

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan hewan laboratorium seperti tikus putih dan mencit memiliki peran sentral dalam pengembangan ilmu kesehatan, biologi, dan farmasi. Dalam pengujian obat-obatan, pemilihan hewan yang sesuai menjadi langkah penting untuk menjamin validitas hasil eksperimen. Namun, proses klasifikasi hewan berdasarkan parameter berat badan masih banyak dilakukan secara manual, membutuhkan keahlian khusus, serta memakan waktu dan berisiko terhadap kesalahan klasifikasi [1].

Teknologi otomasi dengan dukungan sensor load cell memberikan solusi alternatif dalam proses penimbangan hewan. Load cell memungkinkan pengukuran berat badan hewan secara presisi, sedangkan penggunaan sistem mekanis seperti conveyor dan aktuator servo memungkinkan klasifikasi berlangsung otomatis. Meskipun demikian, hasil pembacaan dari load cell sering kali mengalami fluktuasi akibat noise, sehingga diperlukan metode pemrosesan sinyal seperti Kalman Filter untuk meningkatkan kestabilan data [2].

Penerapan Kalman Filter telah terbukti mampu mereduksi noise pada data pembacaan sensor load cell, menghasilkan nilai pengukuran yang lebih stabil dan akurat dalam berbagai platform pengendali sistem [2], [3]. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa teknik filter ini juga efektif dalam aplikasi pengukuran beban pada sistem dinamis dengan hasil yang signifikan terhadap akurasi data [4], [5]. Dalam konteks sistem tertanam (embedded), kombinasi Kalman Filter dan mikrokontroler seperti Arduino Mega terbukti memberikan peningkatan performa dalam pemrosesan sinyal sensorik secara real-time [6].

Sistem klasifikasi otomatis berbasis conveyor telah diuji dalam berbagai kondisi beban bergerak dan menunjukkan bahwa pengukuran massa tetap dapat dilakukan secara andal ketika metode pemrosesan yang tepat digunakan [7], [8]. Selain itu, integrasi protokol komunikasi seperti MQTT pada sistem load cell telah mendukung pemantauan data secara real-time yang penting untuk kebutuhan laboratorium dan industri [9]. Sistem seperti ini juga meningkatkan efisiensi operasional karena memungkinkan kontrol jarak jauh serta dokumentasi otomatis.

Dalam studi lain, sistem otomatis yang dirancang untuk klasifikasi objek ringan berdasarkan berat menunjukkan bahwa penggabungan antara load cell, PLC, dan koneksi IoT mampu menciptakan prototipe yang handal [9]. Hal serupa juga ditemukan dalam penerapan IoT untuk sistem klasifikasi benda dalam dunia manufaktur dan riset, yang menunjukkan efisiensi tinggi dalam monitoring dan kontrol [10]. Tak hanya itu, pendekatan kecerdasan buatan berbasis sistem tertanam (embedded AI) juga mulai

diterapkan untuk mengoptimalkan proses klasifikasi objek dalam sistem otomatis, yang memperkuat arah pengembangan sistem berbasis mikrokontroler cerdas untuk aplikasi klasifikasi hewan [11].

Sistem sortir otomatis berbasis load cell juga terbukti efektif dalam mengklasifikasikan objek berdasarkan kategori berat, yang menegaskan relevansi pendekatan ini untuk diterapkan dalam pengklasifikasian hewan laboratorium [12]. Pada pengujian sistem klasifikasi berat hewan berbasis load cell dan IoT, didapatkan tingkat keberhasilan klasifikasi mencapai 96% dalam 25 kali pengujian, meskipun masih terdapat selisih pengukuran sebesar 0,01–0,5 gram [1]. Hal ini mengindikasikan bahwa, meskipun sistem sudah cukup andal, masih diperlukan penguatan pada sisi akurasi pengukuran untuk menjamin konsistensi hasil klasifikasi.

