

Klik disini untuk menuliskan kategori naskah

Perancangan Kandang Kucing Pintar Berbasis Internet of Things (IoT)

Daris Fauzan Abila¹, Rizaldy Khair²

¹ Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Indonesia

² Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Sistem Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 00 Januari 00
Revisi Akhir: 00 Februari 00
Diterbitkan Online: 00 Maret 00

KATA KUNCI

Kandang Kucing Pintar, Internet of Things (IoT), Pakan Otomatis, Website, Telegram Bot, Esp32

KORESPONDENSI

Phone: +6283176003809
E-mail: darisfauzan24@gmail.com

A B S T R A K

Seiring dengan meningkatnya minat masyarakat dalam memelihara kucing, tantangan dalam merawatnya juga bertambah, terutama bagi pemilik yang memiliki aktivitas padat. Kesulitan tersebut seringkali meliputi kurangnya jadwal pemberian pakan yang teratur, kurangnya hidrasi, dan kebersihan litterbox yang tidak terpantau, yang dapat berdampak negatif pada kesehatan hewan peliharaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah tersebut dengan merancang dan mengimplementasikan sebuah sistem kandang kucing pintar berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini memiliki tiga fitur utama: pemberian pakan otomatis secara terjadwal, otomasi pemberian minum, serta monitoring dan penanganan bau di litterbox. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah prototyping. Sistem dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai unit kendali utama. Untuk subsistem pakan, digunakan motor servo, sensor load cell untuk menakar berat pakan, dan sensor ultrasonik untuk memonitor level pakan. Untuk subsistem minum, digunakan sensor water level dan pompa air mini yang dikendalikan oleh relay. Sementara itu, untuk litterbox, digunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan kucing dan ultrasonic mist maker untuk penanganan bau. Seluruh sistem terintegrasi dengan antarmuka pengguna berupa dashboard berbasis web dan notifikasi melalui aplikasi Telegram, yang memungkinkan pemantauan dan kontrol dari jarak jauh secara real-time. Hasil dari penelitian ini membuktikan bahwa sistem dapat berjalan dengan baik, berhasil mengotomatiskan proses perawatan, dan memberikan kemudahan bagi pemilik kucing.

PENDAHULUAN

Kucing merupakan salah satu hewan peliharaan manusia. Sebagai hewan yang membutuhkan perawatan intensif, kucing tidak hanya memerlukan asupan makanan yang cukup, tetapi juga perhatian dalam hal hidrasi serta kebersihan lingkungan tempat tinggalnya. Pemberian makan kucing yang tidak efektif akan mempengaruhi pola makan hewan peliharaan (Rachmansyah et al., 2022). Perawatan kucing memerlukan perhatian khusus, terutama dalam hal pemberian makan, minum, serta pemantauan kebersihan lingkungan kandang. Pemilik kucing yang memiliki keterbatasan waktu karena kesibukan sehari-hari, sehingga tidak dapat secara rutin memberikan pakan, minuman, ataupun memantau aktivitas kucing di dalam litterbox (Putu et al., 2023).

Pemilik kucing yang sibuk dan beraktivitas di luar rumah dapat berdampak negatif pada kucingnya jika tidak diberi makan dengan cukup, yang dapat menyebabkan pertumbuhan yang tidak optimal dan stres yang cepat (Putri & Darmawan, 2022). Teknologi yang dapat mengendalikan pemberian makan otomatis kandang dari jarak jauh diperlukan untuk mengatasi masalah ini. Pemberian makan hewan peliharaan dari jarak jauh telah digunakan secara efektif dan menghasilkan hasil yang positif.

Selain memberikan pakan kepada kucing. Pemilik perlu memperhatikan juga kebutuhan air minum untuk menjaga kesehatannya tetap baik. Kekurangan asupan air dapat menyebabkan dehidrasi pada kucing. Maka dari itu penting untuk

selalu memantau ketersediaan air minum bagi kucing secara teratur. Di sisi lain, kebersihan tempat buang kotoran juga menjadi fokus utama dalam merawat kucing. Kotak pasir yang tidak sering dibersihkan dapat mengakibatkan ketidaknyamanan bagi kucing karena lingkungan yang kotor.

Teknologi Internet of Things (IoT) telah membuka peluang baru dalam otomatisasi berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam pemeliharaan hewan peliharaan. IoT memungkinkan objek fisik untuk melihat, mendengar, berpikir, dan melakukan pekerjaan dengan membuat mereka berkomunikasi bersama untuk berbagi informasi dan mengoordinasikan keputusan (Canady et al., 2023). Dengan pemanfaatan IoT, sistem dapat dikendalikan dan dipantau secara real-time dari jarak jauh menggunakan perangkat yang terhubung ke internet. Internet of Things (IoT) juga telah digunakan dalam berbagai sektor, termasuk dalam sistem manajemen energi, industri, dan otomatisasi lingkungan.

Dalam perkembangan terbaru, penggunaan ESP32 sebagai mikrokontroler utama semakin luas dalam sistem berbasis IoT karena kemampuannya dalam mengintegrasikan Wi-Fi dan Bluetooth secara efisien. Mikrokontroler ESP32 memungkinkan perangkat IoT untuk terhubung ke internet dan berkomunikasi dengan aplikasi berbasis cloud, sehingga dapat memantau kondisi secara langsung melalui perangkat seluler atau komputer (Hercog et al., 2023).

