

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanasan makanan merupakan proses penting yang bertujuan untuk menghilangkan seluruh bentuk kehidupan mikroorganisme, termasuk bakteri, virus, jamur, dan spora, dari suatu bahan, alat, atau lingkungan, sehingga tercapai kondisi yang benar-benar steril. Dalam dunia kesehatan dan laboratorium, proses ini menjadi bagian integral untuk mencegah infeksi silang dan menjamin keamanan pasien maupun produk yang digunakan (Syamsi et al., 2023). Salah satu metode yang umum diterapkan adalah *Autoclave*, yang menggunakan uap panas bertekanan tinggi sebagai media sterilisasi, meskipun metode ini masih memiliki keterbatasan, seperti konsumsi energi yang tinggi dengan daya berkisar 1.5 – 5 kW dan minimnya sistem otomatisasi. Menurut (Pachira et al., 2021) pemanasan pada makanan dalam pengolahan makanan bertujuan untuk menghancurkan mikroorganisme pembusuk dan patogen, sekaligus menghasilkan produk dengan tekstur dan cita rasa yang diinginkan. Proses ini umumnya dilakukan dengan metode sterilisasi komersial, yakni pemanasan bahan pangan pada suhu 121°C dalam waktu tertentu, untuk memastikan keamanan tanpa mengurangi kualitas gizi dan organoleptik produk (Nurhikmat et al., 2016). Meskipun demikian, tantangan masih dihadapi dalam penerapan teknologi pemanasan makanan, terutama terkait efisiensi energi, ketepatan parameter proses, dan adaptasi teknologi yang lebih modern dan otomatis. Oleh karena itu, dibutuhkan pengembangan dan optimalisasi metode pemanasan makanan yang tidak hanya efektif secara mikrobiologis, tetapi juga efisien secara teknis dan ekonomis, khususnya dalam konteks produksi pangan skala industri. Tuntutan pemanasan makanan ini mengindikasikan urgensi untuk mengeksplorasi solusi inovatif guna mengatasi limitasi metode konvensional dalam skala industri.

Esensial proses pemanasan makanan dalam berbagai bidang, baik medis maupun industri pangan, muncul kebutuhan untuk mengembangkan teknologi pemanas yang lebih efisien. Di dunia medis, alat *Autoclave* telah lama menjadi

pilihan utama dalam proses sterilisasi di dunia medis karena kemampuannya yang efektif dalam membunuh mikroorganisme, meskipun memiliki keterbatasan dalam konsumsi energi dan otomatisasi (Summerscales et al., 2023). Di sisi lain, industri pangan juga membutuhkan metode pemanasan makanan yang mampu menjamin keamanan produk tanpa mengorbankan kualitas gizi dan rasa. Teknologi *autoclave* memungkinkan pemantauan dan pengendalian parameter proses secara *real-time*, mengurangi risiko *human error*, serta memastikan konsistensi hasil pemanasan, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses secara keseluruhan.

Salah satu upaya strategis dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses pemanasan makanan pada produk makanan kemasan adalah melalui alat sistem semi-*autoclave* berbasis mikrokontroler Arduino R4 dengan konektivitas WiFi, yang terintegrasi dengan teknologi *Internet of Things* (IoT). Sistem *autoclave* konvensional yang masih bersifat manual memiliki sejumlah keterbatasan signifikan, terutama dalam konteks pemanasan pangan. Keterbatasan utama terletak pada proses pemantauan suhu yang belum dilakukan secara *real-time*, sehingga berpotensi mengakibatkan tidak tercapainya suhu optimal yang diperlukan untuk menonaktifkan mikroorganisme secara menyeluruh. Selain itu, pengendalian terhadap aliran dan tekanan uap masih dilakukan secara manual, yang dapat menyebabkan distribusi panas yang tidak merata serta meningkatkan risiko kegagalan proses pemanasan makanan. Ketergantungan terhadap intervensi operator turut memperbesar kemungkinan terjadinya kesalahan manusia (*human error*), baik dalam pengaturan parameter maupun dalam proses pengawasan. Ketiadaan sistem *monitoring* digital juga mengakibatkan tidak tersedianya rekaman data suhu dan tekanan selama proses berlangsung, sehingga menyulitkan proses validasi dan penjaminan mutu. Dengan demikian, diperlukan inovasi teknologi berupa sistem alat semi-*autoclave* otomatis yang mampu melakukan pemantauan, pencatatan, dan pengendalian parameter proses secara otomatis, akurat, dan *real-time*, guna mendukung peningkatan efisiensi operasional, konsistensi hasil pemanasan makanan, serta keamanan produk makanan kemasan sesuai dengan standar industri yang berlaku.

