

Kajian Penggunaan ESP32-CAM dengan Platform Edge Impulse Untuk Sistem Buka Tutup Kandang Kucing

Zakia Putri¹, Abdullah Sani¹, Budiana Budiana²

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Elektronika,

²Program Studi Elektronika Manufaktur,

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam, Batam, Indonesia

E-mail: sani@polibatam.ac.id

ABSTRAK

Salah satu kajian penting dalam proses sistem buka tutup kendang kucing yaitu pengenalan objek. Pengenalan objek bertujuan untuk mengidentifikasi dan menentukan lokasi objek dalam citra atau video. Penelitian telah berhasil mengimplementasikan pengenalan kucing dengan ESP32-CAM dan platform Edge Impulse. ESP32-CAM merupakan modul kamera yang terintegrasi dengan mikrokontroler, sementara Edge Impulse merupakan platform yang memungkinkan pengembangan model pembelajaran mesin pada perangkat edge. Tingkat akurasi sistem yang dibuat pada penelitian ini telah mencapai 93,33% sehingga sistem ini dapat diandalkan untuk membuka pintu kandang secara otomatis ketika kucing yang telah dikenali berada di depan kamera. Dengan keberhasilan dari penelitian yang dilakukan, pemelihara kucing dapat melakukan pengontrolan dan perawatan yang lebih baik terhadap kucing peliharaannya.

Kata Kunci: Akurasi, Edge Impulse, ESP32-CAM, kucing, otomatisasi

ABSTRACT

Article history:

Received: 16 Nov 2025

Revised: 30 December 2025

Accepted: 31 December 2025

Available online:

31 December 2025

Keywords:

Accuracy

Cat

Edge Impuls

ESP32-CAM

Recognition

Object recognition is a key part of the cat drum system's opening and closing process, as it identifies and locates objects in images or videos. The system uses ESP32-CAM, a camera integrated with a microcontroller, in combination with the Edge Impulse platform for machine learning on edge devices. Research has achieved 93.33% accuracy in recognizing cats, enabling the system to reliably open the cage door automatically when a recognized cat is detected. With the success of the research, cat owners can better control and care for their cats.

Keywords: Accuracy, cat, Edge Impulse, ESP32-CAM, Recognition

1. Pendahuluan

Kucing merupakan salah satu hewan yang banyak dipelihara oleh manusia [1]. Dalam pemeliharaannya, kucing membutuhkan perhatian yang sangat serius terutama dalam menjaga kebersihan dan juga perawatan fisik (baik itu pemberian vaksin, pemantauan bulu dan pemantauan anggota tubuh kucing lainnya) [2]. Untuk kebersihan dan perawatan fisik, hal yang paling penting adalah kandang kucing. Kebersihan lingkungan kendang kucing menjadi salah satu kunci penting yang sangat berpengaruh terhadap kesehatan dan kenyamanan hewan peliharaan. Kandang kucing yang tidak bersih akan menyebabkan sumber penyakit dimana terjadi penumpukan kotoran, sisa makanan serta perkembangbiakan bakteri ataupun virus. Sehingga sangat penting untuk managemen kebersihan tempat tinggal kucing. Salah satu aspek yang dapat dilakukan dalam managemen tempat tinggal kucing adalah pemantauan berbasis teknologi.

Kandang kucing dapat dibuat dengan menerapkan sistem otomatisasi yang terintegrasi sehingga memudahkan perawatan dan pengontrolan [3]. Contoh yang paling umum adalah bagaimana akses masuk dan keluar kucing pada kandang. Akses keluar dan masuk kucing pada kandang sangat bermanfaat terutama untuk pemilik yang memiliki tingkat kesibukan yang tinggi dan juga bagi pemilik yang sering lupa dalam melakukan pemantauan terhadap kucing yang dimilikinya.

