

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era industri modern, tuntutan terhadap sistem pendinginan yang efisien dan handal semakin meningkat, terutama di sektor makanan, farmasi, hingga gedung perkantoran. Fungsi utama *air chiller* adalah menjaga kestabilan suhu media atau ruang, namun penerapannya di lapangan sering kali terkendala oleh kurangnya otomatisasi terkini yang mengakibatkan efisiensi energi belum maksimal.[1]. Tren penggunaan *mini air chiller* untuk skala menengah seperti laboratorium dan sistem HVAC modular menunjukkan perkembangan signifikan karena ukurannya yang kompak, meskipun tetap memiliki kompleksitas tinggi dalam pengaturan aliran fluida dan kontrol suhu yang memerlukan pemantauan akurat.[2].

Dalam sistem HVAC, *Air Handling Unit* (AHU) memiliki peran krusial dalam mendistribusikan udara dingin secara merata serta menjaga tingkat kelembaban udara.[3]. Namun, pengoperasian yang masih manual atau semi-otomatis membuat sistem rentan terhadap kesalahan operasional dan kurang responsif terhadap kondisi lingkungan. Pemanfaatan *Programmable Logic Controller* (PLC) menjadi solusi untuk mengatasi kekurangan ini melalui pengendalian otomatis yang fleksibel dan kemampuan menyesuaikan kinerja pendinginan secara dinamis berdasarkan kondisi lingkungan secara *real-time* menggunakan berbagai sensor dan aktuator. [2]

Urgensi efisiensi ini juga didorong oleh aspek sosial dan lingkungan, di mana sistem yang tidak optimal dapat menyebabkan pemborosan biaya listrik serta menurunkan kesehatan dan produktivitas karyawan akibat suhu yang tidak stabil.[4]. Di tengah krisis energi global, penerapan sistem pendingin berbasis otomatisasi menjadi langkah strategis untuk menekan emisi karbon. Penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa penggunaan PLC mampu meningkatkan efisiensi energi sebesar 20–30% dibandingkan sistem manual melalui pengaturan adaptif pada kompresor, pompa, dan kipas.[5].

Meskipun demikian, masih terdapat celah penelitian pada sistem mini chiller yang mengintegrasikan *air cooling* dengan AHU, karena mayoritas studi sebelumnya lebih berfokus pada sistem skala besar berbasis SCADA atau IoT.[1]. Selain itu, penerapan PLC seringkali belum dilengkapi dengan antarmuka *Human Machine Interface* (HMI) yang intuitif bagi operator lapangan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan merancang sistem kontrol berbasis PLC yang dilengkapi HMI sederhana agar mudah diadopsi oleh industri kecil dan menengah..[3].

Dengan demikian, penelitian ini mengusung tema perancangan sistem distribusi *water refrigerant* dan AHU berbasis PLC pada mesin *mini aircooled chiller* sebagai respons terhadap kebutuhan akan sistem pendingin yang efisien, adaptif, dan mudah dioperasikan. Studi ini bertujuan untuk mengintegrasikan berbagai sensor suhu dan kelembaban, aktuator, serta sistem kontrol logika yang dikendalikan melalui PLC, dengan algoritma yang fleksibel dan dapat disesuaikan berdasarkan kebutuhan aplikasi di lapangan.

Penelitian ini diharapkan menghasilkan prototipe sistem yang tidak hanya mampu mempertahankan suhu dan kelembaban pada rentang optimal, tetapi juga mengoptimalkan konsumsi energi melalui siklus pendinginan yang lebih adaptif. Desain ini juga dapat menjadi media pembelajaran dalam laboratorium teknologi rekayasa otomasi dalam penerapan sistem kendali otomatis berbasis industri 4.0.

