terdiri dari 6 bab, berikut penjabarannya:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini meliputi latar belakang, *State of The Art*, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, kerangka berpikir dan sistematika penulisan.

BAB II TEORI DASAR

Pada bab ini berisi tinjauan pustaka atau penjelasan tentang seluruh aspek yang terkait dengan sistem, yaitu teori tentang sistem pendingin, komponen-komponen dari sistem dan perancangan pendingin menggunakan kipas PWM pada motor induksi menggunakan metode *fuzzy logic*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan metode dan tahapan-tahapan yang dilakukan ketika melakukan penelitian dan jadwal penelitian sistem pendingin menggunakan kipas PWM pada motor induksi menggunakan metode *fuzzy logic*.

BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Pada bab ini menjelaskan tahapan yang dilakukan ketika melakukan perancangan pada alat dan melakukan implementasi pada sistem pendingin menggunakan kipas PWM pada motor induksi menggunakan metode *fuzzy logic*.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini menjelaskan tentang pengujian pada alat dan menganalisis hasil dari pengujian sistem pendingin menggunakan kipas PWM pada motor induksi menggunakan metode *fuzzy logic*.

BAB VI PENUTUP

Pada bab ini menjelaskan bagian penutup dari penelitian yang didalamnya termasuk kesimpulan serta saran pengembangan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.