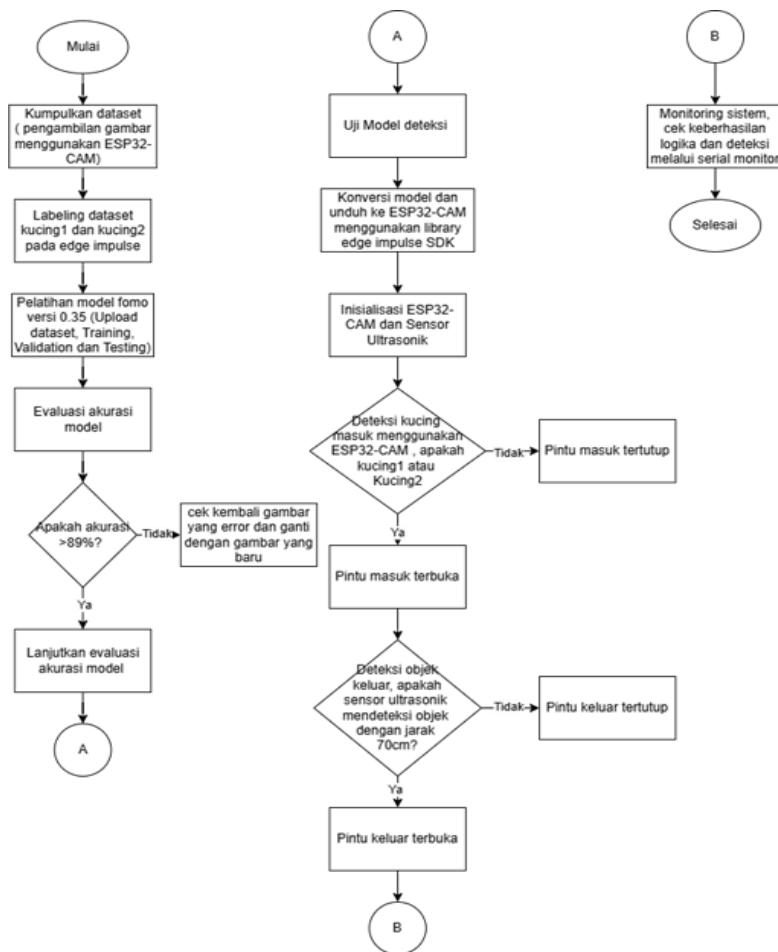
Perkembangan teknologi berbasis mikrokontroler dan sensor dapat digunakan sebagai teknologi untuk merancang pintu otomatis [4]. Pintu ini perlu dilakukan otomatisasi dengan sistem pengenalan, pelatihan, pengujian sampai tahap verifikasi terhadap kucing atau objek yang diinginkan [5]. Salah satu mikrokontroler yang bisa digunakan sebagai alat monitoring system yaitu ESP32-CAM. Selain dari itu, teknologi lain yang dapat ditambahkan pada sistem pemantauan dan monitoring yaitu *platform Edge Impulse* [6]. Konsep dasar penggunaan teknologi *platform Edge Impulse* adalah proses pengumpulan gambar, pemberian label gambar, pelatihan model, ekspor model, dan penjalanan model. Selain dari itu, arsitektur *edge impulse* dimulai dari akuisisi data (pengambilan data sensor secara otomatis), prapemrosesan dan interpretasi, pelatihan model *machine learning* di cloud [7]. Setelah itu, *edge impulse* akan memudahkan proses deploy model ke *edge*. *Platform edge* juga disertai dengan antarmuka visual dan integrasi langsung dengan variasi perangkat keras.

