

Desain 3D dan Implementasi IoT pada Sistem Pemberian Makanan Kucing Otomatis Berbasis Deep Learning

1st Hafiz Muhammad Fadhel
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

hafizfadhel@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Dr. Meta Kallista, S.Si., M.Si.
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

metakallista@telkomuniversity.ac.id

3rd Rifqi Muhammad Fikri, S.T., M.Sc.Eng.
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

rifqimff@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Pemberian pakan kucing secara teratur dan terukur merupakan salah satu faktor penting dalam menjaga kesehatan hewan peliharaan. Namun, banyak pemilik kucing menghadapi kendala dalam mengatur porsi dan jadwal makan secara konsisten karena keterbatasan waktu. Penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem smart feeder berbasis Internet of Things (IoT) yang terintegrasi dengan teknologi deep learning untuk memantau dan mengatur pemberian makanan kucing secara otomatis. Proses perancangan dimulai dengan pembuatan desain 3D perangkat menggunakan kombinasi material akrilik, kayu, dan komponen hasil cetak 3D berbahan PLA. Raspberry Pi 4 digunakan sebagai mikrokontroler utama yang mengendalikan sensor beban untuk pengukuran porsi makanan, kamera untuk deteksi keberadaan kucing, serta aktuator untuk mekanisme distribusi pakan. Sistem IoT memungkinkan pemilik memantau dan mengontrol perangkat melalui aplikasi berbasis web secara real-time. Hasil implementasi menunjukkan bahwa rancangan ini mampu memberikan porsi makanan sesuai pengaturan dan beroperasi secara otomatis sesuai jadwal yang ditentukan. Kesimpulannya, penggabungan desain mekanis, IoT, dan deep learning dapat menghasilkan perangkat pemberian pakan kucing yang efisien, praktis, dan membantu pemilik dalam mengoptimalkan perawatan hewan peliharaan.

Kata kunci — Deep Learning, Internet Of Things, Smart Feeder, Desain 3d, Raspberry Pi 4B, Sensor Beban

I. PENDAHULUAN

Pengaturan porsi dan jadwal makan kucing merupakan aspek penting untuk menjaga kesehatan dan pola makan yang seimbang. Namun, kesibukan dan keterbatasan waktu sering membuat pemilik hewan peliharaan tidak dapat melakukan kontrol secara konsisten. Kemajuan teknologi, khususnya pada Internet of Things (IoT), memungkinkan perangkat dikendalikan dari jarak jauh, sementara deep learning memberikan kemampuan analisis visual seperti identifikasi keberadaan kucing secara otomatis. Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan automatic pet feeder dengan pengaturan waktu, tetapi umumnya masih terbatas pada mekanisme sederhana tanpa integrasi pemantauan berbasis visi komputer. Kondisi ini membuka peluang untuk menghadirkan smart feeder yang mampu mengatur waktu

sekaligus memantau jumlah pakan dengan presisi menggunakan deteksi visual. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun smart feeder dengan desain 3D yang ergonomis serta sistem IoT berbasis deep learning, sehingga memungkinkan pemilik memantau dan mengendalikan pemberian pakan kucing secara otomatis dan real time melalui antarmuka web.

II. KAJIAN TEORI

Menyajikan dan menjelaskan teori-teori yang berkaitan dengan variabel-variabel penelitian. Poin subjudul ditulis dalam abjad.

A. Deep Learning

Dalam pengimplementasian deep learning dalam Smart Pet Feeder ini, kami menggunakan algoritma YOLO karena algoritma ini cocok untuk melakukan identifikasi secara real time dengan menawarkan kecepatan dan akurasi yang cukup baik [1]. Model yang diuji memiliki 13 class dengan 12 class utama yaitu 12 jenis kucing, dan 1 negative dataset kucing moggy atau campuran yang bertujuan penting agar model tidak salah mengidentifikasi sebuah kucing yang tidak termasuk dari ke 12 class pure breed utama[2]. 12 jenis kucing ini adalah Abyssinian, American Shorthair, Bengal, Birman, Bombay, British Shorthair, Egyptian Mau, Maine Coon, Persian, Ragdoll, Russian Blue, Scottish Fold, Siamese, dan Sphynx. Lalu class untuk negative datasetnya adalah kucing moggy atau kucing mix atau campuran.

B. Internet of Things (IoT)

Internet of Things adalah konsep menghubungkan berbagai perangkat fisik ke internet agar dapat saling bertukar data dan dikendalikan secara jarak jauh. IoT memungkinkan pemantauan dan pengendalian sistem smart feeder melalui antarmuka berbasis web secara real time.

