

RANCANG BANGUN SISTEM PAKAN KUCING OTOMATIS DENGAN NOTIFIKASI TELEGRAM UNTUK MONITORING KETERSEDIAAN PAKAN

Wahyuni Fegi¹, Rikki Vitria², Amelia Yolanda,³

¹Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Padang, Limau Manis, Padang, Sumatera Barat,
Indonesia

Korespondensi Penulis: wahyunifegi06@gmail.com

Abstract. *Regular cat feeding is often hindered by the owner's busy schedule, especially when away from home, making it difficult to monitor food availability and risking the cat running out of food without the owner's knowledge. This study aims to design an automatic cat feeding system with Telegram notifications to monitor food availability. The system uses an Arduino Uno as the main controller, an RTC DS3231 for feeding schedule management, a servo motor to dispense the food, and an ultrasonic sensor to detect food availability. In addition, an ESP32-CAM is used to monitor the food condition through image processing, classifying it into three categories: sufficient, low, and empty. The research was conducted through hardware design, software design, system integration, and testing stages. The test results show that the system is able to dispense food according to the predetermined schedule, monitor the food condition using the ESP32-CAM, and send food condition notifications via Telegram, allowing the owner to monitor the cat's food availability remotely.*

Keywords: *Internet of Things, automatic cat feeder, monitor.*

Abstrak. Pemberian pakan kucing secara teratur sering terkendala oleh kesibukan pemilik, terutama saat sedang tidak berada di rumah, sehingga ketersediaan pakan sulit dipantau dan berisiko membuat kucing kehabisan pakan tanpa diketahui. Penelitian ini bertujuan merancang sistem pakan kucing otomatis dengan notifikasi Telegram untuk memantau ketersediaan pakan. Sistem menggunakan Arduino Uno sebagai pengendali utama, RTC DS3231 untuk penjadwalan pakan, motor servo untuk mengeluarkan pakan, dan sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketersediaan pakan. Selain itu, ESP32-CAM digunakan untuk memantau kondisi pakan melalui pengolahan citra dan mengklasifikasikannya menjadi tiga kategori: banyak, sedikit, dan habis. Penelitian dilakukan melalui tahap perancangan perangkat keras, perangkat lunak, integrasi sistem, dan pengujian. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu memberikan pakan sesuai jadwal, memantau kondisi pakan menggunakan ESP32-CAM, dan mengirimkan notifikasi kondisi pakan melalui Telegram, sehingga pemilik dapat memantau ketersediaan pakan kucing dari jarak jauh.

Kata kunci: *Internet of Things, pakan kucing otomatis, monitoring, Telegram.*

1. LATAR BELAKANG

Pertumbuhan jumlah pemelihara hewan kesayangan, khususnya kucing (*Felis catus*), mengalami peningkatan signifikan secara global maupun nasional. Berdasarkan data survei dari *American Pet Products Association* (APPA), persentase rumah tangga yang memelihara hewan kesayangan meningkat lebih dari 66% dalam dekade terakhir, di mana kucing menempati posisi kedua terbanyak. Di Indonesia, fenomena urbanisasi dan perubahan gaya hidup masyarakat perkotaan berdampak pada tingginya angka pemeliharaan kucing sebagai hewan penyenang (*companion animal*). Namun demikian, tingginya mobilitas harian, pola kerja padat, serta aktivitas di luar

rumah sering kali menjadi kendala utama bagi pemilik dalam menjaga konsistensi jadwal pemberian pakan.

Pemberian pakan yang tidak teratur dan ketidaksesuaian porsi dapat berdampak buruk pada kesehatan pencernaan kucing, seperti memicu timbulnya penyakit *feline lower urinary tract disease* (FLUTD), obesitas, hingga kelelahan metabolisme dan stres kronis. Secara konvensional, pemilik membiarkan wadah makan terisi penuh (*free-feeding*), yang berisiko menyebabkan pakan menjadi lembap, teroksidasi, terkontaminasi debu atau serangga, serta kehilangan nutrisi alaminya. Oleh karena itu, diperlukan suatu solusi teknologis yang mampu menggantikan peran manual manusia dalam memberikan pakan secara presisi, teratur, dan terukur.