Semi-*autoclave* merupakan versi yang lebih fleksibel dari *Autoclave* konvensional, dengan pengendalian suhu dan tekanan yang lebih presisi menggunakan sensor dan mikrokontroler. Dengan adanya sistem berbasis *Internet Of Things* (IoT), pengguna dapat memantau dan mengontrol proses pemanasan makanan dari jarak jauh melalui perangkat pintar. Oleh karena itu, kelebihan dari sistem *Internet Of Things* (IoT) adalah proses pemanasan makanan yang dikelola dan dipantau dari jarak jauh oleh *Blynk* (Nugraha, 2022). Arduino R4 sebagai mikrokontroler utama. Sensor suhu, tekanan, serta modul komunikasi seperti WiFi atau *Bluetooth* memungkinkan pengendalian otomatis yang dapat dikustomisasi sesuai kebutuhan.

Rancang bangun alat semi-*autoclave* untuk makanan kemasan berbasis mikrokontroler Arduino R4 dan *Internet of Things* (IoT) diharapkan dapat menjadi solusi inovatif dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses pemanasan makanan. Melalui integrasi teknologi tersebut, parameter kritis seperti suhu dan tekanan dapat dikendalikan serta dipantau dengan tingkat akurasi yang tinggi, sehingga mengurangi potensi kesalahan manusia dan meningkatkan konsistensi hasil proses pemanasan makanan. Selain itu, sistem penyimpanan data secara digital memungkinkan pelacakan serta analisis yang lebih sistematis, yang dapat dimanfaatkan untuk evaluasi dan optimasi proses di masa depan. Pendekatan ini juga mempermudah pemenuhan standar regulasi dan persyaratan audit kualitas yang sering kali memerlukan dokumentasi data proses secara rinci dan akurat.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis merancang suatu sistem “Rancang Bangun Alat Semi-*Autoclave* untuk Makanan Kemasan Berbasis Arduino R4 dan *Internet of Things* (IoT)”. Sistem ini dirancang untuk memantau dan mengendalikan parameter suhu dan tekanan pada ruang *autoclave* dengan memanfaatkan mikrokontroler Arduino R4 yang telah terintegrasi dengan modul WiFi, serta didukung oleh teknologi *Internet of Things* (IoT) melalui platform komunikasi *Blynk* guna memungkinkan akses data secara daring.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah sebagaimana yang diuraikan, Maka terdapat beberapa masalah yang dapat diidentifikasi, antara lain:

1. Sistem pengamatan tekanan uap dan suhu pada *Autoclave* umumnya masih menggunakan sensor mekanik (manual)
2. Proses pemanasan makanan tidak teramati dengan baik
3. Sistem kontrol uap pada *autoclave* umumnya masih menggunakan cara manual
4. Diperlukan alat untuk pemantauan dan pengendalian pada alat *Autoclave*

1.3 Pembatasan Masalah

Agar tercapainya tujuan penelitian, maka permasalahan menjadi lebih efektif, jelas, dan terpusat, maka penelitian ini perlu dibatasi. Penelitian membatasi masalah yang akan diteliti, yaitu:

1. Penelitian ini difokuskan pada perancangan dan pembangunan alat yang mampu mendeteksi tekanan uap dan suhu di dalam *autoclave*.
2. Penelitian ini membatasi pengujian kinerja *autoclave* pada tekanan maksimum 15.7 psi dan suhu 132°C, dikarenakan keterbatasan kemampuan alat ukur dan komponen pendukung yang tersedia
3. Pengujian fungsi katup solenoid pada tekanan yang lebih tinggi tidak termasuk dalam ruang lingkup penelitian ini, mengingat perlunya modifikasi tambahan pada komponen pegas.
4. Sistem *monitoring* data melalui *Blynk* hanya mencakup visualisasi dan pembacaan data *streaming* dari Arduino R4, tanpa adanya kapabilitas penyimpanan data historis.
5. Penelitian ini dibatasi hanya sampai pada tahap pengecekan suhu di dalam makanan kemasan selama proses pemanasan. Pengujian tidak dilanjutkan hingga tahap analisis laboratorium terhadap kandungan mikroorganisme dalam makanan.
6. Metode pengembangan yang digunakan adalah Brog and Gall dengan empat tahap yaitu *Research and Information, Planning, Develop Preliminary of Product, Preliminary Field Testing*.

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, identifikasi masalah dan pembatasan masalah yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah “Bagaimana Merancang Alat-Semi-*Autoclave* untuk Makanan Kemasan berbasis Arduino R4 dan *Intenet Of Things* (IoT) ?”

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Merancang, membuat, dan membangun sistem alat semi-*autoclave* untuk makanan kemasan berbasis *Internet Of Things* (IoT)
2. Mendapatkan informasi kondisi tekanan dan suhu pada alat semi-*autoclave* untuk makanan kemasan.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat perancangan alat pengamatan dan pengendalian suhu dan tekanan pada *Autoclave* adalah sebagai berikut:

1. Tekanan uap dan suhu pada *Autoclave* dapat di amati secara *real-time* dan jarak jauh
2. Pengeluaran uap pada *Autoclave* dapat di kontrol secara jarak jauh
3. Pengguna lebih mudah dalam pengamatan dan pengendalian uap dan suhu pada *Autoclave*