C. Smart Feeder

Smart feeder adalah perangkat pemberi pakan otomatis yang dilengkapi teknologi untuk mengatur jadwal, jumlah

pakan, dan pemantauan kondisi hewan. Integrasi IoT dan deep learning pada smart feeder memberikan kemampuan otomatisasi sekaligus deteksi visual.

D. Desain 3D

Desain 3D digunakan untuk memvisualisasikan bentuk dan komponen perangkat sebelum diproduksi. Dalam penelitian ini, desain dilakukan menggunakan perangkat lunak pemodelan 3D untuk memastikan struktur *smart feeder* ergonomis dan sesuai kebutuhan, dengan material seperti akrilik, kayu, dan hasil cetak 3D berbahan PLA.

E. Raspberry Pi 4B

Raspberry Pi 4 memiliki kemampuan komputasi yang sangat baik untuk aplikasi berbasis AI dan machine learning karena didukung oleh prosesor yang lebih kuat dan memori yang cukup besar untuk pemrosesan data secara real-time. Raspberry Pi juga kompatibel dengan berbagai sensor dan perangkat tambahan, termasuk kamera, yang sangat cocok untuk implementasi pengenalan wajah dan pemantauan secara visual. Pada sebuah jurnal oleh Sunardia, Abdul Fadlila, dan Denis Prayogib yang menggunakan Raspberry Pi 4 dengan SVM untuk membuat sebuah model face recognition, membuah hasil akurasi yang cukup tinggi diatas 95% meskipun terkadang terdapat kesulitan mendeteksi wajah[3].

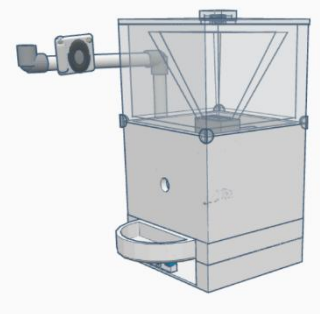
F. Sensor Beban (Load Cell)

Load cell 1 kg adalah sensor beban yang paling umum, ekonomis dan praktik yang digunakan dalam berbagai aplikasi ringan, misalnya timbangan digital kecil, pengukur tekanan, atau proyek DIY seperti Smart Pet Feeder. Sensor ini juga bekerja dengan prinsip perubahan pada resistansi dalam material ketika beban diterapkan. Pada perubahan resistansi tersebut dikonversikan menjadi sinyal analog yang dapat diolah menggunakan modul penguat seperti HX711 agar terbaca oleh mikrokontroler. Load cell ini juga sangat ideal untuk mengukur berat yang sangat presisi, biasanya pada rentang gram, sehingga sangat cocok untuk menimbang porsi makanan hewan dengan akurasi yang sangat tinggi[4].

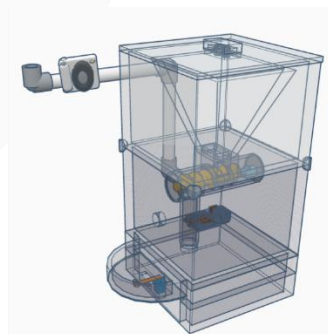
Sistem Smart Pet Feeder ini terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terhubung untuk menjalankan fungsinya. Raspberry Pi 4 bertindak sebagai pusat kendali yang bertujuan untuk mengintegrasikan sensor dan aktuator. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi level ketinggian makanan didalam dispenser, sedangkan sensor load cell, yang terhubung dengan amplifiier HX711, berfungsi mengukur berat makanan yang dikeluarkan. Servo motor 360° digunakan untuk menggerakkan spiral berputar secara perlahan agar makanan yang tersimpan dalam wadah penyimpanan makanan dapat keluar secara perlahan ke tempat wadah makanan kucing , sementara servo motor 180° berfungsi untuk membuka atau menutup wadah makanan kucing.

Kamera yang terhubung ke Raspberry Pi memantau aktivitas hewan peliharaan , termasuk mendeteksi wajah kucing menggunakan teknologi machine learning. Data dari sensor dan kamera diproses oleh mikrokontroler yang digunakan yaitu Raspberry Pi dan dikirimkan ke database melalui koneksi Wi-Fi. Pengguna dapat mengakses informasi ini melalui aplikasi seluler untuk memantau ketersediaan makanan dan mengontrol dispenser secara jarak jauh menggunakan ponsel seluler. Seluruh komponen bekerja secara terintegrasi untuk memastikan sistem berjalan secara otomatis dan efisien.