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan embedded system memberikan peluang besar dalam memodernisasi peralatan perawatan hewan. Beberapa penelitian terdahulu telah mengusulkan dispenser pakan otomatis berbasis mikrokontroler menggunakan timer atau sensor jarak. Kendati demikian, mayoritas sistem yang ada hanya berfokus pada mekanisme penuangan pakan otomatis berdasarkan waktu tanpa memperhitungkan ketersediaan pakan secara holistik. Permasalahan mendasar yang sering ditemui pada sistem eksisting meliputi:

1. Kegagalan mendeteksi pakan gumpal atau tersumbat pada corong penampung.
2. Ketidakmampuan memantau apakah pakan di wadah makan benar-benar telah dikonsumsi oleh hewan atau masih menumpuk.
3. Ketiadaan mekanisme umpan balik (*feedback*) berupa notifikasi jarak jauh yang informatif kepada pemilik.

Guna mengatasi keterbatasan tersebut, penelitian ini mengajukan *novelty* atau kebaruan berupa pendekatan pemantauan ganda (*dual-stage monitoring system*). Sistem ini mengombinasikan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur ketinggian volume pakan kering di dalam wadah penampung (*storage container*) dan modul keping ESP32-CAM yang ditempatkan di atas wadah makan (*feeding bowl*) untuk melakukan identifikasi visual berbasis pembelajaran mesin (*machine learning* dengan arsitektur VGG16 dan Support Vector Machine/SVM). Klasifikasi visual membagi kondisi pakan di wadah makan menjadi tiga tingkatan: BANYAK, SEDIKIT, dan HABIS. Seluruh data operasional, status stok pakan, dan peringatan dini dikirimkan secara konstan ke smartphone pemilik melalui integrasi antarmuka Telegram Bot API.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah merancang hardware mekanis dan elektronik sistem pakan otomatis berkapasitas optimal, mengimplementasikan algoritma kendali waktu nyata dan pemrosesan citra, serta menguji performa integrasi sistem dalam meminimalkan kegagalan penuangan pakan dan mempercepat penyampaian notifikasi ke pengguna.

2. KAJIAN TEORITIS

2.1 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan paradigma komputasi yang menghubungkan perangkat fisik dengan jaringan internet, memungkinkan pengumpulan data, pertukaran informasi, dan pengendalian jarak jauh secara *real-time*. Dalam arsitektur IoT modern, perangkat *edge* mengumpulkan data sensoris, lalu mengutak-atik atau meneruskannya ke server cloud/broker notifikasi melalui protokol komunikasi ringan seperti HTTP REST API atau MQTT.

2.2 Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328P yang memiliki 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, kristal osilator 16 MHz, koneksi USB, serta soket daya. Arduino Uno berfungsi sebagai unit pemroses sentral (master controller) yang mengoordinasikan pembacaan jadwal, penggerak motor servo, modul audio, dan komunikasi serial dengan ESP32-CAM.

2.3 Modul ESP32-CAM

ESP32-CAM adalah papan pengembangan berukuran kecil yang menggabungkan chip ESP32-S, kamera OV2640, slot kartu TF, dan pemancar Wi-Fi/Bluetooth. Modul ini bertugas mengambil citra digital dari wadah makan kucing, melakukan pra-pemrosesan citra, dan mengirimkan hasil klasifikasi serta Notifikasi Foto ke server Telegram melalui jaringan internet.

2.4 Real-Time Clock (RTC) DS3231

RTC DS3231 merupakan modul pewaktuan presisi tinggi berbiaya rendah dengan kristal terintegrasi *temperature-compensated crystal oscillator* (TCXO). Modul ini mempertahankan informasi detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, dan tahun secara akurat dengan antarmuka I2C. Komponen ini dilengkapi baterai cadangan CR2032 agar pewaktuan tetap berjalan meskipun catu daya utama terputus.

2.5 Display Liquid Crystal Display (LCD) 16x2 I2C

LCD 16x2 berfungsi sebagai antarmuka visual lokal yang menampilkan informasi status sistem, seperti jam aktual, status ketersediaan pakan, dan hitung mundur jadwal pakan berikutnya. Penggunaan modul konverter I2C (PCF8574) memangkas kebutuhan pin digital dari 6 pin menjadi hanya 2 pin (SDA dan SCL).

2.6 DFPlayer Mini & Speaker

DFPlayer Mini adalah modul pemutar MP3 ringkas yang mendukung format audio MP3 dan WAV. Modul ini terhubung ke mikrokontroler melalui komunikasi serial asinkron (UART). Dalam sistem ini, DFPlayer Mini dihubungkan ke speaker 3W untuk memutar rekaman suara pemilik yang memanggil kucing saat jadwal pakan tiba.

