

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

HVAC (*Heating, Ventilation, and Air Conditioning*) memegang peran vital dalam menciptakan kenyamanan termal, kualitas udara, dan efisiensi energi dalam bangunan modern, terutama gedung perkantoran dan komersial[1]. *Mini Air Chiller* merupakan perangkat pendingin berskala kecil yang digunakan untuk mendukung sistem HVAC, kebutuhan laboratorium, serta proses industri ringan. Namun, pada sistem chiller konvensional memiliki tantangan, terutama pada kendali otomatis dan monitoring secara *real-time*. Keterbatasan tersebut menjadi kendala utama yang terdapat dalam pengoperasian. Kebutuhan terhadap sistem yang dapat dipantau secara *real-time* semakin meningkat, salah satunya pada komponen vital dalam sistem termal industri ataupun bangunan komersial yaitu unit pendingin atau *chiller*. Perangkat tersebut memiliki peran penting dalam menjaga kestabilan suhu pada ruangan, alat, bahkan suatu produk. Pada beberapa studi ditemukan bahwa sistem manual atau semi otomatis pada *Mini Air Chiller* akan menyebabkan keterlambatan dalam pendeteksian suhu, tekanan bahkan konsumsi energi yang tinggi diakibatkan pengaturan suhu tidak fleksibel dan menyebabkan permasalahan teknis[2].

Salah satu permasalahan yang sering terjadi adalah keterbatasan dalam monitoring jarak jauh secara *real-time*, yang di mana operator harus berada di lokasi untuk selalu memantau status suhu, tekanan, dan aliran fluida pendingin. Apabila terjadi gangguan seperti *overheat*, kegagalan pompa, keterlambatan dalam mendeteksi akan menyebabkan gangguan dan akan menghambat sistem secara keseluruhan[3]. Mesin *chiller* yang dioperasikan tanpa sistem kendali yang terintegrasi, sehingga kesulitan dalam pelacakan performa, prediksi kegagalan dini, serta pengumpulan data operasional secara berkelanjutan. Oleh sebab itu, dibutuhkan suatu sistem yang tidak hanya mampu mengotomatisasi pengendalian tetapi juga dapat melakukan akuisisi data, analisis performa, serta pengawasan berbasis antarmuka[4].

Solusi dari permasalahan tersebut yakni, sistem *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) sebagai pendekatan secara menyeluruh yang memungkinkan pemantauan kondisi sistem secara *real-time* dan jarak jauh. SCADA mampu mengakuisisi data dari sensor suhu dan tekanan, mengirimkannya ke pusat pengendali berupa PLC (*Programmable Logic Controller*), dan menampilkan informasi melalui HMI (*Human Machine Interface*). Keunggulan SCADA tidak hanya terletak pada fleksibilitas pemantauan, namun juga dalam fungsi alarm otomatis, pencatatan histori data operasional, serta kemudahan dalam integrasi jaringan. Pada penelitian [5] menunjukkan bahwa sistem SCADA berbasis PLC Siemens LOGO! yang diimplementasikan pada *Water Chiller* hidroponik berhasil memonitor suhu secara akurat dan memberikan kemampuan pengawasan jarak jauh melalui sistem terpusat, serta menampilkan kondisi kerja perangkat pendingin dalam bentuk visual interaktif melalui HMI. Hasil penelitian tersebut menegaskan bahwa implementasi SCADA sangat membantu dalam mempercepat penanganan gangguan teknis. Meskipun demikian, sistem tersebut belum mengintegrasikan fitur monitoring jarak jauh secara *real-time*, serta tidak menyertakan klasifikasi status sistem berdasarkan data historis.

Penelitian lain [6] mengembangkan program PLC dan SCADA untuk *plant* HVAC, namun aplikasinya terbatas pada demo-kit laboratorium, bukan implementasi pada unit chiller berbasis air dalam konteks nyata. Sementara itu, pada penelitian [2] hanya berfokus pada rancangan *Human Machine Interface* (HMI) tanpa mengembangkan sistem pengambilan keputusan otomatis atau deteksi status berbasis kondisi suhu dan tekanan. Ketiga studi tersebut menunjukkan adanya potensi besar dalam pemanfaatan SCADA dan PLC untuk sistem pendinginan. Namun, pada penelitian sebelum tidak membahas secara eksplisit tentang rancang bangun sistem SCADA berbasis PLC pada *Mini Air Chiller* dengan fokus pada pemantauan jarak jauh *real-time*, pengelompokan status sistem kerja, dan pencatatan data historis untuk kebutuhan pemeliharaan sistem.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka dikembangkan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan beberapa komponen utama seperti sensor suhu dan

tekanan sebagai input, PLC sebagai pusat logika kendali, dan HMI sebagai antarmuka visual untuk operator. PLC dipilih karena keandalannya dalam lingkungan industri serta kemampuannya menjalankan logika kontrol yang kompleks secara berkesinambungan. SCADA akan berperan sebagai pusat akuisisi data dan antarmuka pengguna, mengintegrasikan semua perangkat menjadi satu sistem pengawasan yang terkoordinasi. HMI akan menampilkan parameter seperti suhu air, tekanan input/output, status pompa, serta notifikasi alarm[6].