Berdasarkan berbagai permasalahan yang telah diidentifikasi dan perkembangan teknologi yang ada, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan kandang kucing pintar berbasis Internet of Things (IoT) dengan ESP32. Sistem ini dirancang untuk mencakup beberapa fitur utama, seperti otomatisasi pemberian makan dengan penjadwalan menggunakan network time protocol (NTP), sistem pemberian minum otomatis yang dilengkapi dengan sensor water level, serta pemantauan aktivitas kucing di litterbox menggunakan sensor ultrasonik. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengintegrasikan teknologi Internet of Things (IoT) dalam sistem kandang otomatis agar dapat mengirimkan data secara real-time kepada pemilik kucing mengenai kondisi makanan, minuman, dan serta informasi terkait aktivitas penggunaan litterbox. Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi perawatan kucing dan memberikan kemudahan bagi pemilik kucing yang memiliki keterbatasan waktu atau ketidakhadiran di rumah.

TINJAUAN PUSTAKA

Internet Of Things

Internet of Things (IoT) adalah konsep teknologi yang menghubungkan berbagai objek fisik melalui internet, memungkinkan mereka untuk berkomunikasi, bertukar data, dan melakukan pekerjaan secara otomatis tanpa intervensi manusia secara langsung. IoT merujuk pada jaringan perangkat yang saling terhubung yang memungkinkan objek-objek tersebut untuk bertindak berdasarkan data yang dikumpulkan dan dikirimkan melalui jaringan internet. Dengan Internet of Things (IoT), berbagai perangkat fisik, seperti sensor, peralatan rumah tangga, dan kendaraan, dapat beroperasi secara efisien dengan memanfaatkan internet untuk berbagi informasi dan mengoordinasikan keputusan (Susanto et al., 2022).

Perkembangan Internet of Things (IoT) telah berkembang pesat sejak pertama kali ditemukan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999, yang memperkenalkan konsep ini sebagai cara untuk menghubungkan objek fisik ke internet menggunakan teknologi sensor (Ayuningtyas, 2022). Saat ini, IoT telah merambah berbagai sektor kehidupan manusia, seperti industri, kesehatan, rumah tangga, hingga transportasi. Hal ini memungkinkan terciptanya smart environments di mana perangkat-perangkat fisik bekerja secara otomatis dan saling terhubung, menjadikan hidup lebih efisien dan praktis (Susanto et al., 2022).

Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah chip berbentuk IC (Integrated Circuit) yang berfungsi untuk menerima sinyal input, mengolahnya, dan menghasilkan sinyal output sesuai dengan instruksi program yang telah diberikan. Secara umum, mikrokontroler dapat dianggap sebagai otak dari suatu perangkat, yang memiliki kemampuan untuk berinteraksi dengan lingkungan di sekitarnya. Mikrokontroler terdiri dari beberapa komponen utama, seperti CPU, memori (RAM dan ROM), serta perangkat input dan output yang dapat diprogram (Qureshi, 2024).

Mikrokontroler banyak digunakan dalam berbagai aplikasi yang membutuhkan kontrol otomatis, seperti pada sistem kontrol mesin kendaraan, peralatan medis, remote control, perangkat elektronik, mainan, serta berbagai perangkat lain yang menggunakan sistem tertanam (embedded system). Sebagai sirkuit terpadu, mikrokontroler didesain untuk

melaksanakan fungsi tertentu sesuai dengan program yang terpasang, memungkinkan perangkat untuk menjalankan tugas secara otonom dan efisien (Makarim et al., 2022).

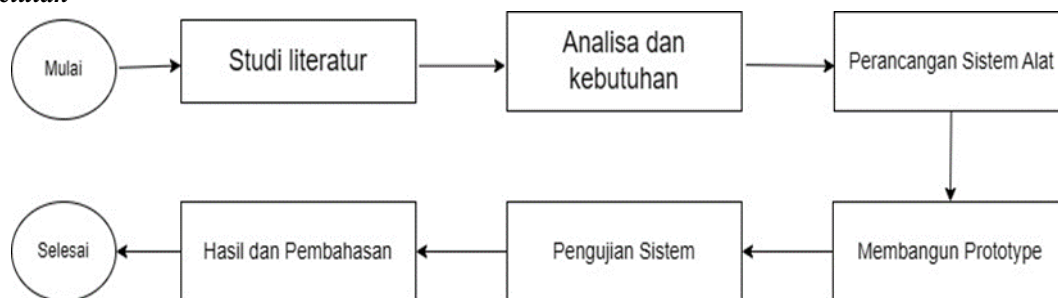
Sensor

Sensor adalah perangkat yang berfungsi untuk mengubah suatu besaran fisik menjadi sinyal listrik yang dapat diproses lebih lanjut. Dalam berbagai aplikasi, sensor digunakan untuk mendeteksi fenomena fisik seperti suhu, kelembaban udara, tekanan, dan kualitas gas yang ada di lingkungan sekitar. Sistem sensor yang terintegrasi memungkinkan kita untuk memantau dan mengukur perubahan dalam lingkungan secara real-time, yang sangat penting dalam berbagai teknologi, termasuk Internet of Things (Gunadi & Rachmawati, 2022).

