

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengelolaan limbah hasil samping industri pangan merupakan salah satu permasalahan yang perlu diperhatikan, khususnya pada sektor pengolahan hasil pertanian. Limbah organik yang berasal dari proses produksi apabila tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan bau tidak sedap, menambah volume limbah, serta menurunkan kebersihan area produksi. Salah satu limbah organik dari proses pengolahan hasil pertanian adalah kulit dan sisa sortasi edamame. Limbah tersebut perlu ditangani atau diolah lebih lanjut agar tidak hanya menjadi sisa produksi dan masih dapat dimanfaatkan kembali (Nurkholis et al., 2021; Safitri et al., 2025).

PT Tagani Sukses Makmur merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang pengolahan edamame. Berdasarkan laporan praktik industri mengenai proses produksi edamame di PT Tagani Sukses Makmur, edamame diolah menjadi produk beku melalui beberapa tahapan, yaitu sortasi, pencucian, blanching, penggaraman, pembekuan, hingga pengemasan secara higienis. Proses tersebut dilakukan untuk menjaga mutu, keamanan pangan, warna, tekstur, dan kualitas produk edamame agar sesuai dengan kebutuhan pasar. Produk edamame beku juga dipersiapkan untuk memenuhi kebutuhan pasar ekspor dan standar keamanan pangan (Hafidza, 2025).

Proses pengolahan edamame menghasilkan limbah organik berupa kulit edamame, sisa sortasi, atau bagian edamame yang tidak memenuhi standar produk utama. Limbah tersebut masih memiliki potensi untuk dimanfaatkan kembali, antara lain sebagai bahan pakan ternak atau bahan pengolahan lain setelah melalui penanganan yang sesuai (Nurkholis et al., 2021; Safitri et al., 2025). Salah satu tahap penanganannya adalah pengurangan kadar air agar limbah lebih mudah disimpan, dipindahkan, dan dimanfaatkan pada proses berikutnya. Pada Tugas Akhir ini, pengurangan kadar air dilakukan melalui mekanisme pengepresan.

Berdasarkan data sekunder, pada saat musim panen PT Tagani Sukses Makmur mampu menerima bahan baku edamame sekitar 1–2 ton per hari (Bakri et al., 2026). Sumber lain dari repositori Politeknik Negeri Jember menyebutkan bahwa kapasitas produksi perusahaan dapat mencapai sekitar 40 ton per bulan (Aidelwes, 2025). Besarnya kapasitas tersebut menunjukkan bahwa proses pengolahan berlangsung secara berulang dan berpotensi menghasilkan kulit serta sisa sortasi secara terus-menerus. Data tersebut digunakan sebagai gambaran kapasitas kegiatan produksi, bukan sebagai dasar untuk menentukan jumlah limbah harian karena data khusus mengenai volume limbah PT Tagani Sukses Makmur belum tersedia pada sumber publik.

Data jumlah limbah harian dan durasi pengepresan manual di PT Tagani Sukses Makmur belum tersedia pada sumber publik, sehingga laporan ini tidak menyatakannya sebagai data aktual perusahaan. Untuk kebutuhan perancangan prototipe, digunakan setpoint awal pengepresan selama 60 detik per siklus dan nilainya dapat diubah melalui aplikasi. Waktu tersebut merupakan asumsi teknis pada prototipe, bukan hasil pengukuran proses produksi di perusahaan. Kendala yang menjadi dasar perancangan tetap mengacu pada ketergantungan proses terhadap operator, ketidakkonsistenan durasi pengepresan, dan belum tersedianya informasi status kerja alat secara langsung.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa limbah edamame memerlukan proses penanganan lanjutan yang lebih teratur. Dalam proses pengeringan limbah edamame, salah satu metode yang dapat digunakan adalah mekanisme pengepresan. Pengepresan dilakukan dengan memberikan tekanan pada limbah edamame agar kandungan air di dalamnya berkurang. Namun, proses pengepresan yang dilakukan secara manual masih memiliki beberapa keterbatasan. Pengoperasian manual menyebabkan proses kerja sangat bergantung pada operator, terutama dalam mengaktifkan alat, menentukan durasi pengepresan, menghentikan alat, serta memastikan proses berjalan sesuai kebutuhan. Ketergantungan terhadap operator dapat menyebabkan waktu pengepresan tidak selalu sama pada setiap proses. (Wulandari, 2018; Arifin, 2022).

