

**DESAIN AUTOMATIC PET FEEDER
REKAYASA SISTEM KOMPUTER**



DISUSUN OLEH :

Rezky Auliasarie
245150300111014

Shabrina Zafira Azzahra
245150301111031

Zeyra Rahma Alivia
245150301111016

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

I. KEBUTUHAN FUNCTIONAL

a. Penjadwalan Pemberian Pakan Otomatis

Sistem harus mampu menjalankan fungsi penjadwalan makan secara otomatis, di mana pengguna dapat mengatur jam makan, jumlah slot per hari, frekuensi (harian atau mingguan), serta ukuran porsi default untuk setiap slot. Setiap hewan juga dapat memiliki jadwal makan yang berbeda. Aplikasi atau antarmuka lokal wajib dapat menyimpan minimal sepuluh jadwal, dan perangkat harus mengeksekusi pemberian pakan dengan ketepatan waktu ± 5 detik, baik menggunakan koneksi NTP maupun modul RTC. Terdapat pula opsi pengulangan (repeat) atau satu kali (one-time) untuk fleksibilitas pengguna. Fitur ini bersifat prioritas tinggi karena menjadi fungsi utama sistem.

b. Porsi Terukur Setiap Pemberian

Fungsi ini memungkinkan sistem mengeluarkan pakan dalam jumlah yang dapat diatur oleh pengguna, misalnya antara 5 hingga 500 gram, dengan dukungan fitur kalibrasi untuk menjaga akurasi timbangan. Presisi pengeluaran harus berada dalam rentang $\pm 5\%$ atau ± 2 gram, tergantung mana yang lebih besar. Pengguna dapat mengatur porsi melalui aplikasi atau tombol fisik. Fitur kalibrasi disediakan agar hasil tetap akurat seiring waktu. Kebutuhan ini memiliki prioritas tinggi karena berhubungan langsung dengan kesehatan hewan.

c. Multi-pet Identification (RFID dan Pengenalan Wajah Sederhana)

Sistem wajib mampu mengenali hewan yang mendekat menggunakan RFID tag atau kamera sederhana. Fungsinya adalah memastikan hanya hewan terdaftar yang mendapatkan porsi pakan sesuai profilnya. RFID harus dapat dibaca pada jarak kurang dari 20 cm dengan tingkat kesalahan (false positive) di bawah 2%. Jika menggunakan pengenalan wajah, sistem harus mampu membedakan minimal tiga hewan dengan akurasi di atas 80% dalam kondisi normal. Kebutuhan ini memiliki prioritas menengah hingga tinggi, tergantung skenario penerapan.

d. Sensor Level Pakan dan Sensor Berat Porsi

Sistem memerlukan sensor untuk memantau level pakan dalam wadah dan menimbang jumlah pakan yang dikeluarkan. Sensor level harus memberikan peringatan atau notifikasi ketika sisa pakan berada di bawah 15% kapasitas, sedangkan sensor berat memastikan pembacaan porsi setiap kali pemberian. Fungsi ini memiliki prioritas tinggi, karena berkaitan langsung dengan keberlangsungan proses makan otomatis.

e. Deteksi dan Penanganan Kemacetan Mekanik (Anti-Jam)

Fungsi ini memungkinkan sistem mendeteksi apabila motor penggerak macet melalui pemantauan arus, torsi, atau waktu operasi. Jika motor tidak berputar sebagaimana mestinya,

sistem harus menghentikannya dalam waktu kurang dari dua detik, mengirim notifikasi, dan mencoba mengatasi kemacetan hingga sejumlah percobaan tertentu. Fitur ini memiliki prioritas tinggi karena menyangkut keamanan perangkat dan keandalan operasi.