2.7 Sensor Ultrasonik HC-SR04

HC-SR04 dapat mengukur jarak dalam rentang antara 3cm–3m dengan output panjang pulsa yang sebanding dengan jarak objek. Sensor ini hanya memerlukan 2 pin I/O untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler, yaitu TRIGGER dan ECHO. Untuk mengaktifkan HC-SR04 mikrokontroler mengirimkan pulsa positif melalui pin TRIGGER minimal 10 μ s, selanjutnya HCSR04 mengirimkan pulsa positif melalui pin ECHO selama 100 μ s hingga 18 ms, yang sebanding dengan jarak objek

2.8 Motor Servo

Motor servo MG996R / SG90 adalah perangkat elektromekanis yang menggunakan umpan balik posisi untuk mengontrol sudut putaran poros secara presisi. Motor servo dihubungkan dengan mekanisme pintu katup (*gate valve*) pada wadah penampung pakan untuk mengatur durasi dan besarnya bukaan aliran pakan.

2.9 Sistem Catu Daya /Baterai

Sistem pakan otomatis ini dirancang menggunakan catu daya ganda (*dual-source power supply*), mengombinasikan adaptor daya AC-DC 12V/2A dengan baterai isi ulang Li-ion 18650 yang terhubung ke modul pengisi daya otomatis (*TP4056 / Solar Charge Controller*).

2.10 Telegram Bot API

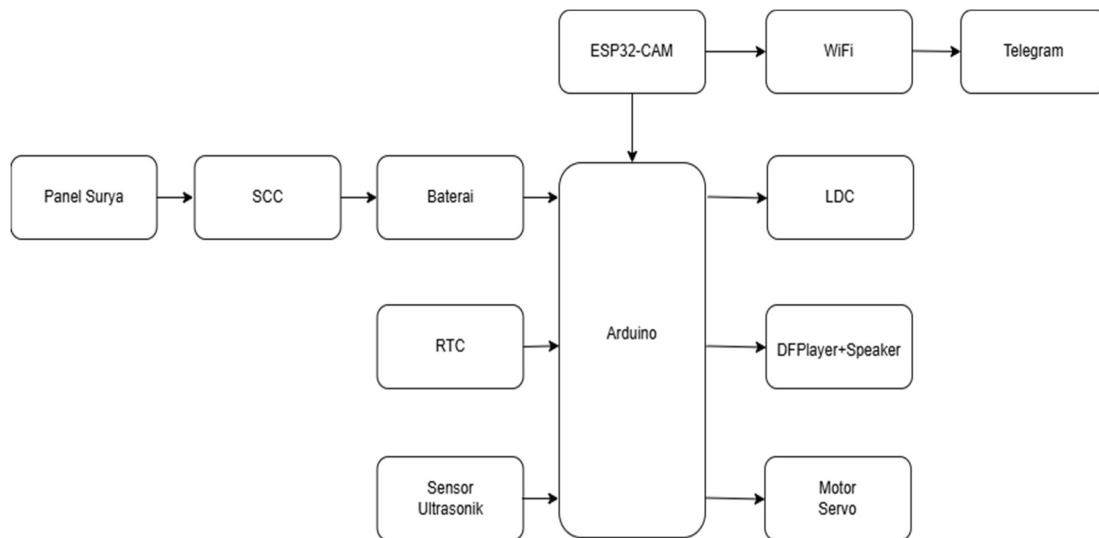
Telegram Bot API adalah antarmuka berbasis HTTP yang memungkinkan pengembang mengintegrasikan bot otomatis ke dalam aplikasi Telegram. Penggunaan bot Telegram memudahkan pengiriman pesan teks, gambar snapshot kondisi wadah makan, dan perintah kontrol jarak jauh tanpa memerlukan pengembangan aplikasi Android/iOS khusus.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Blok Diagram Sistem

Sistem pakan kucing otomatis dirancang dengan arsitektur terintegrasi yang terbagi menjadi unit masukan (sensor), unit pemroses (Arduino Uno & ESP32-CAM), dan unit keluaran (aktuator, pemutar suara, display, dan cloud Telegram).