Ketidakkonsistenan durasi pengepresan dapat memengaruhi hasil pengeringan limbah edamame. Apabila waktu pengepresan terlalu singkat, kandungan air pada limbah masih relatif tinggi sehingga proses pengeringan belum optimal. Sebaliknya, apabila proses pengepresan terlalu lama, waktu kerja menjadi kurang efisien dan dapat menghambat proses pengolahan berikutnya. Selain itu, pengoperasian manual juga berpotensi menimbulkan kesalahan kerja, seperti keterlambatan menghentikan alat, kurang tepatnya durasi pengepresan, serta kurangnya informasi status kerja alat selama proses berlangsung. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem kendali yang mampu membantu proses pengepresan agar berjalan lebih teratur, aman, dan konsisten. (Tadeus, 2023; Setiawan, 2006).

Perkembangan teknologi kendali berbasis mikrokontroler dapat dimanfaatkan sebagai solusi untuk meningkatkan efektivitas proses kerja pada alat pengepres limbah edamame. Mikrokontroler digunakan sebagai pusat kendali yang menerima input dari keypad, membaca keberadaan objek melalui sensor HC-SR04, membaca batas gerak melalui limit switch, mengatur kerja pompa DC melalui relay, serta menampilkan informasi proses melalui LCD 20x4. Sistem kendali berbasis mikrokontroler juga digunakan untuk mengatur durasi pengepresan menggunakan timer sehingga proses kerja menjadi lebih terkontrol dan tidak sepenuhnya bergantung pada perkiraan operator. Selain itu, penggunaan PSU 12V 20A dan Step-Down LM2596 Digital Voltmeter diperlukan untuk mendukung kebutuhan catu daya agar komponen pada sistem dapat bekerja secara stabil sesuai kebutuhan tegangan masing-masing. (Tadeus, 2023; Yuliza et al., 2023).

Pada Tugas Akhir ini, sistem yang dibuat difokuskan pada prototipe sistem kendali mesin press limbah edamame berbasis mikrokontroler. Prototipe menggunakan ESP32 DevKit V1 sebagai pusat kendali, pompa DC dan mekanisme hidrolik sederhana sebagai aktuator pengepresan, relay sebagai pengendali beban, keypad 1x4 sebagai input, LCD 20x4 sebagai penampil, sensor HC-SR04 sebagai pendeteksi objek, serta dua limit switch sebagai pendeteksi batas gerak. Sistem juga dilengkapi buzzer, emergency stop, catu daya, dan aplikasi kontrol EdaSmart. Panel kontrol yang digunakan merupakan bagian dari sistem EdaSmart terintegrasi, tetapi

perancangan, pengujian, dan pembahasan dalam laporan ini dibatasi pada fungsi mesin press.

Berdasarkan permasalahan tersebut, dibuatlah Tugas Akhir dengan judul “Perancangan dan Pembuatan Sistem Kendali Proses Pengeringan Limbah Edamame Berbasis Mikrokontroler di PT Tagani Sukses Makmur”. Sistem ini dirancang untuk membantu proses pengepresan limbah edamame agar lebih teratur melalui pengendalian berbasis mikrokontroler. Dengan adanya sistem kendali ini, proses pengepresan diharapkan dapat berjalan lebih konsisten, lebih mudah dioperasikan, dan dapat menjadi dasar pengembangan alat pengering limbah edamame yang lebih optimal pada tahap selanjutnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membuat prototipe sistem kendali proses pengeringan limbah edamame berbasis mikrokontroler di PT Tagani Sukses Makmur?
2. Bagaimana sistem kendali berbasis mikrokontroler dapat mengatur proses pengepresan limbah edamame menggunakan ESP32 DevKit V1, pompa DC, relay, limit switch, HC-SR04, dan timer?
3. Bagaimana aplikasi kontrol dapat digunakan sebagai media bantu dalam mengoperasikan dan memantau status kerja sistem kendali mesin press limbah edamame?
4. Bagaimana hasil pengujian fungsi sistem kendali dalam menjalankan proses pengepresan limbah edamame secara otomatis berdasarkan alur kerja yang telah dirancang?