f. Kontrol Manual Via Tombol dan Aplikasi (Override) dengan Child-Lock

Sistem harus menyediakan kontrol manual baik melalui tombol fisik maupun aplikasi, yang dapat digunakan untuk memberi pakan di luar jadwal otomatis. Tombol harus responsif dengan waktu tanggap di bawah 200 milidetik, sementara fitur child-lock berfungsi mencegah aktivasi tidak disengaja oleh anak atau hewan. Fitur ini juga memiliki prioritas tinggi karena penting untuk fleksibilitas dan keamanan penggunaan.

g. Konektivitas Wi-Fi dan BLE, Notifikasi Real-Time, serta Mode Offline

Sistem wajib memiliki koneksi utama melalui Wi-Fi untuk komunikasi internet dan BLE (Bluetooth Low Energy) untuk pairing lokal. Notifikasi harus dikirim secara real-time ketika terjadi peristiwa penting, seperti pemberian pakan atau error. Jika koneksi internet terputus, perangkat harus tetap dapat beroperasi secara lokal menggunakan RTC dan dapat dikontrol melalui BLE. Perpindahan ke mode offline tidak boleh lebih dari 30 detik. Fitur ini berprioritas tinggi.

h. Cadangan Daya (Battery Backup) dan Safe Shutdown

Sistem perlu dilengkapi baterai internal untuk menjaga fungsi utama tetap berjalan ketika listrik padam. Cadangan daya harus mampu menopang sistem minimal selama 24 jam dalam mode siaga serta mendukung minimal satu kali pemberian pakan penuh. Ketika daya baterai kritis, sistem wajib melakukan prosedur safe shutdown dan mengirim notifikasi baterai lemah. Prioritasnya adalah menengah.

i. Keamanan Anak dan Hewan (Child-Lock dan Penutup Aman)

Fitur keamanan fisik harus memastikan bahwa desain perangkat tidak menimbulkan risiko bagi anak-anak maupun hewan. Penutup wadah pakan harus aman dan hanya dapat dibuka dengan cara tertentu, sementara child-lock pada tombol atau aplikasi mencegah penyalahgunaan. Tidak boleh ada celah yang dapat melukai atau menjebak bagian tubuh. Fitur ini memiliki prioritas tinggi karena terkait keselamatan.

j. Pembersihan Mudah dan Modul Dilepas

Komponen yang bersentuhan langsung dengan makanan harus dapat dilepas tanpa memerlukan alat tambahan dan terbuat dari bahan yang aman untuk pangan (food-grade). Wadah pakan dan nampan harus dapat dilepas dalam waktu kurang dari 30 detik agar mudah dibersihkan. Fitur ini berprioritas menengah karena mendukung higienitas dan pemeliharaan sistem.

k. Logging dan Riwayat (History) serta Ekspor Data

Sistem harus mampu mencatat semua aktivitas seperti waktu pemberian, porsi, identitas hewan, dan error. Log ini disimpan secara lokal dan diunggah ke cloud bila perangkat terhubung ke internet. Pengguna juga harus dapat mengekspor data dalam format CSV. Data log minimal harus tersimpan selama 90 hari. Kebutuhan ini berprioritas menengah.

l. Pembaruan Firmware OTA (Over-The-Air)

Fungsi ini memungkinkan sistem menerima pembaruan perangkat lunak melalui jaringan Wi-Fi tanpa perlu koneksi kabel. Sistem juga harus mendukung mekanisme rollback jika proses pembaruan gagal agar tidak mengganggu fungsi utama. Fitur ini memiliki prioritas rendah hingga menengah karena bersifat opsional.

m. Manajemen Pengguna dan Multi-Device Pairing

Sistem harus mendukung beberapa akun pengguna, seperti pemilik utama dan anggota keluarga. Pemilik utama dapat mengundang pengguna lain serta mengatur hak akses. Selain itu, sistem dapat terhubung ke lebih dari satu perangkat (misalnya beberapa ponsel) untuk kontrol bersama. Fitur ini berprioritas menengah.