Sensor bekerja dengan mengubah suatu besaran fisik, seperti suhu, cahaya, tekanan, atau posisi, menjadi sinyal listrik yang dapat diukur dan diproses lebih lanjut oleh sistem. Pada dasarnya, prinsip kerja sensor melibatkan deteksi perubahan dalam suatu parameter fisik yang terjadi di lingkungan sekitar. Sensor berfungsi untuk mendeteksi perubahan ini dengan mengukur respons material atau elemen tertentu terhadap perubahan tersebut. Sebagian sensor menggunakan perubahan resistansi, yang terjadi ketika elemen sensor bereaksi terhadap faktor fisik seperti suhu atau cahaya.. Prinsip dasar ini memungkinkan sensor untuk digunakan dalam berbagai sistem yang mengandalkan pengukuran dan pemantauan otomatis, seperti pada sistem kendali atau pengawasan berbasis IoT (Yeong et al., 2021).

METODOLOGI

Alur Penelitian



Gambar 1. Alur Penelitian

Pada gambar 1 menjelaskan dimulainya alur penelitian ini dilakukan dengan pendekatan studi literatur, yang bertujuan untuk mengumpulkan dan menganalisis berbagai teori yang terdapat dalam buku, jurnal ilmiah, serta sumber pustaka lainnya yang memiliki relevansi dengan topik penelitian, yaitu mengenai sistem kandang kucing pintar yang memanfaatkan ESP32. Studi ini mencakup konsep Internet of Things (IoT), mikrokontroler, berbagai jenis sensor yang akan digunakan.

Setelah itu dilanjutkan dengan menganalisa dan kebutuhan. Pada tahap ini, proses pengumpulan data dilakukan melalui riset awal yang dilanjutkan dengan observasi terhadap pemilik kucing. Observasi tersebut bertujuan untuk menganalisis permasalahan yang timbul dalam merawat kucing, khususnya ketika pemilik memiliki keterbatasan waktu. Berdasarkan analisis tersebut, didefinisikan kebutuhan fungsional sistem yang akan dirancang, meliputi fitur pemberian pakan terjadwal, pemberian minum otomatis, pemantauan aktivitas litter box, dan kemampuan monitoring real-time melalui dashboard website, sesuai dengan batasan masalah yang ditetapkan.

Proses selanjutnya setelah kebutuhan terpenuhi dilakukan perancangan sistem dan perangkat dalam menerapkan konsep Internet of Things pada Kandang Kucing Pintar berbasis mikrokontroler ESP32. Pada tahapan ini dilakukan dalam menyusun rencana dan menggambarkan desain dari sistem kandang kucing pintar yang akan dibangun. Proses perancangan dimulai dengan pembuatan flowchart yang menggambarkan alur proses secara keseluruhan, untuk memberikan gambaran visual mengenai bagaimana sistem tersebut bekerja. Selain itu, skema alur kerja yang berfungsi untuk menggambarkan hubungan antar elemen-elemen yang ada dalam sistem.

Dalam tahap pembuatan prototipe, perancangan sistem disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Prototipe yang dibangun mencakup tiga fitur utama, yaitu pemberian pakan secara terjadwal, otomatisasi penyediaan air minum, serta pemantauan

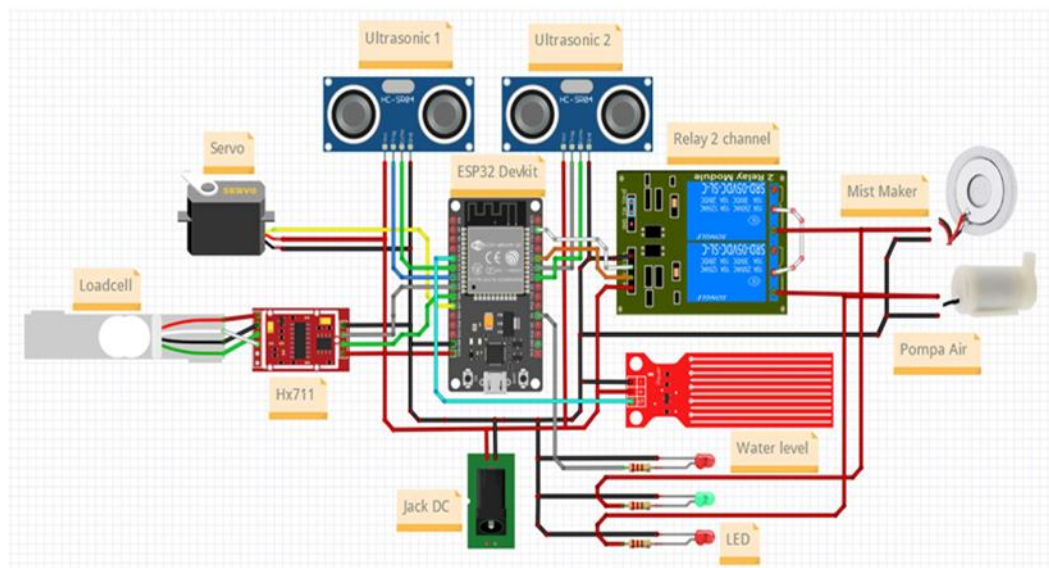
dan penanganan bau pada litterbox. Setiap fitur didukung oleh sejumlah perangkat seperti mikrokontroler ESP32, servo, sensor ultrasonik HC-SR04, load cell, sensor water level, diffuser, pompa air mini, dan relay. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan pengendali jarak jauh yang dapat diakses melalui dashboard website, sehingga pengguna dapat mengontrol kandang secara efisien.