Perkembangan penelitian tentang otomatisasi kandang kucing menghadapi berbagai tantangan seperti tingkat akurasi sistem dalam membaca kucing yang diinginkan, pergerakan kucing yang relatif bersifat dinamis sehingga berpotensi sistem tidak dapat mengenali dengan baik, sistem yang dibuat perlu memperhatikan keamanan kucing dan aspek ekonomis dan perhitungan energi yang digunakan [7], [8], [9], [10]

Berdasarkan motivasi dan tantangan yang telah dijelaskan sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi tentang penggunaan ESP32-CAM dan platform Edge Impulse untuk sistem buka tutup kandang kucing. Untuk sistem kandang sederhana, buka tutup pintu masih mengandalkan sensor yang sangat sederhana tanpa adanya pengenalan objek secara khusus. Pendekatan yang sudah dilakukan sebagian besar hanya merespon pada posisi objek yang ada di sekitar pintu namun pengenalan kucing/objek belum dilakukan kajian secara intensif. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini akan mengkaji penggunaan ESP32-CAM dan *platform Edge Impulse* untuk mengatur akses kandang secara lebih terarah. Penelitian ini diharapkan dapat mengenali kucing yang dikehendaki dengan tingkat akurasi yang sangat tinggi sehingga keberhasilan kandang buka dan tutup mendekati 100% sesuai dengan objek yang diinginkan. Dengan demikian, terdapat kontribusi utama dalam penelitian ini yaitu memberikan purwarupa sehingga dapat membantu para pemilik kucing dalam melakukan pemeliharaan dan perawatan kucing.

2. Methods

Metode pada penelitian ini menggunakan sistem pengenalan objek. Secara garis besar tahapan penelitian yang dilakukan meliputi pengumpulan data citra, pelabelan data, pembangunan dan pelatihan model *machine learning* menggunakan *platform Edge Impulse*, pengimplementasian model perangkat ESP32-CAM, dan tahapan terakhir adalah pengujian sistem. Tahapan terakhir ini digunakan untuk memastikan sistem yang dirancang dapat bekerja secara tepat. Alur kerja sistem disajikan pada gambar 1.

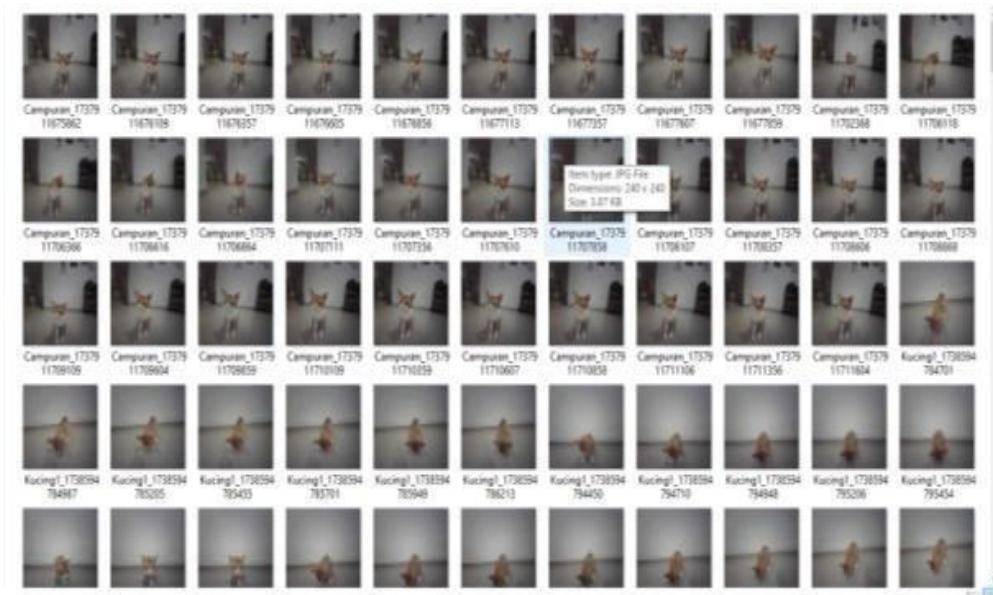


Gambar 1. Flowchart Alur Kerja Sistem

Secara garis besar, tahapan-tahapan dalam penelitian (Gambar 1) dapat dideskripsikan sebagai berikut:

A. Dataset Gambar

Berikut merupakan sumber pelatihan dan pengujian dalam sistem komputer. Data gambar berfungsi sebagai sumber utama data dalam proses pelatihan dan pengujian untuk sistem komputer. Gambar akan dikumpulkan dan kemudian akan digunakan untuk melatih model pengenalan objek sehingga dapat melakukan identifikasi pada objek yang ditentukan. Kemudian, gambar akan digunakan sebagai data uji untuk dapat mengevaluasi performa sistem yang digunakan.