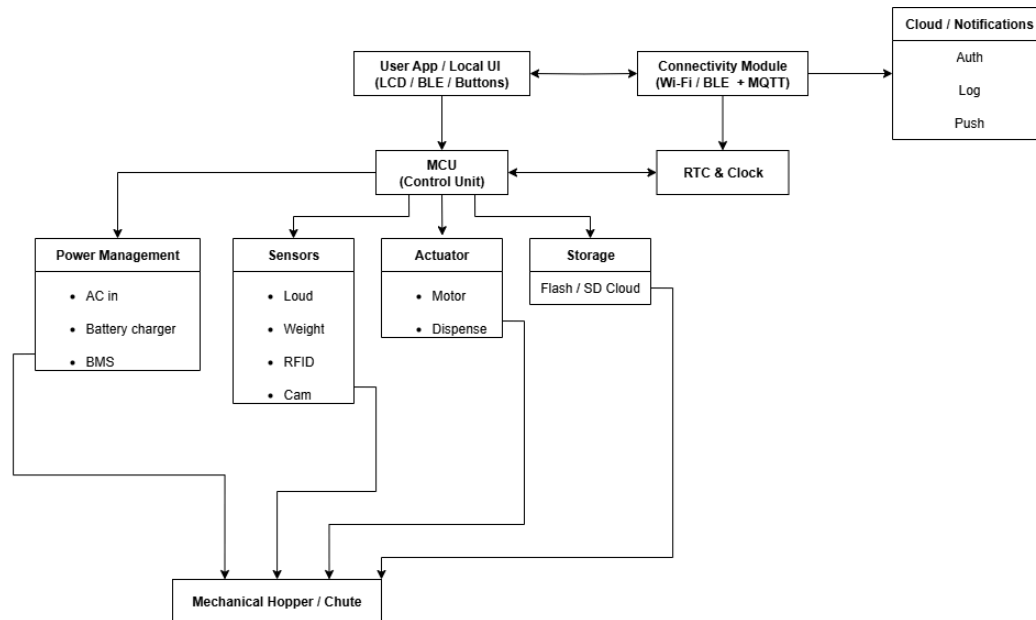
n. Prioritas Makanan dan Catatan Diet Setiap Hewan

Fitur ini memungkinkan pengguna mengatur diet khusus untuk setiap hewan, termasuk porsi tertentu atau larangan jenis makanan tertentu. Sistem akan menolak pemberian jika porsi tidak sesuai atau menampilkan peringatan kepada pengguna. Kebutuhan ini berprioritas menengah, terutama bagi sistem yang digunakan untuk beberapa hewan.

o. Notifikasi Kondisi Kritis

Sistem harus dapat mengirimkan peringatan secara cepat ketika terjadi kondisi darurat seperti pakan habis, kemacetan mekanik, baterai kritis, atau kegagalan identifikasi hewan. Notifikasi harus dikirim dalam waktu kurang dari satu menit setelah kejadian. Fitur ini memiliki prioritas tinggi karena berhubungan dengan keandalan dan responsivitas sistem.