Setelah perancangan dan pembuatan prototipe alat telah selesai dilakukan, maka dilakukan lah tahap pengujian. Pengujian sistem dilakukan dengan cara menguji setiap sensor dan komponen lainnya untuk memastikan bahwa hasil yang diperoleh sesuai dengan kinerja maksimal dari sistem yang telah dirancang dan dibangun. Secara keseluruhan, tujuan utama dari pengujian sistem ini adalah untuk meningkatkan kualitas serta keandalan sistem, sekaligus memastikan bahwa sistem yang dikembangkan dapat memenuhi kebutuhan dan harapan pengguna dengan optimal.

Data dan temuan yang diperoleh dari tahap pengujian sistem dikumpulkan, dianalisis, dan disajikan secara sistematis. Pada tahap ini, dilakukan pembahasan mengenai hasil pengujian, mengevaluasi keberhasilan sistem dalam menjawab rumusan masalah, mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan sistem yang dibangun.

Perancangan Rangkaian Alat

Tahap perancangan rangkaian alat merupakan visualisasi dari arsitektur sistem yang telah dirancang. Rangkaian ini mengintegrasikan seluruh komponen perangkat keras yang dibutuhkan untuk ketiga fitur utama, sistem pakan, sistem minum, serta sistem monitoring dan penanganan bau litterbox ke dalam satu unit kontrol terpusat menggunakan mikrokontroler ESP32. Diagram rangkaian keseluruhan dari sistem dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Keseluruhan Sistem

Pada gambar 2. dapat dilihat berdasarkan keterangan berikut:

1. Sensor ultrasonik terhubung dengan ESP32 dengan 4 pin yaitu Vcc, Gnd, Pin Trig terhubung pada pin D33, dan Pin ECHO terhubung dengan Pin D32. Sensor ultrasonik ini berfungsi untuk mengukur ketinggian pakan pada wadah penampungan pakan.
2. Sensor loadcell terhubung dengan ke modul HX711 dengan 4 pin yaitu kabel merah terhubung ke pin E+, kabel hitam terhubung ke pin E-, kabel hijau terhubung ke pin A+ dan kabel putih terhubung ke pin A-. Sensor load cell berfungsi untuk mengukur berat pada wadah pakan yang telah ditentukan oleh sistem.
3. Modul HX711 terhubung dengan ESP32 dengan 4 pin yaitu Vcc, Gnd, pin CLK terhubung ke pin D26 dan pin DT terhubung ke pin D25. Modul HX711 ini berfungsi sebagai penguat data yang dihasilkan oleh sensor loadcell.
4. Motor servo terhubung dengan ESP32 dengan 3 pin yaitu Vcc, Gnd dan pin data terhubung ke pin D27. Motor servo berfungsi sebagai penggerak buka tutup pada katup penampungan pakan.
5. Sensor water level terhubung dengan ESP32 dengan 3 pin yaitu Vcc, Gnd dan pin sinyal terhubung pada pin D4. Sensor ini berfungsi sebagai mendeteksi ketinggian air pada wadah minum.
6. Relay terhubung dengan ESP32 dengan 3 pin yaitu Vcc, Gnd dan pin In terhubung pada pin D13. Relay berfungsi sebagai menyambungkan atau memutuskan arus dan menghidupkan pompa air mini.

7. Pompa air mini terhubung ke relay dengan 1 pin yaitu kabel hitam ke terminal COM dan terminal NO terhubung ke Gnd. Pompa air mini ini berfungsi sebagai mengalirkan air dari penampungan ke wadah minum.
8. Sensor ultrasonic terhubung dengan ESP32 yaitu dengan 4 pin yaitu Vcc, Gnd, Pin Trig terhubung pada pin D19, dan pin Echo terhubung pada pin D18. Sensor ultrasonic berfungsi sebagai mendeteksi keberadaan kucing dalam litterbox.
9. Relay terhubung dengan ESP32 dengan 3 pin yaitu Vcc, Gnd dan pin In terhubung pada pin D21. Relay berfungsi sebagai menyambungkan atau memutuskan arus dan menghidupkan ultrasonic mist maker sebagai diffuser.
10. Ultrasonic mist maker terhubung ke relay dengan 1 pin yaitu kabel hitam ke terminal COM dan terminal NO terhubung ke Gnd. Ultrasonic mist maker berfungsi sebagai diffuser yang mengeluarkan uap air untuk sebagai upaya mengurangi bau sekitar area litterbox.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil implementasi ini mencakup visualisasi fisik prototipe, deskripsi detail konektivitas antar komponen, serta demonstrasi antarmuka pengguna yang menjadi jembatan interaksi antara pemilik kucing dan sistem yang dibangun. Dengan demikian, bab ini akan memaparkan secara terperinci bagaimana konsep perancangan dapat diwujudkan dalam sebuah sistem yang siap untuk diuji.

Implementasi Perangkat Keras (Hardware)

Perancangan perangkat keras merupakan realisasi fisik dari diagram rangkaian yang telah disusun pada metode. Pada tahap ini, semua komponen elektronik dirakit dan diintegrasikan ke dalam satu unit kontrol terpusat menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai otak sistem. Prototipe kandang kucing pintar ini dibagi menjadi tiga subsistem utama, yaitu sistem pakan, sistem minum, dan sistem monitoring litterbox. Keseluruhan rangkaian dipasang pada sebuah breadboard dan disuplai daya melalui power adaptor USB. Berikut adalah deskripsi detail dari setiap subsistem:

1. Sistem Pemberian Pakan

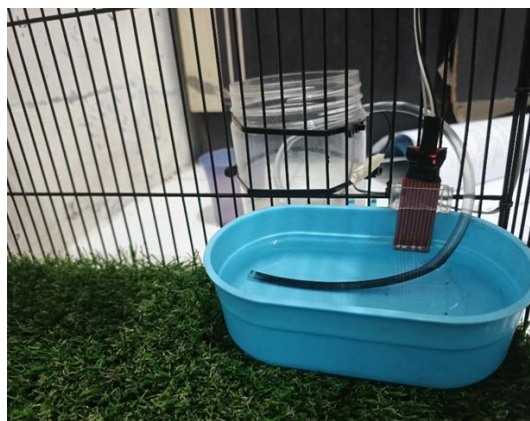
Sistem pakan diimplementasikan dengan menggabungkan sensor ultrasonik, modul load cell HX711, dan motor servo. Sebuah sensor ultrasonik (Ultrasonic 1) ditempatkan di bagian atas tabung pakan untuk mengukur ketinggian pakan. Untuk menimbang takaran pakan, digunakan load cell yang terpasang di bawah mangkuk pakan. Mekanisme pembuka dan penutup katup pakan digerakkan oleh sebuah motor servo. Gambar 3 menunjukkan implementasi fisik dari sistem pemberian pakan otomatis yang terintegrasi dengan wadah dan tabung pakan di dalam kandang.



Gambar 3. Implementasi Sistem Pemberian Pakan

2. Sistem Minum

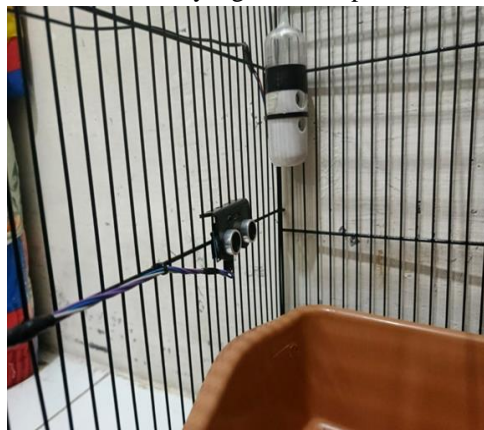
Subsistem otomasi minum berfungsi untuk menjaga ketersediaan air bersih di wadah minum kucing secara otomatis. Sistem ini diimplementasikan dengan memadukan sensor water level sebagai input, serta pompa air mini dan relay sebagai aktuator. Sensor water level dipasang di dalam wadah minum untuk mendeteksi ketinggian air. Ketika level air terdeteksi rendah, mikrokontroler akan mengaktifkan relay, yang kemudian menyalakan pompa air mini. Pompa ini akan mengalirkan air dari tangki penampungan utama ke wadah minum hingga level air mencapai batas yang ditentukan, lalu secara otomatis dimatikan. Gambar 4. menunjukkan implementasi fisik dari sistem ini.



Gambar 4. Implementasi Sistem Otomasi Minum

3. Sistem Monitoring dan Penanganan Bau Litterbox

Subsistem ini dirancang untuk memantau aktivitas kucing di area litterbox dan secara proaktif menangani masalah bau yang muncul. Implementasinya melibatkan sensor ultrasonik dan ultrasonic mist maker yang dikendalikan oleh relay. Sensor ultrasonik diposisikan di atas litterbox untuk mendeteksi keberadaan kucing saat menggunakan area tersebut. Setelah kucing meninggalkan area dan jeda waktu yang telah ditentukan terpenuhi, mikrokontroler akan mengaktifkan relay untuk menyalakan ultrasonic mist maker. Perangkat ini akan mengeluarkan uap halus yang mengandung cairan anti bau, membantu menjaga kebersihan dan kenyamanan lingkungan kandang. Gambar 4.3 menampilkan implementasi fisik dari subsistem ini, yang berfokus pada kesehatan dan kenyamanan kucing.



Gambar 5. Implementasi Sistem Monitoring dan Penanganan Bau Litterbox

4. Integrasi Keseluruhan Sistem Perangkat Keras

Setelah setiap subsistem dirakit dan diuji secara terpisah, langkah selanjutnya adalah mengintegrasikannya ke dalam satu unit kandang kucing pintar.



Gambar 6. Kandang Kucing Pintar Dengan Sistem Terintegrasi

Gambar 6 memperlihatkan tampilan fisik keseluruhan prototipe kandang kucing pintar yang telah dilengkapi dengan sistem pemberian pakan otomatis, sistem otomasi minum, serta sistem monitoring dan penanganan bau litterbox. Penempatan setiap komponen dipertimbangkan untuk fungsionalitas yang optimal dan kenyamanan kucing.

Pengujian Kinerja Sistem IoT

Pengujian ini dilakukan untuk menganalisis performa sistem secara keseluruhan, berfokus pada aspek konektivitas dan respons waktu (latency). Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa sistem dapat beroperasi dengan stabil, merespons perintah dengan cepat, dan mengirimkan notifikasi secara andal melalui jaringan internet.

1. Uji Waktu Respon (Latency)

Pengujian ini mengukur waktu tunda (delay) yang dibutuhkan sistem untuk menanggapi sebuah perintah dari dashboard atau mengirimkan notifikasi. Waktu diukur dari saat perintah dikirimkan hingga aksi fisik terjadi atau notifikasi diterima di Telegram. Hasil pengujian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Waktu Respon (Latency)

No	Perintah/Aktivitas	Waktu Respon (detik)
1	Beri Pakan Manual (Dashboard ke Servo)	1.7
2	Isi Minum Manual (Dashboard ke Pompa)	2.1
3	Semprot Manual (Dashboard ke Mist Maker)	1.9
4	Notifikasi Pemberian Pakan (Sistem ke Telegram)	2.9
5	Notifikasi Kucing Terdeteksi (Sistem ke Telegram)	2.8
6	Notifikasi Tandon Air Habis (Sistem ke Telegram)	3.5

Berdasarkan Tabel 1, dapat dianalisis bahwa rata-rata waktu respons sistem berada di kisaran 2 hingga 4 detik. Waktu tunda ini masih dalam batas wajar untuk aplikasi IoT dan tidak mengganggu fungsionalitas sistem. Keterlambatan respons ini dipengaruhi oleh faktor jaringan internet dan proses komunikasi data melalui protokol MQTT.