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan Tugas Akhir ini lebih terarah dan sesuai dengan ruang lingkup yang dikerjakan, maka batasan masalah yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Sistem yang dibuat berfokus pada perancangan dan pembuatan prototipe sistem kendali mesin press untuk membantu proses pengeringan limbah edamame.
2. Sistem kendali menggunakan ESP32 DevKit V1 sebagai pusat pengendali yang mengatur input, output, aktuator, dan durasi kerja alat.
3. Aktuator utama yang digunakan pada mesin press adalah pompa DC 12V yang dikendalikan melalui relay. Pembahasan tidak mencakup penggunaan motor AC maupun analisis aktuator pada unit lain dalam sistem EdaSmart terintegrasi.
4. Proses pengeringan yang dibahas difokuskan pada pengurangan kadar air melalui mekanisme pengepresan, bukan pengeringan menggunakan pemanas, pengaturan suhu, atau pengaturan kelembapan.
5. Sistem hidrolik yang digunakan merupakan sistem hidrolik sederhana berbasis suntikan sebagai mekanisme bantu pada prototipe mesin press, sehingga tidak membahas analisis hidrolik industri secara mendalam.
6. Sistem tidak membahas analisis mekanik mesin press secara mendalam, melainkan berfokus pada sistem kendali elektronik, alur otomatis dan manual, pembacaan sensor, fungsi keselamatan, serta integrasi aplikasi kontrol.
7. Sensor HC-SR04 digunakan sebagai pendeteksi objek atau jarak pada area press, bukan sebagai sensor kadar air pada limbah edamame.
8. Sistem belum dilengkapi dengan sensor kadar air, sensor suhu, dan sensor kelembapan. Pencatatan data juga belum dilakukan secara kontinu dan belum dilengkapi penyimpanan lokal ketika koneksi jaringan terputus.
9. Pengujian dilakukan pada bagian mesin press, meliputi ESP32 DevKit V1, pompa DC, relay, keypad 1x4, LCD 20x4, modul PCF8574, sensor HC-SR04, dua limit switch, buzzer, emergency stop, timer, mekanisme press, aplikasi EdaSmart, server Node.js, HiveMQ Cloud sebagai MQTT broker, dan database MySQL.

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan di atas, maka tujuan dari pelaksanaan Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Merancang dan membuat prototipe sistem kendali proses pengeringan limbah edamame berbasis mikrokontroler di PT Tagani Sukses Makmur.
2. Mengimplementasikan ESP32 DevKit V1 sebagai pusat kendali untuk mengatur mesin press melalui pompa DC, relay, dua limit switch, keypad 1x4, LCD 20x4, sensor HC-SR04, buzzer, emergency stop, catu daya, dan modul pendukung pada prototipe.
3. Membuat sistem kendali berbasis timer agar proses pengepresan limbah edamame dapat berjalan lebih teratur dan konsisten.
4. Membuat aplikasi kontrol sebagai media bantu dalam mengoperasikan dan memantau status kerja alat.
5. Menguji kinerja prototipe sistem kendali dalam menjalankan fungsi utama proses pengepresan secara otomatis dan manual berdasarkan alur yang telah dirancang.

1.5 Manfaat

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan yang telah diuraikan di atas, adapun manfaat dari pelaksanaan Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Memberikan kemudahan dalam proses pengendalian mesin press limbah edamame melalui sistem kendali berbasis mikrokontroler, sehingga proses pengepresan dapat dilakukan secara lebih teratur dan terkontrol.
2. Membantu meningkatkan konsistensi proses pengepresan limbah edamame melalui pengaturan waktu kerja alat menggunakan sistem timer, sehingga durasi pengepresan tidak sepenuhnya bergantung pada perkiraan operator.
3. Mengurangi ketergantungan terhadap pengoperasian manual melalui alur kontrol mesin press yang lebih terarah, khususnya dalam memilih mode, mengatur waktu, menjalankan aktuator, dan menghentikan proses.

4. Memberikan kemudahan bagi pengguna dalam memantau status kerja mesin press melalui LCD 20x4 dan aplikasi kontrol, termasuk status aktuator, pembacaan HC-SR04, kondisi limit switch, dan riwayat aktivitas.
5. Meningkatkan keamanan penggunaan prototipe mesin press melalui penerapan emergency stop dan buzzer sebagai indikator peringatan ketika terjadi kondisi tertentu pada sistem.
6. Mendukung pengelolaan limbah edamame agar lebih optimal melalui penerapan prototipe sistem kendali mesin press yang dapat dijadikan dasar pengembangan alat pengering limbah edamame pada tahap selanjutnya.