B. Gambar 3D Desain



GAMBAR 2
(Desain Luar Alat)

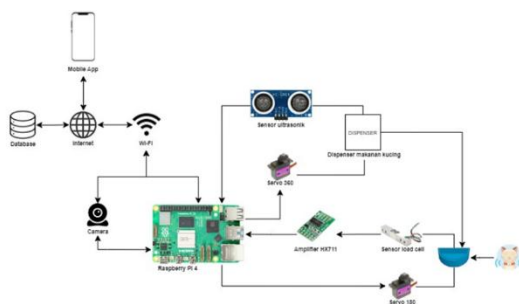


GAMBAR 3
(Desain dalam Alat)

III. METODE

A. Diagram Rancangan Umum Sistem

Berikut merupakan diagram rancangan umum sistem yang akan dibuat untuk sistem “Pemberian Makanan Kucing Otomatis”:



GAMBAR 1
Rancangan Umum Sistem

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan 3D smart feeder yang dibuat berhasil menampung seluruh komponen IoT secara rapi dengan ukuran yang disesuaikan untuk penggunaan yang nyaman. Wadah pakan dan penutup dirancang menggunakan akrilik

transparan agar jumlah pakan dapat terlihat dengan mudah, sementara kerangka utama menggunakan kayu untuk memberikan kekuatan struktur. Beberapa bagian khusus sepertiudukan sensor dan saluran keluaran pakan diproduksi melalui 3D printing berbahan Polylactic Acid (PLA) untuk memperoleh bentuk yang presisi. Hasil uji mekanik menunjukkan perangkat mampu menopang beban pakan hingga 1,5 kg dengan stabilitas yang baik, bahkan saat aktuator bekerja.

Pada aspek IoT, Raspberry Pi 4 terhubung dengan kamera, sensor beban, dan aktuator pengeluaran pakan secara terintegrasi. Sistem dikoneksikan ke jaringan internet, memungkinkan pemilik memantau dan mengendalikan perangkat melalui web interface. Uji koneksi memperlihatkan perintah dari antarmuka web dapat dijalankan dengan rata-rata jeda respon di bawah 1 detik. Sensor beban memberikan pembacaan berat pakan secara real time dengan margin kesalahan sekitar ± 5 gram. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi desain fisik dan sistem IoT telah berfungsi sesuai perencanaan, baik dari segi kekuatan konstruksi maupun respon kendali jarak jauh.

TABEL 1
(Pengujian Berat Makanan 1)

No	Berat yang Diatur di Aplikasi(g)	Berat Sebenarnya(g)	Error(g)	%Error
1	10	9.6	0.4	4.0%
2	11	11.1	0.1	0.91%
3	12	11.6	0.4	3.3%
4	13	13.3	0.3	2.31%
5	14	14.1	0.1	0.71%
6	15	14.9	0.1	0.67%
7	16	15.6	0.4	2.5%
8	17	17.2	0.2	1.18%
7	18	18.3	0.3	1.67%
10	19	19	0	0%
11	20	20	0.0	0.0%
12	21	20.6	0.4	1.9%
13	22	23.1	1.1	5%
14	23	22.4	0.6	2.61%
15	24	23.6	0.4	1.67%
16	25	28	3.0	12.0%
17	26	27.5	1.5	5.77%
18	27	26.9	0.1	0.37%
19	28	28.4	0.4	1.43%
20	29	29.1	0.1	0.34%
21	30	31.2	1.2	4.0%
22	31	32.2	1.2	3.87%
23	32	31.7	0.3	0.94%
24	33	33.5	0.5	1.52%
25	34	34.8	0.8	2.35%
26	35	37.8	2.8	8%
27	36	35.3	0.7	1.94%
28	37	38.2	1.2	3.24%
29	38	38.6	0.6	1.58%
30	39	40.5	1.5	3.85%
31	40	42.1	2.1	5.25%

$$\bar{E} = \frac{\Sigma \%Error}{31} = \frac{84.91}{31} = 2.74\%$$

TABEL 2
(Pengujian Berat Makanan 2)