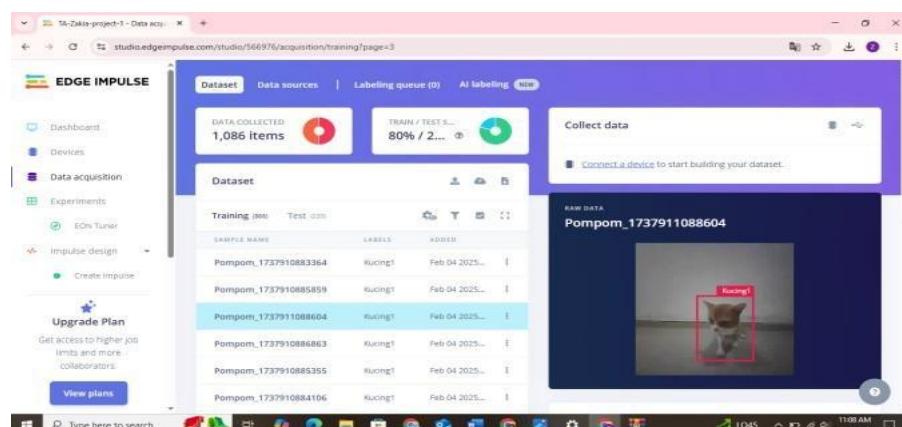


Gambar 2. Data Gambar

B. Alur Kerja Sistem

1. Tahap pelabelan objek

Dataset diperoleh melalui dua jenis objek, yaitu kucing1 dan kucing2. Pengambilan gambar menggunakan kamera ESP32-CAM yang telah diprogram dengan fitur *Collect Images for Edge Impulse*. Total gambar yang berhasil dikumpulkan adalah sebanyak 1.086 gambar, yang terdiri dari 543 gambar kucing1 dan 543 gambar kucing2. Data yang terkumpul dibagi menjadi dua bagian, yaitu data pelatihan (*training data*) dan data pengujian (*testing data*) dengan rasio 80:20. Kemudian, gambar-gambar tersebut diunggah ke *platform Edge Impulse* untuk selanjutnya diberikan pelabelan menggunakan fitur *labeling queue*.



Gambar 3. Pelabelan Objek

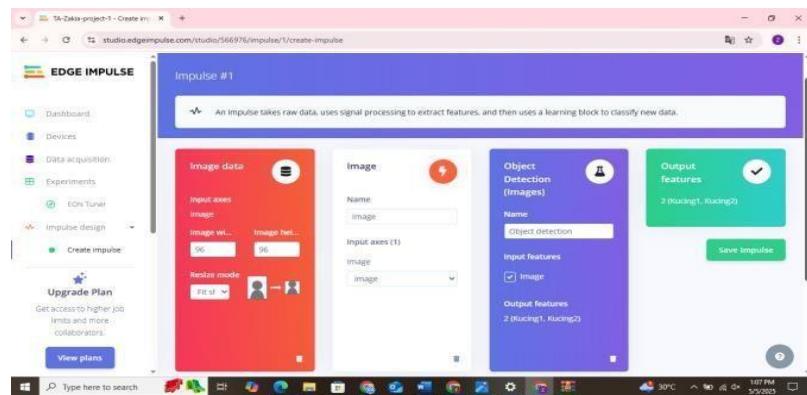
2. Tahap Pembangunan Model

Setelah pelabelan objek selesai, tahap berikutnya adalah pembuatan *Impulse* (*create Impulse*) menggunakan *platform edge Impulse*. Tahap ini berkaitan dengan proses perancangan alur pemrosesan data. Pada tahapan awal, dataset diproses melalui blok pemrosesan gambar. Tujuan dari proses ini adalah untuk mengubah gambar mentah menjadi representatif yang dapat diproses oleh algoritma *machine learning*. Selain dari

itu, proses ini juga bertujuan untuk menyesuaikan format data gambar sehingga sesuai dengan kebutuhan model yang nantinya akan dilatih.