Dengan hasil yang diperoleh, penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam dua dimensi utama: (1) secara ilmiah, sebagai literatur tambahan dan pengembangan teknologi kontrol sistem HVAC berbasis PLC; dan (2) secara praktis, memberikan solusi nyata bagi industri kecil dan menengah yang memerlukan sistem pendinginan efisien dengan biaya implementasi terjangkau dan mudah dikendalikan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan, maka dapat diidentifikasi rumusan – rumusan masalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana cara merancang sistem *Air Handling Unit* (AHU) yang bisa menuju *range* suhu *setpoint* yang diinginkan?

- b. Bagaimana cara mengintegrasikan sensor *waterflow* Yf – S201 sebagai pembacaan kecepatan air sebagai media perantara pendinginan pada PLC TM241CE24T menggunakan fungsi HSC dan *optocoupler* sebagai *level shifter* komunikasi data?
- c. Bagaimana cara integrasi PWM PLC TM241CE24T sebagai kendali pompa dan *fan blower* menggunakan *optocoupler* PC817 sebagai *level shifter*?

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, maka penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut :

- a. Merancang sistem *Air Handling Unit* (AHU) yang bisa diterapkan dalam mesin *mini aircooled chiller*.
- b. Mengintegrasikan sensor *waterflow* Yf – S201 sebagai pembacaan kecepatan air sebagai media perantara pendinginan pada PLC TM241CE24T menggunakan fungsi HSC dan *optocoupler* sebagai *level shifter* komunikasi data.
- c. Mengintegrasikan PWM PLC TM241CE24T sebagai kendali pompa dan *fan blower* menggunakan *optocoupler* PC817 sebagai *level shifter*.

1.4 Manfaat Tugas Akhir

Penelitian ini memberikan manfaat terhadap pengembangan di bidang otomatisasi pada sistem pendingin dengan cara sebagai berikut :

- a. Memberikan kontribusi terhadap integrasi teknologi otomasi dalam sistem pendinginan berskala kecil, yang relevan dengan perkembangan industri 4.0.
- b. Dapat meningkatkan pengendalian yang lebih baik karena sistem ini menggunakan PLC dan HMI sehingga dapat dipantau dan dikendalikan secara *real-time*.
- c. Dapat digunakan uji coba dan eksperimen bagi mahasiswa vokasi maupun teknik untuk memahami otomasi dan pengendalian suhu.

1.5 Batasan Masalah

Supaya penelitian tugas akhir ini dapat terfokus pada tujuan dan topik bahasan agar tidak meluas, maka berikut adalah batasan masalah pada tugas akhir ini :

- a. Sistem otomatisasi hanya menggunakan logika dasar PLC, tanpa melibatkan kontrol lanjutan seperti PID (*Proportional-Integral-Derivative*) atau algoritma kecerdasan buatan.
- b. Pompa *water refrigerant* yang kecepatannya diset maksimal.
- c. Data kuantitatif yang dianalisis dalam penelitian ini mencakup pengukuran suhu ruangan yang di hasilkan oleh sistem AHU, respon sistem terhadap perubahan suhu pada ruangan.
- d. Data eksperimen yang diambil terbatas pada kondisi uji coba laboratorium.

1.6 Sistematika Tugas akhir

Demi terwujudnya suatu penulisan yang baik, maka diperlukan adanya sistematika penulisan. Sistematika dari tugas akhir ini sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat tugas akhir, batasan masalah, dan sistematika penulisan laporan.

BAB II. DASAR TEORI

Berisikan mengenai teori – teori dasar yang mendukung pada topik penelitian.

BAB III. METODELOGI PENELITIAN

Berisikan tentang penjelasan dari tempat dan waktu penelitian, diagram blok sistem, gambar 3D, spesifikasi dan teknik fabrikasi pada pembuatan tugas akhir.

BAB IV HASIL DAN ANALISA

Dalam bab ini membahas tentang hasil pengujian dan analisa data yang diperoleh dari perancangan sistem meliputi pengujian fungsionalitas komponen, pengujian kontrol PWM dan pengujian keseluruhan sistem distribusi *water refrigeran*.

BAB V PENUTUP

Dalam bab ini membahas tentang kesimpulan dan saran dari hasil pengujian secara keseluruhan.