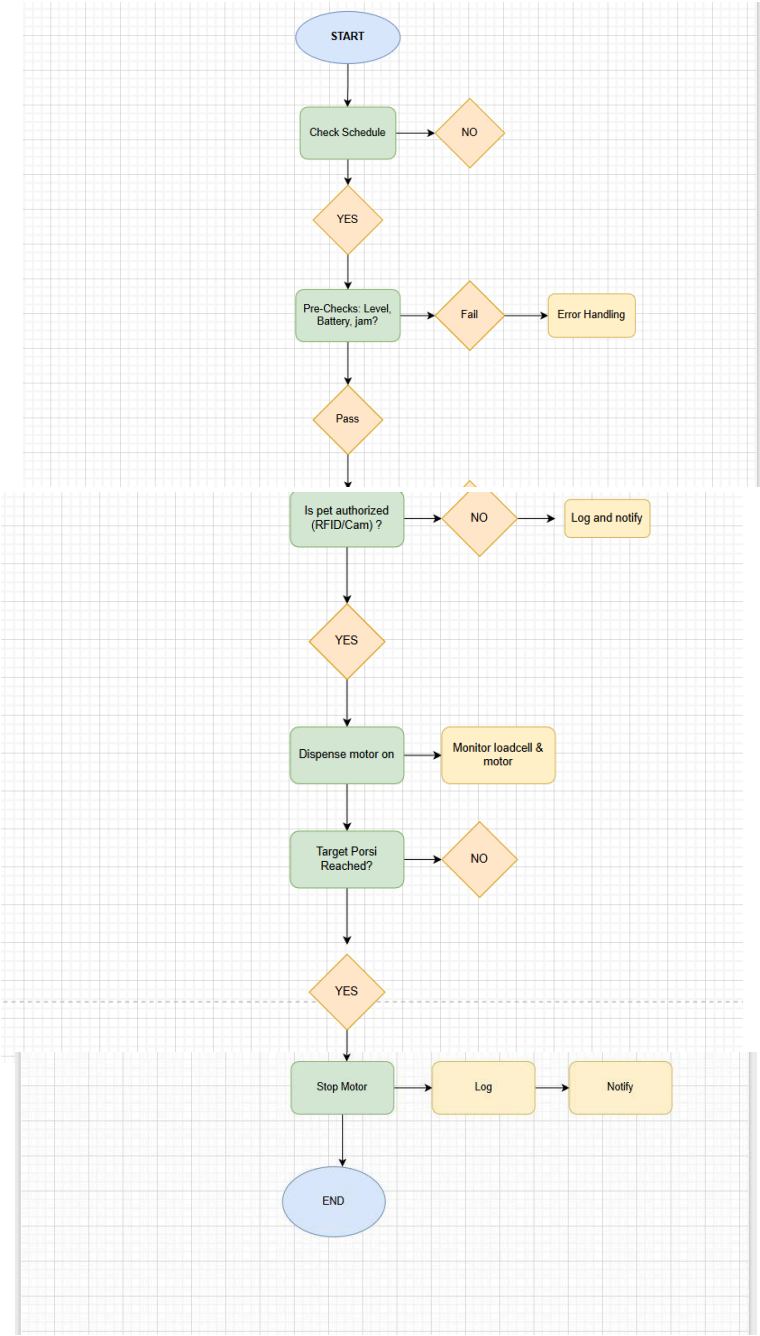
II. FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



PENJELASAN

Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama yang bekerja secara terintegrasi untuk memastikan proses pemberian pakan berjalan efisien dan andal. **Connectivity Module** berperan dalam menangani koneksi nirkabel melalui Wi-Fi atau BLE, serta mendukung protokol komunikasi seperti MQTT atau HTTPS untuk mengirim notifikasi ke cloud dan menerima perintah dari jarak jauh. **MCU** atau **Control Unit** misalnya berbasis ESP32 atau STM32 bertindak sebagai otak sistem yang menjalankan scheduler, mengontrol motor dispenser, membaca sensor, menerapkan logika anti-jam, menyimpan log sementara, dan menangani proses OTA (Over-the-Air update). Untuk menjaga akurasi waktu, terutama saat sistem offline, digunakan **RTC (Real Time Clock)**. Sementara itu, sensor-sensor seperti sensor level hopper (ultrasonik/IR/berat), load cell untuk pengukuran porsi, sensor arus atau encoder pada motor untuk deteksi kemacetan, pembaca RFID, serta kamera kecil opsional untuk pengenalan wajah berfungsi dalam memantau kondisi sistem dan memastikan pakan dikeluarkan dengan tepat. Komponen **Actuator** berupa motor stepper atau DC yang menggerakkan mekanisme auger atau rotary berperan sebagai dispenser pakan, dilengkapi deteksi hambatan melalui arus atau enkoder. Data dari seluruh proses disimpan melalui **Storage** lokal dan cloud, dengan kemampuan sinkronisasi otomatis saat online serta opsi ekspor data dalam format CSV. Dari sisi energi, **Power Management** mengatur suplai daya dari AC maupun baterai dengan sistem **BMS**, mendukung pengisian ulang, safe shutdown, dan prioritas konsumsi daya ketika baterai melemah. Secara fisik, sistem ini dilengkapi **Mechanical Hopper** dan **Chute** dengan desain anti-jam, tray makan yang mudah dibersihkan, serta penutup dengan fitur child-lock untuk menjaga keamanan dan kebersihan perangkat.