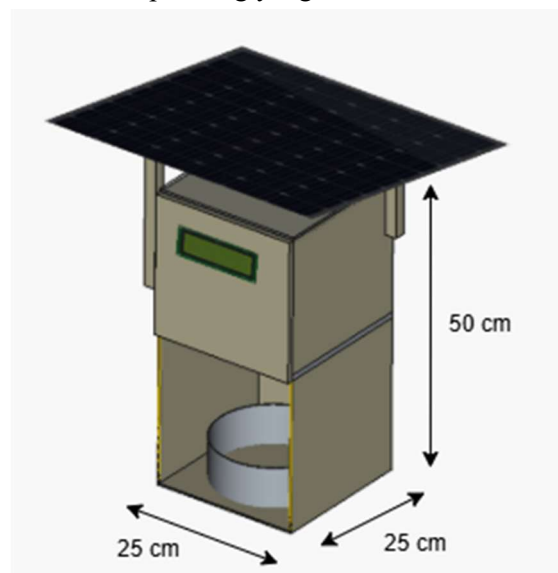
**RANCANG BANGUN SISTEM PAKAN KUCING OTOMATIS DENGAN NOTIFIKASI
TELEGRAM UNTUK MONITORING KETERSEDIAAN PAKAN**



Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem Keseluruhan

3.2 Perancangan Perangkat Keras (Hardware Design)

Perangkat keras dirancang menggunakan wadah mekanis berbahan kayu dengan dimensi total 25×25×50 cm. Bagian atas merupakan wadah penampung berbentuk corong (hopper) untuk pakan kering. Di bagian dalam corong dipasang sensor ultrasonik HC-SR04. Di atas tengah corong dipasang spiral akrilik yang digerakkan oleh motor servo. Wadah makan diletakkan di bagian bawah depan, dengan ESP32-CAM dipasang tegak lurus pada ketinggian 20 cm di atas mangkok untuk memperoleh sudut pandang yang konsisten.



Gambar 3. 2 Desain Alat

**RANCANG BANGUN SISTEM PAKAN KUCING OTOMATIS DENGAN NOTIFIKASI
TELEGRAM UNTUK MONITORING KETERSEDIAAN PAKAN**

Pengoperasian pinout komponen terkoneksi sesuai dengan pemetaan spesifik yang tertera pada Tabel.

Tabel 3. 1 Koneksi Pinout Komponen

Komponen Hardware	Pin Komponen	Pin Arduino Uno / ESP32-CAM	Mode Fungsi
RTC DS3231	SDA	A4 (SDA)	I2C Data
	SCL	A5 (SCL)	I2C Clock
	VCC / GND	5V / GND	Daya
LCD 16x2 I2C	SDA	A4 (SDA)	I2C Data Share
	SCL	A5 (SCL)	I2C Clock Share
	VCC / GND	5V / GND	Daya
HC-SR04	Trigger	Pin 9	Digital Output
	Echo	Pin 8	Digital Input
	VCC / GND	5V / GND	Daya
Motor Servo	Signal PWM	Pin 6	PWM Output
	VCC / GND	External 5V / GND	Daya Arus Tinggi
DFPlayer Mini	TX	Pin 10 (Soft RX)	UART Serial
	RX	Pin 11 (Soft TX)	UART Serial
	VCC / GND	5V / GND	Daya
ESP32-CAM	U2_RX (GPIO 16)	Pin 3 (Software TX Arduino)	UART Communication
	U2_TX (GPIO 17)	Pin 2 (Software RX Arduino)	UART Communication
	5V / GND	5V 2A / GND	Daya Utama Wi-Fi

3.3 Perancangan Perangkat Lunak (*Software Design*)

Perangkat lunak terdiri dari dua bagian utama:

**RANCANG BANGUN SISTEM PAKAN KUCING OTOMATIS DENGAN NOTIFIKASI
TELEGRAM UNTUK MONITORING KETERSEDIAAN PAKAN**

1. Pemograman Arduino Uno & ESP32-CAM (arduino): Berfungsi melakukan pembacaan sensor pewaktu RTC, eksekusi gerakan servo, kontrol audio, serta pembacaan ultrasonik.
2. Model Klasifikasi VGG16-SVM (Python): Digunakan untuk mendeteksi tingkat keterisian mangkok pakan.

```
# Potongan Logika Klasifikasi VGG16-SVM & Notifikasi Telegram
```

```
import cv2
import numpy as np
import requests
from tensorflow.keras.applications.vgg16 import VGG16,
preprocess_input
from sklearn.svm import SVC
import joblib

# Load pretrained VGG16 model & trained SVM classifier
base_model = VGG16(weights='imagenet', include_top=False,
input_shape=(224, 224, 3))
svm_classifier = joblib.load('vgg16_svm_cat_food.pkl')
TELEGRAM_BOT_TOKEN = "7584029181:AAH_example_token_xyz"
CHAT_ID = "987654321"
def classify_and_notify(image_path):

    # Preprocessing Citra

    img = cv2.imread(image_path)

    img_resized = cv2.resize(img, (224, 224))

    img_data = np.expand_dims(img_resized, axis=0)

    img_data = preprocess_input(img_data)

    # Ekstraksi Fitur VGG16

    features = base_model.predict(img_data)

    features_flattened = features.reshape(features.shape[0], -1)

    # Prediksi menggunakan SVM

    prediction = svm_classifier.predict(features_flattened)[0]

    class_labels = {0: "HABIS", 1: "SEDIKIT", 2: "BANYAK"}

    status_pakan = class_labels.get(prediction, "UNKNOWN")

    # Kirim Pesan & Gambar ke Telegram

    caption_text = f"=== INFORMASI PAKAN KUCING ===\nStatus Mangkok:
{status_pakan}\nStatus Wadah: TERSEDIA"
```

RANCANG BANGUN SISTEM PAKAN KUCING OTOMATIS DENGAN NOTIFIKASI TELEGRAM UNTUK MONITORING KETERSEDIAAN PAKAN

```
url_msg =  
f"https://api.telegram.org/bot{TELEGRAM_BOT_TOKEN}/sendPhoto"  
  
with open(image_path, 'rb') as photo_file:  
  
    payload = {'chat_id': CHAT_ID, 'caption': caption_text}  
  
    files = {'photo': photo_file}  
  
    response = requests.post(url_msg, data=payload, files=files)  
  
    return status_pakan, response.status_code
```

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Implementasi Keseluruhan Perangkat Keras

Sistem pakan kucing otomatis berhasil dirangkai dan divalidasi secara mekanis serta elektronis. Wadah kayu terpasang kokoh, dengan mekanisme spiral motor servo dapat berputar dan mengeluarkan makanan tanpa macet. Gambar berikut menunjukkan bentuk fisik keseluruhan sistem pakan kucing otomatis.



Gambar 4. 1 Gambar Keseluruhan Alat

4.2 Pengujian LCD 16x2 I2C

Pengujian LCD 16x2 I2C dilakukan untuk memastikan tampilan informasi waktu, status ketersediaan pakan, dan pesan sistem dapat ditampilkan dengan jelas dan akurat sesuai instruksi mikrokontroler. Hasil pengujian LCD dirangkum pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian LCD

No.	Kondisi Pengujian	Tampilan yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Keterangan
1	Sistem pertama kali dinyalakan	LCD menampilkan informasi sistem	Sesuai	LCD dapat menampilkan tulisan
2	Sistem membaca waktu RTC	LCD menampilkan waktu saat ini	Sesuai	Waktu dapat ditampilkan
3	Sebelum waktu pemberian pakan	LCD menampilkan jadwal pakan berikutnya	Sesuai	Jadwal dapat ditampilkan
4	Saat waktu pemberian pakan	LCD menampilkan informasi proses pemberian pakan	Sesuai	Informasi proses tampil pada LCD
5	Setelah pemberian pakan selesai	LCD menampilkan status pemberian pakan	Sesuai	Status dapat ditampilkan
6	Sistem membaca kondisi pakan	LCD menampilkan informasi kondisi sistem	Sesuai	Informasi dapat ditampilkan

4.3 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pengujian sensor HC-SR04 dilakukan dengan membandingkan jarak ukur sensor terhadap jarak aktual penggaris untuk mengetahui tingkat presisi pengukuran volume pakan pada container. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

No.	Kondisi Pakan	Jarak Sensor ke Permukaan Pakan (cm)	Hasil Pembacaan Sensor (cm)	Status Pakan
1	Pakan penuh	2	2	Banyak
2	Pakan masih banyak	4	4	Banyak
3	Pakan sedang	6	6	Sedikit

**RANCANG BANGUN SISTEM PAKAN KUCING OTOMATIS DENGAN NOTIFIKASI
TELEGRAM UNTUK MONITORING KETERSEDIAAN PAKAN**

4	Pakan sedikit	9	9	Sedikit
5	Pakan habis	10	10	Habis

4.4 Pengujian Motor Servo

Pengujian motor servo dilakukan untuk mengukur volume pakan yang jatuh berdasarkan variasi durasi perputaran motor servo. Data pengujian ditunjukkan pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Motor Servo