Tahapan selanjutnya adalah penambahan blok pembelajaran *object detection* (Image). Blok ini dapat digunakan untuk melatih model sehingga mampu mengenali serta membedakan objek berdasarkan label yang telah diberikan pada tahapan sebelumnya. Pemilihan blok *object detection* dapat disesuaikan dengan tujuan penelitian (pendekripsi objek citra gambar).

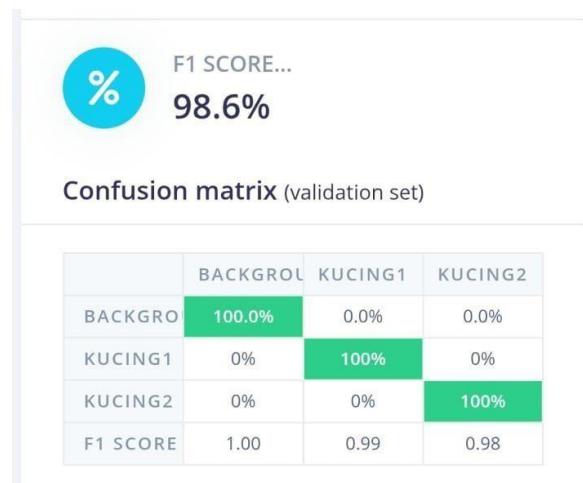
Tahap terakhir adalah tahapan dimana model siap untuk melalui proses pelatihan. Kondisi ini dapat dilakukan ketika seluruh blok pemrosesan dan pembelajaran telah disusun.



Gambar 4. Pembangunan Model

3. Tahap *Confusion matrix training output*

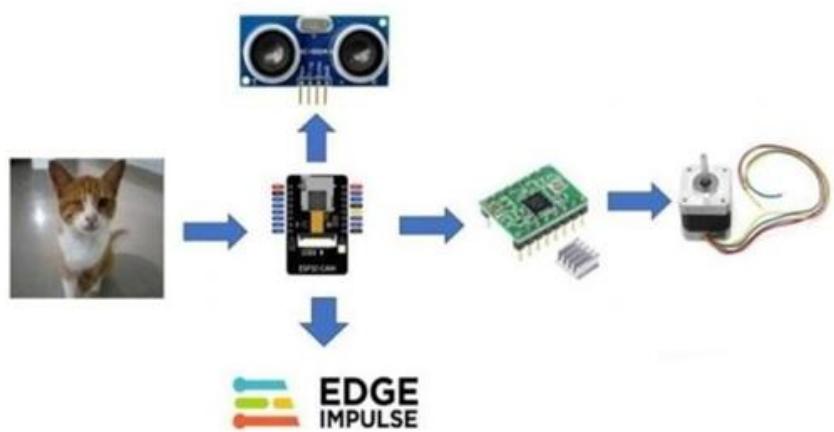
Tahapan selanjutnya setelah tahapan pembangunan model adalah evaluasi hasil pelatihan dengan menggunakan *confusion matrix*. *Confusion matriks* dapat digunakan untuk melihat hubungan antara hasil prediksi model dengan label sebenarnya pada pelatihan. *Confusion matriks* akan memberikan informasi tentang jumlah data yang telah diklasifikasikan dengan benar maupun jumlah data yang telah diklasifikasikan dengan salah. Informasi yang diperoleh dari *Confusion matriks* adalah distribusi hasil prediksi model terhadap masing-masing label yang sudah ditentukan sebelumnya. Gambar 5 memberikan informasi tentang visualisasi indikator performa model selama proses pelatihan tanpa melakukan kajian analisis perbandingan secara kuantitatif lebih lanjut.