III. FUNCTIONAL FLOW DIAGRAM



PENJELASAN

Alur kerja dimulai ketika sistem dihidupkan /*Start*. Mikrokontroler secara periodik melakukan pemeriksaan jadwal makan berdasarkan waktu pada RTC. Jika belum waktunya memberi makan, sistem akan menunggu hingga jadwal berikutnya. Namun, jika waktu pemberian makan sudah tiba, sistem melanjutkan ke tahap berikutnya.

Selanjutnya dilakukan pre-check untuk memastikan semua komponen dalam kondisi baik termasuk level pakan, status baterai, dan fungsi motor. Apabila salah satu pengecekan gagal, sistem langsung masuk ke proses Error Handling untuk mencegah kerusakan atau kesalahan pemberian pakan. Jika semua pemeriksaan lulus, sistem melanjutkan ke tahap identifikasi hewan.

Tahap berikutnya adalah identifikasi hewan peliharaan melalui sensor RFID atau kamera sederhana. Sistem akan memverifikasi apakah hewan yang terdeteksi sudah terdaftar. Bila tidak terdaftar, sistem menolak pemberian pakan, mencatat kejadian ke log, dan mengirim notifikasi kepada pengguna. Jika hewan terverifikasi, proses pemberian pakan dimulai.

Mikrokontroler akan mengaktifkan motor dispenser untuk mengeluarkan pakan ke mangkuk. Selama proses ini, sistem memantau sensor *load cell* dan status motor untuk memastikan porsi yang keluar sesuai dengan pengaturan dan tidak terjadi kemacetan.

Ketika target porsi tercapai, motor otomatis berhenti bekerja. Sistem kemudian mencatat aktivitas ke log termasuk waktu, porsi, dan ID hewan bila tersedia dan mengirim notifikasi sukses kepada pengguna melalui aplikasi atau sistem notifikasi terhubung. Setelah seluruh proses selesai, sistem kembali ke mode standby (*End*) sambil menunggu jadwal makan berikutnya.

IV. MATRIX KEBUTUHAN FUNGSIONAL DENGAN SUB-SYSTEM

No	Kebutuhan Fungsional (singkat)	UI	MCU	Sensors	Actuator	Mechanical	Power	Connectivity	Storage	Safety	Firmware
1	Penjadwalan pemberian	✓	✓					✓	✓		✓
2	Porsi terukur	✓	✓	✓ (load cell)	✓	✓			✓		✓
3	Multi-pet identification	✓	✓	✓ (RFID/cam)				✓	✓		✓
4	Sensor level pakan	✓	✓	✓ (level)		✓		✓	✓		✓
5	Anti-jam		✓	✓ (motor/enc)	✓	✓			✓		✓
6	Control manual & child-lock	✓	✓		✓			✓	✓	✓	✓
7	Connectivity & mode offline	✓	✓				✓	✓ (WiFi/BLE)	✓		✓
8	Battery backup		✓				✓		✓ (state)		✓
9	Keamanan fisik					✓				✓	
10	Pembersihan & modul dilepas					✓				✓	
11	Logging & export	✓	✓					✓	✓		✓
12	OTA update		✓					✓			✓
13	User management	✓	✓					✓	✓		✓
14	Diet per pet	✓	✓					✓	✓		✓
15	Notifikasi kritis	✓	✓	✓			✓	✓	✓		✓

PENJELASAN

Sistem Automatic Pet Feeder dirancang dengan berbagai komponen utama yang saling terhubung dan memiliki fungsi spesifik untuk memastikan proses pemberian pakan hewan berjalan otomatis, aman, dan efisien. Komponen tersebut meliputi UI atau aplikasi, mikrokontroler (MCU), sensor, aktuator dan bagian mekanikal, sistem daya, konektivitas dan penyimpanan data, serta fitur keselamatan. Semua elemen ini bekerja secara terhubung untuk mendukung fungsi otomatisasi serta menjaga keamanan operasional sistem dari pet feeder ini.