Pembahasan Hasil

Berdasarkan seluruh rangkaian pengujian yang telah dilakukan, prototipe kandang kucing pintar ini terbukti berfungsi dengan baik dan andal sesuai dengan tujuan perancangan. Dalam pengujian sistem pakan, mekanisme penjadwalan otomatis menggunakan Network Time Protocol (NTP) berhasil mengeksekusi pemberian pakan pada waktu yang telah ditetapkan dengan akurasi tinggi, yaitu dengan selisih waktu rata-rata hanya dalam hitungan detik. Di samping itu, fungsionalitas penakaran pakan dengan sensor load cell juga berhasil, di mana meskipun terdapat tingkat kesalahan (error) rata-rata sebesar 10.5%, sistem secara konsisten berhasil memberikan porsi pakan di atas takaran minimum yang ditargetkan, memastikan kebutuhan nutrisi kucing selalu terpenuhi.

Pada subsistem minum, sistem otomasi pengisian air bekerja secara efektif. Sensor water level berhasil mendeteksi kondisi air rendah dan mengaktifkan pompa secara otomatis, dan mematikannya kembali saat level air sudah cukup. Mekanisme pengaman juga berfungsi dengan baik, di mana sistem berhasil mengirimkan notifikasi kritis dan mematikan pompa saat tandon air utama terdeteksi kosong. Sementara itu, pada subsistem litterbox, sensor ultrasonik terbukti akurat dalam mendeteksi keberadaan kucing berdasarkan ambang batas jarak 21 cm, dan berhasil memicu notifikasi ke Telegram. Fitur penanganan bau otomatis juga berfungsi sesuai logika, di mana ultrasonic mist maker menyemprotkan pengharum setelah kucing meninggalkan area dan periode waktu tunggu terpenuhi.

Secara keseluruhan, integrasi Internet of Things (IoT) pada sistem ini berjalan dengan efektif. Sistem menunjukkan waktu respons (latency) yang cepat, rata-rata sekitar 2-4 detik, untuk setiap perintah dari dashboard website dan pengiriman notifikasi ke Telegram. Hal ini memvalidasi bahwa sistem dapat dikontrol dan dimonitoring secara real-time dari jarak jauh, sehingga berhasil menjawab semua rumusan masalah dan mencapai tujuan penelitian yang telah ditetapkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem kandang kucing pintar, dapat ditarik beberapa kesimpulan utama sebagai berikut: Sistem berhasil diimplementasikan sesuai dengan rancangan. Fungsionalitas pemberian pakan otomatis, otomasi minum, serta monitoring dan penanganan bau di litterbox telah terintegrasi dengan baik dan berfungsi sesuai dengan logika yang diprogram. Pengujian fungsionalitas sistem pakan menunjukkan akurasi yang tinggi. Sistem berhasil menjalankan penjadwalan pakan secara otomatis menggunakan Network Time Protocol (NTP) dengan selisih waktu yang sangat minim. Akurasi takaran pakan menggunakan sensor load cell juga berada dalam batas toleransi yang dapat diterima, memastikan porsi pakan terpenuhi. Sistem otomasi minum berfungsi dengan efektif. Sensor water level berhasil mendeteksi kondisi air rendah dan memicu pengisian air secara otomatis. Mekanisme pengaman untuk notifikasi tandon air habis juga bekerja dengan andal, mengirimkan peringatan kritis saat terdeteksi kondisi kosong. Fungsionalitas monitoring dan penanganan bau pada litterbox berjalan dengan baik. Sensor ultrasonik terbukti mampu mendeteksi keberadaan kucing dan memicu notifikasi. Selain itu, ultrasonic mist maker berhasil diaktifkan secara otomatis setelah kucing meninggalkan area, membantu menjaga kebersihan lingkungan kandang. Sistem IoT yang dibangun menunjukkan kinerja yang stabil. Interaksi melalui dashboard website dan notifikasi Telegram memiliki waktu respons yang cepat dan andal, membuktikan bahwa sistem dapat dikendalikan dan dimonitoring secara real-time dari jarak jauh.