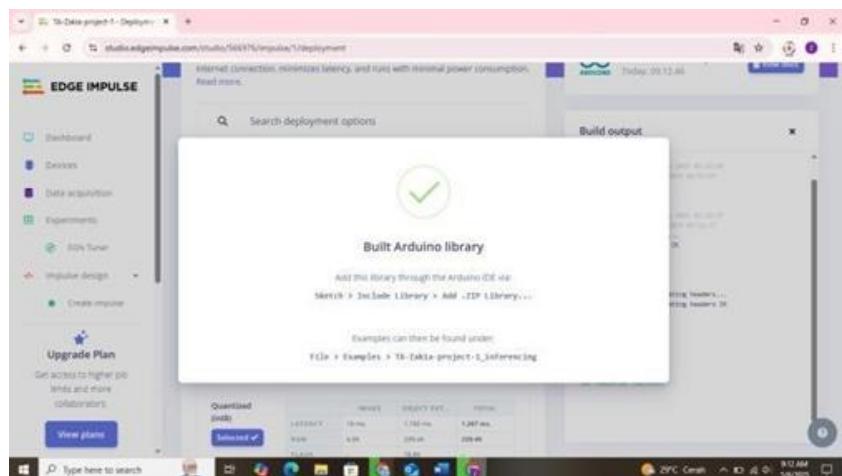
Gambar 5. Confusion Matrix Training Output

4. Tahap Deployment

Langkah selanjutnya adalah *deployment*. Langkah ini merupakan langkah memasukkan model ke perangkat seperti ESP32 atau Arduino. Model dapat diunduh dalam format yang berbeda di *Edge Impulse*, misalnya library Arduino dalam format file.zip yang siap diimpor ke Arduino IDE. Selain itu, informasi estimasi penggunaan memori dan waktu inferensi tersedia untuk dapat memastikan bahwa model dapat langsung digunakan pada perangkat meskipun koneksi internet tidak ada.



Gambar 6. Diagram Blok Sistem



Gambar 7. Tahap Deployment

Gambar 6 menunjukkan diagram *blok system* yang digunakan pada penelitian dan pada gambar 7 menunjukkan tahap *Deployment*. Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk sistem dapat bekerja (seperti pada gambar 6 dan 7) seperti berikut ini:

1. Jika Model TinyML dari *Edge Impulse* (label kucing1 dan kucing2) telah selesai di *deploy* pada ESP32-CAM maka sistem langsung *standby* untuk *inferensi real-time*. Kemudian,

ketika kamera mendeteksi Kucing1 atau Kucing2, ESP32-CAM akan mengirimkan sinyal ke driver motor stepper A4988.

2. Sinyal ini memungkinkan motor stepper bergerak dan membuka pintu kandang. Setelah pintu terbuka, motor akan berhenti selama 5 detik (*delay*). Kemudian, motor stepper akan kembali berputar terbalik untuk menutup pintu secara otomatis.
 3. Jika objek yang ditemukan bukan kucing1 atau kucing2, sistem tidak dapat mengeksekusi perintah apa pun. Konsekuensinya, motor tidak dapat bergerak dan pintu tidak terbuka. Kemudian, sensor ultrasonik HC-SR04 disambungkan ke ESP32-CAM untuk mengidentifikasi jarak objek di dalam kandang.
 4. Jika sensor mendeteksi kucing pada jarak kurang dari 15 cm (tanda kucing berada di depan pintu dari dalam), ESP32-CAM memicu driver motor stepper untuk membuka pintu dari dalam, memungkinkan kucing1 atau kucing2 keluar.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, hasil penelitian dapat disajikan pada sub-bab berikut:

A. Objek Pelatihan

Dibawah ini merupakan sampel objek yang digunakan untuk pengujian oleh penulis, yaitu Kucing1 dan Kucing2. Penulis menggunakan 2 sampel untuk pengujian yang sudah dilatih dan 2 sampel pengujian yang tidak dilatih.