Pada tugas akhir ini dirancang sebuah sistem berbasis SCADA yang diterapkan pada *Mini Air Chiller*, dengan tujuan mengembangkan perangkat pendingin berskala kecil yang memiliki kemampuan kontrol suhu otomatis, pemantauan *real-time* jarak jauh, serta sistem klasifikasi status kerja berbasis data sensor. Sistem yang dikembangkan ini juga dirancang untuk dapat terintegrasi dengan sistem lain yang sedang dikembangkan oleh rekan peneliti, yang dilakukan oleh Moh Afif Fian Andiana mengenai Rancang bangun *Water Distribution dan Air Handling Unit* (AHU) berbasis PLC Schneider TM241CE24T, serta yang dilakukan oleh Ilham Adi Ramadhan mengenai Rancang bangun sistem Refrigerasi *Mini Air Chiller* ½ PK menggunakan *refrigerant* R-404 berbasis PLC Schneider TM241CEC24T. Dengan keterhubungan ini, keseluruhan perangkat akan membentuk satu kesatuan sistem pendingin modular yang saling melengkapi: mulai dari proses refrigerasi primer, distribusi fluida, penanganan udara, hingga kendali dan pengawasan suhu secara *real-time* melalui SCADA. Hal tersebut memperkuat posisi alat yang dirancang sebagai pusat monitoring dan pengendalian utama, sekaligus memperluas fungsionalitas alat ke skala yang lebih kompleks dan aplikatif di industri HVAC modern.

## 1.2. Perumusan Masalah

Rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana merancang sistem SCADA yang dapat memantau dan mengendalikan operasi *Mini Air Chiller* secara *real-time* berbasis PLC?
2. Bagaimana cara mengintegrasikan sistem SCADA dengan PLC agar dapat bekerja secara otomatis?

3. Bagaimana visualisasi parameter operasional melalui HMI untuk menjalankan proses pada *Mini Air Chiller*?

### 1.3 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Merancang dan membangun sistem SCADA yang mampu melakukan pemantauan dan pengendalian *Mini Air Chiller* dengan parameter suhu, tekanan dan laju aliran secara *real time*.
2. Mengintegrasikan sistem SCADA dengan PLC untuk pengoperasian *Mini Air Chiller* yang otomatis.
3. Mengidentifikasi dan menampilkan parameter-parameter penting dari *Mini Air Chiller* seperti suhu, tekanan dalam HMI.

### 1.4 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat dari tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Memberikan referensi untuk penelitian yang berkaitan dengan *Mini Air Chiller*.
2. Memudahkan proses pemantauan kondisi pada *Mini Air Chiller* dengan menampilkan antarmuka yang mudah dipahami.
3. Menjadi bahan evaluasi untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan SCADA.

### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Rancang bangun *Mini Air Chiller* ini memiliki dimensi lebih tinggi 70 cm dan panjang 1,2 m, sekat akrilik setinggi 80 cm.
2. Kontroler menggunakan PLC Schneider Modicon TM241CE24T.
3. Sistem SCADA yang dirancang mencakup *monitoring* dan pengontrolan dengan parameter suhu, aliran, tekanan dan status kerja komponen chiller, seperti kompresor, kondensor, dan evaporator.

4. Sistem SCADA dikembangkan menggunakan PC lokal yang terhubung langsung dengan PLC melalui komunikasi Ethernet (TCP/IP) atau komunikasi RS-485 Modbus RTU.
5. Tidak menggunakan *wireless communication* (Wi-Fi/LoRa/GSM).
6. Penelitian ini hanya difokuskan pada rancang bangun dan pengujian sistem antarmuka SCADA/HMI untuk *Mini Air Chiller*, tanpa mencakup sistem distribusi udara (AHU) dan sistem *refrigerant*.

## **1.6 Sistematika Tugas Akhir**

Penyusunan laporan tugas akhir ini disusun dengan sistematika penulisan laporan yang terdiri atas beberapa bab dan lampiran.

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini membahas tentang latar belakang masalah, tujuan tugas akhir, perumusan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat tugas akhir, pembatasan masalah, dan sistematika tugas akhir.

### **BAB II DASAR TEORI**

Bab ini membahas mengenai teori-teori yang berkaitan dengan masing-masing bagian yang digunakan dalam pembuatan alat.

### **BAB III METODE**

Bab ini membahas tentang rancang bangun alat yang terdiri dari diagram blok sistem, diagram alir sistem, spesifikasi dan fungsi alat, gambar 3D, serta teknik fabrikasi.

### **BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA**

Bab ini membahas tentang hasil pengujian dan analisa dari alat pencacah botol plastik otomatis berbasis PLC.

### **BAB V PENUTUP**

Menjelaskan beberapa kesimpulan dan saran yang diperoleh dari hasil analisa data dan pembahasan.

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**