DAFTAR PUSTAKA

Referensi Cetak:

Buku

- [1] Indah Purnama Sari. Algoritma dan Pemrograman. Medan: UMSU Press, 2023, pp. 290.
- [2] Indah Purnama Sari. Buku Ajar Pemrograman Internet Dasar. Medan: UMSU Press, 2022, pp. 300.
- [3] Indah Purnama Sari. Buku Ajar Rekayasa Perangkat Lunak. Medan: UMSU Press, 2021, pp. 228.
- [4] Janner Simarmata Arsan Kumala Jaya, Syarifah Fitrah Ramadhani, Niel Ananto, Abdul Karim, Betrisandi, Muhammad Ilham Alhari, Cucut Susanto, Suardinata, Indah Purnama Sari, Edson Yahuda Putra. Komputer dan Masyarakat. Medan: Yayasan Kita Menulis, 2024, pp.162.
- [5] Mahdianta Pandia, Indah Purnama Sari, Alexander Wirapraja Fergie Joanda Kaunang, Syarifah Fitrah Ramadhani Stenly Richard Pungus, Sudirman, Suardinata Jimmy Herawan Moedjahedy, Elly Warni, Debby Erce Sondakh. Pengantar Bahasa Pemrograman Python. Medan : Yayasan Kita Menulis, 2024, pp.180
- [6] Zelvi Gustiana Arif Dwinanto, Indah Purnama Sari, Janner Simarmata Mahdianta Pandia, Supriadi Syam, Semmy Wellem Taju Fitrah Eka Susilawati, Asmah Akhriana, Rolly Junius Lontaan Fergie Joanda Kaunang. Perkembangan Teknologi Informatika. Medan: Yayasan Kita Menulis, 2024, pp.158
- [7] Muharman Lubis Ilham Firman Ashari, Debby Erce Sondakh, Rahmawati Rolly Junius Lontaan, Mustarum Musaruddin Indah Purnama Sari, Muh. Nadzirin Anshari Nur, Hanalde Andre Muh. Rais, Janner Simarmata. Internet of Things (IoT) Dan Multimedia: Integrasi Dan Aplikasi. Medan: Yayasan Kita Menulis, 2024, pp.182

Jurnal

- [8] Ariyanti, Y. R. (2023). Sistem Monitoring Kelembaban Dan Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Hias Lidah Mertua (Sansivera) Berbasis Iot Yusrina.
- [9] Ayuningtyas, A. A. (2022). Penerapan Internet Of Things (Iot) Dalam Upaya Mewujudkan Perpustakaan Digital Di Era Society 5.0.
- [10] Canady, R., Danendra, D. R., Indrawan, V. M., & Rochadiani, T. H. (2023). Rancang Bangun Alat Pemberi Makan Hewan Peliharaan Pintar Menggunakan Mikrokontroler ESP32 Berbasis Internet of Things (IoT) dengan Platform Blynk. In Jurnal Teknik Informatika Unis (Vol. 11, Issue 2).
- [11] Fatahillah Murad, R., Almasir, G., Ronald Harahap, C., Komputer, T., Ratu, L., & Lampung, B. (2022). Pendeteksi Gas Amonia Untuk Pembesaran Anak Ayam Pada Box Kandang Menggunakan Mq-135. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali Dan Listrik, 3(1). <https://doi.org/10.33365/jimel.v1i1>