Gambar 8. Kucing 1



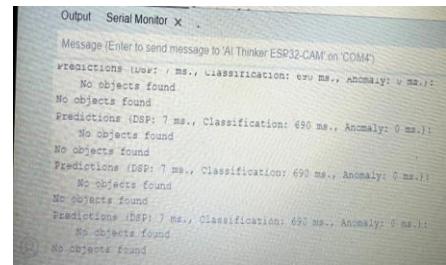
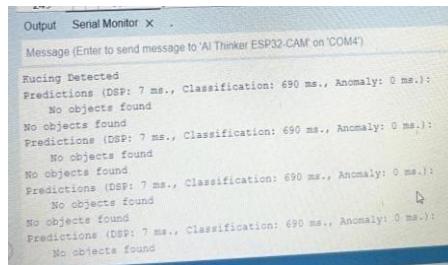
Gambar 9. Kucing 2



Gambar 10. BK yang dilatih 1



Gambar 11. BK yang dilatih 2



Gambar 12. Output BK yang dilatih 1

Gambar 13. Output BK yang dilatih 2

Gambar 8 (kucing1) dan Gambar 9 (kucing2) merupakan objek yang telah di latih. Sedangkan Gambar 10 dan 11 bukan kucing yang dilatih. Proses pengambilan data harus dapat memastikan setiap objek memiliki ciri khas yang berbeda seperti warna bulu, bentuk wajah, dll, sehingga proses pengenalan dapat secara tepat melakukan proses inisiasi. Selanjutnya, akurasi serta persentase keberhasilan dari setiap pengujian dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini:

$$\text{Akurasi} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \times 100\%$$

$$\text{Tingkat keberhasilan} = \frac{\text{Jumlah Deteksi yang benar}}{\text{Total Percobaan}} \times 100\%$$

Keterangan:

- | | |
|---------------------|---|
| TP (True Positive) | : Jumlah data yang sebenarnya positif dan juga diprediksi positif |
| FP (False Positive) | : Jumlah data yang sebenarnya negatif, tapi diprediksi positif |
| FN (False Negative) | : Jumlah data yang sebenarnya positif, tapi diprediksi negatif |
| TN (True Negative) | : Jumlah data yang sebenarnya negatif dan juga diprediksi negatif |

B. Observasi Kucing

Empat kucing sebagai sampel digunakan untuk menguji purwarupa. Setiap kucing diuji sebanyak lima belas kali. Selama proses ini, data yang dimasukkan dibandingkan dengan *output* yang dihasilkan oleh model yang telah dilatih. Berikut adalah ringkasan hasil tes:

Tabel 1. Hasil pengujian

Prediksi Aktual	Kucing 1	Kucing 2	BK 1	BK2
Kucing 1	15	0	0	0
Kucing 2	4	11	0	0
BK 1	0	0	15	0
BK2	0	0	0	15

Tabel 2. Nilai Akurasi dan Presisi

Jenis Objek	Parameter (%)
Kucing 1	98
Kucing 2	98
BK 1	100
BK2	100
Total Akurasi	93
Presisi	93
Recall	93
F1	93
IOSS	6,67