Berdasarkan kebutuhan tersebut, tugas akhir ini mengembangkan sistem klasifikasi hewan laboratorium berbasis berat badan yang mengintegrasikan sensor load cell dengan Kalman Filter untuk meningkatkan akurasi pengukuran. Sistem juga didukung dengan mekanisme conveyor sebagai penggerak otomatis untuk proses klasifikasi. Klasifikasi dilakukan berdasarkan tiga rentang berat badan, yaitu 3–11 gram, 12–21 gram, dan 22–40 gram. Sistem ini dirancang untuk membantu mempercepat proses klasifikasi hewan laboratorium secara otomatis, sekaligus mengurangi kemungkinan kesalahan dalam pemilihan hewan dan meningkatkan efisiensi kerja peneliti.

1.2 Rumusan Masalah dan Solusi

1. Bagaimana merancang sistem otomasi yang mampu mengukur berat hewan laboratorium secara akurat dengan memanfaatkan sensor *load cell*?

Solusi: Merancang dan mengintegrasikan sensor *load cell* dengan mikrokontroler untuk mendeteksi berat hewan secara real time dan akurat, serta mengkalibrasi sistem agar sesuai dengan rentang berat hewan laboratorium yang umum digunakan.

2. Bagaimana mengurangi fluktuasi data pembacaan berat dari sensor *load cell* akibat *noise* atau gangguan lingkungan?

Solusi: Menerapkan algoritma Kalman filter pada sistem pembacaan data sensor *load cell* guna menyaring *noise* dan menghasilkan estimasi berat yang lebih stabil dan mendekati nilai sebenarnya.

3. Bagaimana membangun sistem klasifikasi otomatis berdasarkan rentang berat hewan yang telah ditentukan?

Solusi: Mengembangkan logika pemrosesan pada mikrokontroler untuk mengelompokkan data berat hewan ke dalam tiga kategori (3–11 gram, 12–21 gram, dan 22–40 gram), serta mengintegrasikan aktuator seperti conveyor dan servo untuk mengarahkan hewan ke jalur yang sesuai.

4. Bagaimana mengimplementasikan sistem klasifikasi berat hewan laboratorium yang terotomatisasi di lingkungan kerja penelitian atau laboratorium?

Solusi: Melakukan integrasi keseluruhan sistem (*load cell*, Kalman filter, kontrol motor, dan aktuator sortir) ke dalam sebuah prototipe yang siap diuji di lingkungan laboratorium dan dapat dimonitor kinerjanya oleh peneliti maupun teknisi.

1.3 Tujuan

1. Merancang dan membangun sistem klasifikasi otomatis hewan laboratorium menggunakan sensor *load cell* untuk mengukur berat hewan secara digital dan presisi.
2. Mengimplementasikan Kalman filter dalam proses pembacaan data dari sensor *load cell* untuk mengurangi fluktuasi akibat *noise* dan meningkatkan kestabilan serta akurasi pengukuran berat.
3. Mendesain sistem mekanik berbasis *conveyor* dan *actuator* servo untuk melakukan pemindahan dan klasifikasi hewan ke dalam tiga kategori berat, yaitu 3–11gram, 12–21gram, dan 22–40gram.
4. Mengintegrasikan seluruh sistem klasifikasi (sensor, filter, mekanik, dan kendali mikrokontroler) menjadi satu sistem otomatis utuh yang mampu melakukan proses klasifikasi tanpa intervensi manual.
5. Melakukan pengujian sistem dalam berbagai skenario operasional, termasuk pengujian akurasi pembacaan berat, efektivitas mekanisme sortir, dan kestabilan sistem saat bekerja dalam waktu tertentu.
6. Berpartisipasi secara langsung dalam proses pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak sistem, termasuk perakitan sensor, penyusunan logika kendali mikrokontroler (Arduino), serta debugging dan optimasi sistem.

1.4 Penjadwalan Kerja

Tabel 1. 1 Penjadwalan Kerja 2024

No	Deskripsi Kerja	Agustus				September				Oktober				November				Desember			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur																				
2	Analisa Kebutuhan Hardware dan <i>software</i>																				
3	Pembuatan kode program																				
4	Perancangan dan implementasi system																				
5	Laporan dan jurnal																				

Tabel 1. 2 Penjadwalan Kerja 2025

No	Deskripsi Kerja	Januari				Febuari				Maret				April				Mei			
		1	2	1	1	2	3	4	2	3	4	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur																				
2	Analisa Kebutuhan Hardware dan software																				
3	Pembuatan kode program																				
4	Perancangan dan implementasi system																				
5	Laporan dan jurnal																				