No	Berat yang Diatur di Aplikasi(g)	Berat Sebenarnya(g)	Error(g)	%Error
1	10	10.5	0.5	5.0%
2	11	10.6	0.4	3.64%
3	12	13.4	1.4	11.67%
4	13	13.7	0.7	5.38%
5	14	14.3	0.3	2.14%
6	15	15.1	0.1	0.67%
7	16	15	1	6.25%
8	17	16	1	5.88%
9	18	16.7	1.3	7.22%
10	19	20.1	1.1	5.79%
11	20	21.3	1.3	6.5%
12	21	21.3	0.3	1.43%
13	22	22.6	0.6	2.73%
14	23	21.6	1.4	6.09%
15	24	25.4	1.4	5.83%
16	25	27.2	2.2	8.8%
17	26	27	1	3.85%
18	27	26.1	0.9	3.33%
19	28	27	1	3.57%
20	29	28.1	0.9	3.1%
21	30	29.0	1.0	3.33%
22	31	30.4	0.6	1.94%
23	32	32.1	0.1	0.31%
24	33	32.8	0.2	0.61%
25	34	33.4	0.6	1.76%
26	35	36.7	1.7	4.86%
27	36	36.3	0.3	0.83%
28	37	35.9	1.1	2.97%
29	38	37.4	0.6	1.58%
30	39	38.6	0.4	1.03%
31	40	41.6	1.6	4.0%

$$\bar{E} = \frac{\Sigma \%Error}{31} = \frac{122.09}{31} = 3.94\%$$

Dari hasil percobaan yang dilakukan, ditemukan bahwa akurasi pengeluaran makanan cukup akurat meskipun terdapat beberapa percobaan yang memiliki %error yang cukup tinggi. Tetapi secara rata-rata perangkat sudah bekerja dengan cukup baik dalam mengatur takaran makanan yang diminta. Dalam percobaan juga ditemukan bahwa perangkat terkadang mengalami kemacetan dalam mengeluarkan makanan yang disebabkan oleh terkumpulnya makanan pada bagian belakang spiral mekanisme pengeluaran makanan sehingga mengganggu berputarnya servo dalam mengeluarkan makanan.

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan pengujian komprehensif terhadap aplikasi, perangkat IoT dan jugamodel deep learning yang sudah dirancang, dapat disimpulkan bahwa solusi yang dirancang sudah memenuhi beberapa poin penting. Fitur utama aplikasi sudah memenuhi rancangan desain yang sudah dirancang di CD sebelumnya, mulai dari penjadwalan, pemantauan, serta menambahkan profil kucing sesuai kucing yang dimiliki. Perangkat IoT juga sudah bekerja seperti rancangan sistem sebelumnya mulai dari HC-SR04, Servo 180, Servo 360, dan juga Load Cell. Dari model deep learning yang dibuat juga sudah berhasil mendeteksi 13 jenis kucing yang umum dijadikan peliharaan oleh masyarakat pada

umumnya. Berdasarkan hasil pengujian, solusi yang dirancang telah menunjukkan fungsionalitas yang baik namun masih memiliki beberapa keterbatasan. Sistem sangat bergantung pada koneksi internet yang stabil untuk menerima perintah dari Firestore dan mengunggah frame kamera untuk live streaming ke aplikasi mobile. Selain itu, sensor ultrasonik HC-SR04 terkadang kesulitan mengukur sisa makanan akibat permukaan makanan yang tidak rata. Desain mekanisme spiral juga belum optimal karena makanan dapat tertahan di belakang spiral, menyebabkan potensi kemacetan. Terakhir, model deteksi jenis kucing mengalami penurunan akurasi pada kondisi pencahayaan rendah, dengan efektivitas deteksi hanya dalam jarak 1 meter saat ruangan gelap. Untuk pengembangan kedepannya, mungkin dapat menyempurnakan konsep mekanisme pengeluaran makanan yang lebih baik daripada spiral yang digunakan dalam perangkat solusi. Selain itu pengimplementasian deep learning juga bisa dikembangkan untuk membantu pembagian makanan yang lebih presisi dengan beberapa profil kucing yang berbeda.

REFERENSI

- [1] J. Terven and D. Cordova-Esparza, "A Comprehensive Review of YOLO Architectures in Computer Vision: From YOLOv1 to YOLOv8 and YOLO-NAS," arXiv preprint arXiv:2304.00501v7 [cs.CV], Feb. 2024. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/2304.00501>
- [2] Michael P. Maloney, Connor W. Coley, Samuel Genheden, Nessa Carson, Paul Helquist, Per-Ola Norrby, and Olaf Wiest The Journal of Organic Chemistry 2023 88 (9), 5239-5241 DOI: 10.1021/acs.joc.3c00844.
- [3] Sunardia, A. Fadlila, and D. Prayogib, "Face Recognition Using Machine Learning Algorithm Based on Raspberry Pi 4b," International Journal of Artificial Intelligence Research, vol. 6, no. 1, pp. 75-82, June 2022. DOI: 10.29099/ijair.v7i1.321.
- [4] Razali, M. K., & Md Lazam, N. A. (2021). Smart Pet Feeder System and Big Data 214 Processing to Predict Pet Food Shortage. Turkish Journal of Computer and Mathematics Education, 12(3), pp. 1858–1865.