Bagian UI atau aplikasi berperan sebagai antarmuka utama antara pengguna dan perangkat. Melalui aplikasi, pengguna dapat melakukan berbagai pengaturan seperti menentukan jadwal pemberian makan, menyesuaikan ukuran porsi pakan, menambah atau menghapus profil hewan peliharaan, serta melakukan pemberian makan manual melalui fitur *override* ketika diperlukan. Selain fungsi pengaturan, aplikasi juga berfungsi untuk menerima notifikasi penting, seperti pengingat pengisian ulang pakan, laporan aktivitas pemberian makan, peringatan ketika baterai lemah, atau adanya gangguan sistem. UI juga dilengkapi fitur *data export* agar pengguna dapat menyimpan riwayat pakan sebagai bahan pemantauan kesehatan hewan secara jangka panjang.

Sementara itu, mikrokontroler (MCU) menjadi pusat kendali utama yang menjalankan logika sistem. MCU bertanggung jawab terhadap pelaksanaan jadwal makan yang telah dikonfigurasi di aplikasi melalui sistem *logic scheduler*. Selain itu, MCU juga mengimplementasikan berbagai aturan keamanan, misalnya memastikan motor dispenser hanya aktif ketika wadah dalam kondisi aman tertutup. Mikrokontroler mengelola komunikasi dua arah antara sensor dan aktuator, memproses sinyal secara real-time, dan memastikan seluruh komponen bekerja secara sinkron. Setiap aktivitas sistem, termasuk keberhasilan pemberian makan atau kesalahan yang terdeteksi, akan dicatat secara otomatis dalam log untuk keperluan monitoring dan sinkronisasi data dengan aplikasi.

Bagian sensor berfungsi untuk memantau kondisi sistem secara akurat. Sensor *loadcell* digunakan untuk mengukur berat pakan yang dikeluarkan agar sesuai dengan porsi yang telah ditentukan. Sensor level berperan untuk memantau stok pakan di hopper, sehingga sistem dapat memberikan peringatan apabila persediaan hampir habis. Selain itu, terdapat sensor *motor encoder* atau sensor arus yang digunakan untuk mendeteksi kondisi macet (*anti-jam*) pada mekanisme pengeluaran pakan. Pada sistem yang lebih canggih, juga dapat dipasang sensor identifikasi seperti RFID atau kamera sederhana untuk mengenali hewan yang mendekat, memastikan hanya hewan yang terdaftar yang akan menerima pakan.

Komponen aktuator dan mekanikal terdiri dari berbagai bagian yang bertanggung jawab dalam proses fisik distribusi pakan. Motor dispenser, baik dengan mekanisme auger maupun rotary, menjadi komponen utama yang mengeluarkan pakan dalam jumlah yang tepat sesuai pengaturan sistem. Hopper atau wadah pakan dirancang dengan sistem anti-macet agar pakan

tidak menggumpal dan tetap mengalir lancar. Selain itu, desain mekanikal dibuat agar mudah dibersihkan tanpa alat khusus (*tool-less cleaning*), menjaga kebersihan wadah dan keamanan makanan hewan secara berkelanjutan.

Dari sisi sistem daya (power system), Automatic Pet Feeder dirancang agar tetap beroperasi meskipun terjadi gangguan listrik. Sistem ini mendukung penggunaan daya AC sebagai sumber utama dan baterai sebagai cadangan, yang dikelola oleh sistem *Battery Management System (BMS)*. Ketika sumber listrik utama terputus, perangkat secara otomatis beralih ke mode baterai agar fungsi utama seperti pemberian makan dan pencatatan log tetap berjalan tanpa gangguan. Selain itu, BMS juga berperan dalam memastikan proses *safe shutdown* ketika baterai mencapai batas kritis agar tidak terjadi kehilangan data atau kerusakan sistem.

