BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi di bidang otomasi dan sistem monitoring berbasis mikrokontroler saat ini mengalami kemajuan yang cukup signifikan. Teknologi tersebut telah banyak dimanfaatkan pada berbagai sektor industri, salah satunya dalam proses distilasi. Distilasi merupakan metode pemisahan zat berdasarkan perbedaan titik didih yang umum diterapkan pada proses produksi minyak atsiri maupun bioethanol. Dalam proses tersebut, pengendalian suhu pemanasan dan kestabilan sistem menjadi faktor penting yang mempengaruhi kualitas hasil distilasi (Dasa Novfowan dkk., 2024).

Pemanfaatan mikrokontroler dalam sistem monitoring memberikan kemudahan dalam proses pengawasan dan pengendalian parameter kerja secara otomatis. Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan adalah ESP32 karena memiliki kemampuan pemrosesan data yang baik, mendukung konektivitas *Internet of Things* (IoT), serta dapat diintegrasikan dengan berbagai jenis sensor. Penggunaan ESP32 memungkinkan proses pemantauan suhu, konsumsi energi listrik, dan *level* cairan dilakukan secara *real-time* sehingga sistem menjadi lebih efektif dan efisien. Penelitian yang dilakukan oleh (Nursyahied & Priyanto, 2025). mengembangkan alat distilasi bioethanol berbasis photovoltaic (PV) sebagai media pembelajaran energi terbarukan. Sistem tersebut menggunakan sensor *thermocouple* untuk memantau suhu serta wattmeter untuk mengetahui penggunaan daya listrik selama proses distilasi berlangsung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat mampu menghasilkan bioethanol dengan efisiensi energi yang cukup baik. Namun penelitian tersebut belum menerapkan sistem monitoring dan kontrol terintegrasi berbasis ESP32 secara *real-time*. Penelitian lain dilakukan oleh (Legowo dkk., 2024). mengenai sistem monitoring suhu berbasis ESP32 menggunakan sensor *thermocouple* tipe-K dan modul MAX6675. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan monitoring suhu secara *real-time* dengan tingkat kesalahan pengukuran yang relatif kecil. Selain itu, metode penelitian yang digunakan berupa *research and development* (R&D)

dengan tahapan analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan alat, dan pengujian sistem. Akan tetapi, penelitian tersebut masih difokuskan pada sistem kalibrasi suhu dan belum diterapkan pada proses distilasi.

Selanjutnya, penelitian (Herviona Ikhwanudin dkk., 2025). mengenai rancang bangun mesin distilasi minyak atsiri dengan sistem pendingin kontinu menunjukkan bahwa alat yang dikembangkan mampu menghasilkan minyak atsiri dengan efisiensi energi rata-rata sebesar 48,79%. Walaupun demikian, sistem yang digunakan masih bersifat konvensional karena belum dilengkapi monitoring parameter proses dan kontrol otomatis berbasis mikrokontroler. Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu tersebut, dapat diketahui bahwa pengembangan sistem distilasi dan monitoring suhu telah banyak dilakukan. Namun penelitian mengenai sistem monitoring dan kontrol proses distilasi minyak atsiri berbasis ESP32 yang mampu memantau suhu, energi listrik, dan *level* cairan secara terintegrasi dan *real-time* masih belum banyak dikembangkan. Pada penelitian ini digunakan sensor *thermocouple* tipe-K dengan modul MAX6675 untuk membaca temperatur pada boiler, sensor PZEM-004T untuk mengukur parameter kelistrikan berupa tegangan, arus, daya, dan energi listrik, serta sensor *float switch* sebagai pendeteksi *level* cairan pada tangki distilasi. Selain itu, sistem juga dilengkapi *relay* sebagai pengendali elemen pemanas listrik, *buzzer* sebagai alarm peringatan, LCD I2C sebagai media tampilan monitoring, dan dimmer untuk mengatur daya pemanas listrik.

Oleh karena itu, diperlukan pengembangan sistem monitoring dan kontrol proses distilasi minyak atsiri berbasis ESP32 yang dapat melakukan pemantauan parameter sistem secara *real-time* guna meningkatkan efektivitas monitoring, efisiensi penggunaan energi listrik, serta keamanan proses distilasi. Penelitian ini menggunakan metode *research and development* (R&D) karena penelitian tidak hanya berfokus pada pembuatan alat, tetapi juga meliputi proses perancangan, pengembangan, pengujian, dan evaluasi sistem yang dikembangkan.

1.2 Fokus Penelitian

Adapun fokus penelitian dalam rancang bangun sistem *monitoring* dan kontrol alat distilasi, yaitu :

1. Penelitian ini difokuskan pada perancangan sistem monitoring dan kontrol proses distilasi minyak atsiri berbasis ESP32 yang terintegrasi dengan sensor suhu, sensor energi listrik, sensor *level* cairan, dan data log serta sistem peringatan untuk mendukung proses monitoring secara *real-time*.
2. Penelitian ini difokuskan pada pembuatan alat distilasi berdasarkan rancangan sistem yang telah dibuat sehingga alat yang dihasilkan dapat bekerja sesuai dengan fungsi monitoring dan kontrol yang direncanakan.
3. Penelitian ini difokuskan pada analisis kinerja sistem monitoring dan kontrol yang diterapkan pada alat distilasi untuk mengetahui efektivitas pembacaan sensor, monitoring parameter sistem, dan kinerja alat selama proses distilasi berlangsung.

1.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam rancang bangun sistem *monitoring* dan kontrol alat distilasi, yaitu :

1. Bagaimana merancang sistem monitoring dan kontrol proses distilasi berbasis ESP32 yang terintegrasi dengan sensor suhu, sensor energi listrik, data log dan sensor *level* cairan?
2. Bagaimana proses pembuatan dan implementasi sistem monitoring dan kontrol pada alat distilasi berbasis ESP32?
3. Bagaimana kinerja sistem monitoring dan kontrol pada alat distilasi berdasarkan hasil pembacaan suhu, parameter kelistrikan, *level* cairan, dan data log selama proses distilasi berlangsung?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari rancang bangun sistem *monitoring* dan kontrol alat distilasi ini adalah :

1. Merancang sistem monitoring dan kontrol proses distilasi berbasis ESP32 yang terintegrasi dengan sensor suhu, sensor energi listrik, data log dan sensor *level* cairan.

2. Membuat dan mengimplementasikan sistem monitoring dan kontrol pada alat distilasi berdasarkan rancangan yang telah dibuat.
3. Pengumpulan data sistem monitoring dan kontrol berdasarkan hasil monitoring suhu, parameter kelistrikan, dan *level* cairan pada proses distilasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sistem monitoring dan kontrol proses distilasi berbasis ESP32 dapat diterapkan pada proses distilasi menggunakan pemanas listrik sehingga mampu membantu proses monitoring suhu, monitoring energi listrik, monitoring *level* cairan secara *real-time*. dan data log Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan sistem monitoring dan kontrol berbasis mikrokontroler yang lebih efektif dan efisien. Sistem yang dikembangkan juga diharapkan mampu menghasilkan data monitoring yang dapat digunakan sebagai dasar pengembangan dan penyempurnaan sistem pada penelitian selanjutnya.