No.	Percobaan	Kondisi Pakan	Durasi Servo	Hasil Pengujian	Keterangan
1	1	Banyak	1 menit	Berhasil	Servo membuka dan mengeluarkan pakan
2	2	Banyak	1 menit	Berhasil	Servo membuka dan mengeluarkan pakan
3	3	Sedikit	2 menit	Berhasil	Servo membuka lebih lama untuk mengeluarkan pakan
4	4	Sedikit	2 menit	Berhasil	Servo membuka dan mengeluarkan pakan
5	5	Habis	3 menit	Berhasil	Servo membuka sesuai perintah sistem

4.5 Pengujian Klasifikasi Citra ESP32-CAM (VGG16-SVM)

Pengujian model VGG16-SVM dilakukan untuk mengklasifikasikan kondisi pakan di dalam mangkok makan (BANYAK, SEDIKIT, HABIS) pada berbagai tingkat intensitas pencahayaan. Evaluasi akurasi dicantumkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil Percobaan ESP32-CAM

No.	Percobaan	Kondisi Sebenarnya	Hasil Deteksi ESP32-CAM	Keterangan
1	1	Pakan Banyak	BANYAK	Deteksi sesuai
2	2	Pakan Banyak	BANYAK	Deteksi sesuai
3	3	Pakan Sedikit	SEDIKIT	Deteksi sesuai
4	4	Pakan Sedikit	HABIS	Deteksi tidak sesuai
5	5	Pakan Habis	HABIS	Deteksi sesuai

4.6 Pengujian Notifikasi Telegram

Pengujian transmisi notifikasi Telegram dilakukan untuk mengetahui keberhasilan pengiriman notifikasi pemantauan ketersediaan pakan dari sistem ke smartphone pemilik melalui aplikasi Telegram. Hasil pengujian dicatat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Notifikasi Telegram

No.	Percobaan	Kondisi Sistem	Kondisi Pakan	Hasil Notifikasi Telegram	Keterangan
1	1	Alat baru dihidupkan	Pakan tersedia	Berhasil	Notifikasi berhasil dikirim ke Telegram
2	2	Setelah pemberian pakan	Pakan banyak	Gagal	Notifikasi tidak diterima
3	3	Setelah pemberian pakan	Pakan sedikit	Gagal	Notifikasi tidak diterima
4	4	Setelah pemberian pakan	Pakan sedikit	Gagal	Notifikasi tidak diterima
5	5	Setelah pemberian pakan	Pakan habis	Gagal	Notifikasi tidak diterima

4.7 Pengujian Integrasi Keseluruhan Sistem

Pengujian integrasi dilakukan secara menyeluruh selama 3 hari operasional untuk memastikan kesinambungan antara pewaktuan RTC, peeputaran pakan servo, pemutaran suara, pemrosesan citra, dan notifikasi Telegram. Data pengujian integrasi dirangkum dalam Tabel 7.

No.	Bagian Sistem	Status
1	Arduino Uno sebagai pengendali	Berhasil
2	RTC DS3231	Berhasil
3	Sensor ultrasonik HC-SR04	Berhasil
4	Servo motor	Berhasil
5	DFPlayer Mini	Berhasil
6	LCD 16×2 I2C	Berhasil
7	ESP32-CAM untuk membaca kondisi pakan	Berhasil
8	Pemberian pakan otomatis	Berhasil

***RANCANG BANGUN SISTEM PAKAN KUCING OTOMATIS DENGAN NOTIFIKASI
TELEGRAM UNTUK MONITORING KETERSEDIAAN PAKAN***

9	Monitoring sisa pakan	Berhasil
10	Notifikasi Telegram saat alat dinyalakan	Berhasil
11	Notifikasi Telegram selama sistem berjalan	Belum berhasil sepenuhnya
12	Sistem keseluruhan	Berhasil sebagian

Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Keseluruhan

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan utama sebagai berikut:

1. Alat pemberi pakan kucing otomatis berhasil dirancang menggunakan Arduino Uno dan RTC DS3231 untuk memberikan pakan sesuai jadwal.
2. Sistem monitoring ketersediaan pakan dirancang menggunakan Telegram Bot, tetapi pengiriman notifikasi masih belum berfungsi secara maksimal.
3. Sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur jarak permukaan pakan dan mengategorikan ketersediaan pakan menjadi banyak, sedikit, dan habis.
4. Secara keseluruhan, sistem pemberian pakan dan deteksi sisa pakan dapat berjalan, tetapi fitur notifikasi Telegram masih perlu diperbaiki.