Komponen konektivitas dan penyimpanan memungkinkan sistem berkomunikasi dengan pengguna secara lokal maupun jarak jauh. Dukungan koneksi Wi-Fi dan Bluetooth Low Energy (BLE) memungkinkan pengguna mengatur sistem melalui aplikasi serta melakukan sinkronisasi data. Ketika koneksi internet tidak tersedia, perangkat tetap berfungsi secara lokal dan menyimpan seluruh aktivitas ke *local storage* seperti memori flash atau kartu SD. Data tersebut akan disinkronkan kembali ke server atau *cloud* ketika koneksi kembali normal. Cloud juga berfungsi sebagai media *backup* data dan sistem pengiriman notifikasi secara *push* ke perangkat pengguna.

Selanjutnya, fitur keamanan (*safety*) menjadi aspek penting dalam desain sistem ini. Fitur *child-lock* baik secara fisik maupun digital diterapkan untuk mencegah aktivasi sistem secara tidak sengaja oleh anak-anak. Struktur fisik *enclosure* dibuat dengan material yang aman bagi makanan (*food-grade*) serta tahan terhadap gangguan eksternal. Sistem juga memiliki mekanisme otomatis yang mencegah motor dispenser aktif ketika pintu wadah terbuka, sehingga menghindari risiko cedera pada pengguna atau kerusakan komponen mekanik.

Untuk memastikan sistem bekerja sesuai spesifikasi, dilakukan serangkaian acceptance test atau uji penerimaan. Uji pertama adalah uji fungsional, di mana pengguna menetapkan tiga jadwal pemberian makan dan perangkat harus mampu menyalurkan pakan tiga kali sesuai waktu dan porsi dengan toleransi $\pm 5\%$. Selanjutnya dilakukan uji sensor, dengan mengisi hopper hingga tersisa 10% kapasitas untuk memastikan sistem mengirimkan notifikasi pengisian ulang. Uji berikutnya adalah uji *anti-jam*, dengan mensimulasikan motor yang macet; sistem harus mampu mendeteksi gangguan, menjalankan prosedur *reverse* secara otomatis, dan mengirimkan notifikasi. Uji *offline mode* dilakukan dengan memutuskan koneksi Wi-Fi untuk memastikan sistem tetap dapat berjalan menggunakan tombol lokal atau koneksi BLE, dan seluruh aktivitas tetap tersimpan di log. Terakhir, uji daya baterai dilakukan dengan mencabut listrik utama untuk memastikan perangkat dapat beralih ke sumber baterai tanpa kehilangan jadwal atau data yang tersimpan.

Tahapan pengembangan sistem dilakukan melalui roadmap implementasi yang terdiri atas tiga fase utama. Fase pertama atau *Minimum Viable Product (MVP)* difokuskan pada pembuatan fitur inti seperti pengendali jadwal dasar di MCU, mekanisme dispenser motor dengan sensor loadcell, tombol lokal untuk *manual override*, sensor level pakan, serta sistem daya dasar menggunakan AC dan baterai sederhana dengan log aktivitas lokal. Fase kedua berfokus pada penambahan fitur seperti konektivitas Wi-Fi dan BLE, aplikasi mobile sederhana, sistem notifikasi, identifikasi hewan dengan RFID, sensor anti-jam berbasis arus atau encoder, serta penerapan fitur keamanan *child-lock*. Fase ketiga merupakan tahap peningkatan lanjutan, mencakup sinkronisasi data ke cloud, manajemen pengguna, pembaruan firmware secara *Over The Air (OTA)*, pengenalan hewan berbasis kamera, penyempurnaan desain mekanikal yang lebih ergonomis, sertifikasi keamanan pangan, dan peningkatan pengujian untuk memastikan kualitas dan keandalan sistem secara keseluruhan.