- [12]Febryanto, Y., Radillah, T., & Ameliza, K. (2022). Perancangan Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis Dengan Rtc Ds3231 Berbasis Microcontroller Arduino Uno. *Indonesia Journal of Computer Science*, 11.
- [13]Fernanda, M. I., & Wildian. (2023). Rancang Bangun Mesin Desinfeksi Kabut Otomatis untuk Menghemat Air. 12(2), 304–310. <https://doi.org/10.25077/jfu.12.2.304-310.2023>
- [14]Gunadi, I. G. A., & Rachmawati, D. O. (2022). Review Penggunaan Sensor Pada Aplikasi IOT. *Wahana Matematika Dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, Dan Pembelajarannya*, 16(3), 1858–0629. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JPM/article/view/51037>
- [15]Sari, I.P., Al-Khowarizmi,A.K., Apdilah, D., Manurung, A.A., & Basri, M. (2023). Perancangan Sistem Pengaturan Suhu Ruangan Otomatis Berbasis Hardware Mikrokontroler Berbasis AVR. *sudo Jurnal Teknik Informatika 2* (3), 131-142
- [16]Wardani., S, & Dewantoro., RW. (2024). Internet of Things: Home Security System based on Raspberry Pi and Telegram Messenger. *Indonesian Journal of Applied Technology, Computer and Science 1* (1), 7-13
- [17]Sari, I.P., Al-Khowarizmi, A.K., Hariani, P.P., Perdana, A., & Manurung, A.A. (2023). Implementation And Design of Security System On Motorcycle Vehicles Using Raspberry Pi3-Based GPS Tracker And Facedetection. *Sinkron: jurnal dan penelitian teknik informatika 8* (3), 2003-2007
- [18]Hercog, D., Lerher, T., Truntič, M., & Težak, O. (2023). Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices. *Sensors*, 23(15). <https://doi.org/10.3390/s23156739>
- [19]Huseng, R. (2024). Skripsi Rancang Bangun Sistem Pemberian Pakan Dan Pemantauan Kualitas Air Tambak Udang Berbasis Iot Menggunakan Algoritma Fuzzy Logic Design And Construction Of Iot-Based Shrimp Pond Feeding And Water Quality Monitoring System Using Fuzzy Logic Algorithm.
- [20]Kurniawan, S., Halim, D. K., Dicky, H., & Tang, C. M. (2020). Multicore Development Environment For Embedded Processor In Arduino IDE. *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 18(2), 870–878. <https://doi.org/10.12928/TELKOMNIKA.V18I2.14873>
- [21]Majid, A., Androva, A., & Mukhtar, A. (2023). Rancang Bangun Instrumentasi Load Cell Strain Gauge Half Bridge pada Dynamometer Prony Brake dengan Sistem Monitoring LCD 16x4 Display Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Cross-Border*, 6(2), 834–842.
- [22]Sari, I.P., Basri, M., Ramadhani, F., & Manurung, A.A. (2023). Penerapan Palang Pintu Otomatis Jarak Jauh Berbasis RFID di Perumahan. *Blend Sains Jurnal Teknik 2* (1), 16-25
- [23]Sari, I.P., & Batubara, I.H. (2020). Aplikasi Berbasis Teknologi Raspberry Pi Dalam Manajemen Kehadiran Siswa Berbasis Pengenalan Wajah. *JMP-DMT 1* (4), 6
- [24]Makarim, M. F., Nurmuslimah, S., Danang, D., Sulaksono, H., Adhi, I. T., & Surabaya, T. (2022). Sistem Kontrol Otomatis Penyemprotan Pestisida Pada Lahan Pertanian Padi Menggunakan Mikrokontroler Arduino Berbasis Internet of Things.
- [25]Mukhtar, A., Hermana, R., Burhanudin, A., & Setyoadi, Y. (2023). Sensor Dan Aktuator: Konsep Dasar Dan Aplikasi. *Cv Widina Media Utama*, 1.
- [26]Ngitung, R. (2021). Karakteristik Perilaku Kucing Domestik. *Sainsmat : Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan Alam*, 10(1), 78. <https://doi.org/10.35580/sainsmat101362152021>
- [27]Nurul Fitri, A., & Yendri, D. (2023). Rancang Bangun Pelembab Udara Ruangan (Humidifier) berbasis Mikrokontroler. *CHIPSET*, 4(01), 61–70. <https://doi.org/10.25077/chipset.4.01.61-70.2023>
- [28]Puspitorini, I., & Sintawati, I. D. (2021). Penerapan Data Mining Untuk Klasifikasi Prediksi Produk Jenis Makanan Kucing Yang Sesuai Kebutuhan Dengan Algoritma Decision Tree (ID3). *Akrab Juara*, 75(17), 399–405.
- [29]Putu, L., Dewi, A. C., Ketut, I., Arthana, R., & Setemen, K. (2023). Rancang Bangun Alat Pakan Kucing Dengan Menggunakan Mikrokontroler Berbasis Internet Of Things (Iot). *Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika (KARMAPATI)*, 12(3).
- [30]Qureshi, M. H. R. A. (2024). Microcontrollers.
- [31]Rachmansyah, A., Satra, R., & Mude, M. A. (2022). Buletin Sistem Informasi dan Teknologi Islam Perancangan Alat Pemberi Makan dan Monitoring Sisa Pakan Hewan Pemeliharaan Berbasis Microcontroller INFORMASI ARTIKEL ABSTRAK. 3(1), 26.
- [32]Ruslianto, I., Ristian, U., Hasfani, H., & Sari, K. (2023). Rekayasa Sistem Fotosintesis dan Ekosistem pada Media Aquascape Berbasis Internet of Things. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 9(1), 136. <https://doi.org/10.26418/jp.v9i1.61746>
- [33]Silpa Rani Zain, Zaenudin, Ardiyallah Akbar, & Lalu Delsi Samsumar. (2024). Rancang Bangun Smart Pet Feeder Pada Kandang Kucing Berbasis Internet of Things. *Journal Of Computer Science And Technology (JOCSTEC)*, 2(3), 150–158. <https://doi.org/10.59435/jocstec.v2i3.415>

- [34] Susanto, F., Komang Prasiani, N., & Darmawan, P. (2022). Implementasi Internet Of Things Dalam Kehidupan Sehari-Hari. In *Jurnal Imagine* (Vol. 2, Issue 1). Online. <https://jurnal.std-bali.ac.id/index.php/imagine>
- [35] Sari, I.P., Batubara, I.H., & Basri, M. (2022). Implementasi Internet of Things Berbasis Website dalam Pemesanan Jasa Rumah Service Teknisi Komputer dan Jaringan Komputer. *Blend Sains Jurnal Teknik* 1 (2), 157-163
- [36] Matondang, M.H.A., Asadel, A., Fauzan, D., & Setiawan, A.R. (2024). Smart Helmet for Motorcycle Safety Internet of Things Based. *Tsabit Journal of Computer Science* 1 (1), 35-39
- [37] Sari, I.P., Novita, A., Al-Khowarizmi, A., Ramadhani, F., & Satria, A. (2024). Pemanfaatan Internet of Things (IoT) pada Bidang Pertanian Menggunakan Arduino UnoR3. *Blend Sains Jurnal Teknik* 2 (4), 337-343
- [38] Husaini, A., & Sari, I.P. (2023). Konfigurasi dan Implementasi RB750Gr3 sebagai RT-RW Net pada Dusun V Suka Damai Desa Sei Meran. *sudo Jurnal Teknik Informatika* 2 (4), 151-158
- [39] Yeong, D. J., Velasco-hernandez, G., Barry, J., & Walsh, J. (2021). Sensor And Sensor Fusion Technology In Autonomous Vehicles: A review. *Sensors*, 21(6), 1–37. <https://doi.org/10.3390/s21062140>
- [40] Yudha Kusuma, D., Bayu Permatasari, N., Rostira Pebriani, R., & Hudati, I. (2021). Sensor Ultrasonik Waterproof A02YYUW Berbasis Arduino Uno Pada Sistem Pengukuran Jarak. 2(2).
- [41] Yulianeu, A., & Oktamala, R. (2022). Sistem Informasi Geografis Trayek Angkutan Umum Di Kota Tasikmalaya Berbasis Web. *Jutekin (Jurnal Teknik Informatika)*, 10(2). <https://doi.org/10.51530/jutekin.v10i2.669>