5.2 Saran

Untuk pengembangan dan penyempurnaan sistem pakan kucing otomatis ini di masa mendatang, disarankan beberapa hal berikut:

1. Menambahkan fitur pengaturan jadwal pakan melalui aplikasi.
2. Mengembangkan sistem dengan fitur pemberian minum otomatis.
3. Memperbaiki notifikasi Telegram serta menambahkan pemantauan berbasis web atau aplikasi mobile.

6. DAFTAR REFERENSI

- N. H. Mat Tahir, S. N. Mohamad, F. H. Azimi, S. R. Aw, W. F. W. Tarmizi, and M. L. M. Zain, "Development of Real Time Cat Auto Feeder Dispenser Using Arduino," *International Journal of Synergy in Engineering and Technology*, vol. 3, no. 1, pp. 52–57, 2022.
- N. I. N. M. Razif and N. Mohd Ralim, "Automatic Cat Feeder and Location Tracker," *Journal of Computing Technologies and Creative Content*, vol. 5, no. 1, pp. 27–32, 2020.

- L. P. A. C. Dewi, I. K. R. Arthana, and K. Setemen, "Rancang Bangun Alat Pakan Kucing dengan Menggunakan Mikrokontroler Berbasis Internet of Things (IoT)," *Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika (KARMAPATI)*, vol. 12, no. 3, 2023.
- M. R. Heranof and D. Yendri, "Alat Kandang Kucing Otomatis Berbasis Mikrokontroler dengan Monitoring Telegram," *CHIPSET – Journal on Computer Hardware, Signal Processing, Embedded System and Networking*, vol. 4, no. 21, pp. 71–79, 2023.
- L. Atzori, A. Iera, and G. Morabito, "The Internet of Things: A Survey," *Computer Networks*, vol. 54, no. 15, pp. 2787–2805, Oct. 2010, doi: 10.1016/j.comnet.2010.05.010.
- J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, and M. Palaniswami, "Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions," *Future Generation Computer Systems*, vol. 29, no. 7, pp. 1645–1660, 2013, doi: 10.1016/j.future.2013.01.010.
- A. Zanella, N. Bui, A. Castellani, L. Vangelista, and M. Zorzi, "Internet of Things for Smart Cities," *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 1, no. 1, pp. 22–32, Feb. 2014, doi: 10.1109/JIOT.2014.2306328.
- F. Lisika, *Rancang Bangun Pemberi Pakan Kucing Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT), Tugas Akhir, Universitas Dinamika*, 2022.
- Universitas Gunadarma, *Rancang Bangun Prototipe Monitoring Pakan Kucing Otomatis Menggunakan Notifikasi Telegram Berbasis Internet of Things (IoT)*, Skripsi, Universitas Gunadarma, 2023.
- J. Valvano, *Embedded Systems: Real-Time Interfacing to ARM Cortex-M Microcontrollers*. The University of Texas at Austin.
- Hitachi, *HD44780U (LCD-II) Dot Matrix Liquid Crystal Display Controller/Driver*. Tokyo, Japan: Hitachi, Ltd.
- American Pet Products Association (APPA), *2021–2022 APPA National Pet Owners Survey*. Stamford, CT, USA, 2021.
- Cisco Internet Business Solutions Group, *The Internet of Things: How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything*. San Jose, CA, USA, 2011.
- Microchip Technology Inc., *ATmega328P: 8-bit AVR Microcontroller with 32K Bytes In-System Programmable Flash*. Chandler, AZ, USA.
- DFRobot, *DFPlayer Mini SKU: DFR0299: MP3-TF-16P Serial MP3 Player Module*.
- K. Ashton, "That 'Internet of Things' Thing," *RFID Journal*, Jun. 22, 2009.
- J. E. Delaney, "Small Animal Nutrition," dalam *Merck Veterinary Manual*, Merck & Co., Inc., 2024.
- IBM, "Apa Itu Mikrokontroler?," IBM, 2024.
- Arduino, "Arduino UNO Rev3," *Arduino Documentation*, 2026.
- International Cat Care, "Cat Breeds," *International Cat Care*, 2024.