Dari hasil pengujian menggunakan *confusion matrix* terhadap empat kelas yaitu Kucing1, Kucing2, BK yang dilatih1, dan BK yang dilatih2, dengan masing-masing kelas diuji sebanyak 15 kali, sistem menunjukkan performa yang sangat baik dalam melakukan klasifikasi. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model mampu mengklasifikasikan 56 dari 60 data uji dengan benar, menghasilkan akurasi sebesar 93,33%, precision 93,33%, recall 93,33%, dan F1 score sebesar 93,33%, dengan tingkat error/loss sebesar 6,67%. Secara umum, dengan menggunakan model FOMO alpha 0.35 sistem dapat bekerja optimal dalam mengenali objek yang sudah dilatih sebelumnya (Kucing1 dan Kucing2). Hal ini disebabkan karena model hasil *deploy* memiliki ukuran memori sebesar 192kB, yang sesuai dan dapat dijalankan dengan baik pada konfigurasi alpha 0.35. Selain itu kesalahan klasifikasi hanya terjadi pada Kucing2 yang terdeteksi sebagai Kucing1 sebanyak 4 kali, namun tidak terdapat kesalahan pada kelas lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa model memiliki presisi dan sensitivitas yang seimbang, serta mampu mengklasifikasikan objek yang sudah dikenal dengan tingkat keandalan tinggi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian sistem pendeteksi kucing menggunakan ESP32-CAM dan model dari *Edge Impulse*, sistem mampu mengidentifikasi dan mengklasifikasikan objek dengan akurasi yang tinggi. Dengan keberhasilan klasifikasi mencapai 93,33%, sistem ini dapat diandalkan untuk membuka pintu kandang secara otomatis ketika kucing yang telah dikenali berada di depan kamera. Model juga menunjukkan performa yang konsisten untuk semua kelas yang diuji, baik pada objek kucing maupun bukan kucing. Tingkat kesalahan yang rendah menunjukkan bahwa sistem ini dapat digunakan untuk aplikasi nyata, khususnya dalam pengelolaan akses kandang hewan peliharaan berbasis visi komputer. Untuk meningkatkan akurasi lebih lanjut, pengumpulan data latih tambahan dengan variasi posisi, cahaya, dan orientasi objek dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya.

Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh staf di Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam yang secara langsung membantu pelaksanaan kegiatan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] M. F. Akbar, "Keutamaan Memelihara Kucing dalam Perspektif Islam: Studi Takhrij dan Syarah Hadits," *Jurnal Riset Agama*, vol. 1, no. 2, pp. 449–457, Aug. 2021, doi: 10.15575/JRA.V1I2.14762.
- [2] A. Anisa, T. Tursina, and H. S. Pratiwi, "Sistem Perawatan Kucing Berbasis Aturan," *JUSTIN (Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 5, no. 4, pp. 219–222, Aug. 2017, Accessed: Nov. 16, 2025. [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/justin/article/view/21412>
- [3] B. Wisnuyana and E. Yuniati, "Kehadiran Kucing Sebagai Hewan Peliharaan di Masa Pandemi Covid-19 (Studi Kasus Masyarakat Kota Surabaya dan Sidoarjo)," *Solidarity: Journal of Education, Society and Culture*, vol. 12, no. 2, pp. 414–428, Oct. 2023, doi: 10.15294/SOLIDARITY.V12I2.76749.
- [4] T. W. O. Putri and M. A. Darmawan, "Prototipe Sistem Kendali Jarak Jauh Pada Pakan dan Pintu Kandang Kucing," *SUTET*, vol. 12, no. 1, pp. 21–30, Jun. 2022, doi: 10.33322/SUTET.V12I1.1664.
- [5] A. Kandang, K. Otomatis, B. Mikrokontroler Dengan Monitoring, M. Ridho Heranof, and D. Yendri, "Alat Kandang Kucing Otomatis Berbasis Mikrokontroler dengan Monitoring Telegram," *CHIPSET*, vol. 4, no. 01, pp. 71–79, Apr. 2023, doi: 10.25077/CHIPSET.4.01.71-79.2023.
- [6] F. Firdaus, M. Wibowo, R. Tullah, and W. Ricesa, "Studi Perbandingan Algoritma YOLO dan FOMO untuk Object Detection pada Perangkat ESP32-CAM," *Insect (Informatics and Security): Jurnal Teknik Informatika*, vol. 11, no. 1, pp. 44–54, Mar. 2025, doi: 10.33506/INSECT.V11I1.4289.
- [7] E. D. Noorratri, A. S. Mei Leni, and I. S. Kardi, "Deteksi Dini Resiko Jatuh Pada Lansia Di Posyandu Lansia Kentingan, Kecamatan Jebres, Surakarta," *GEMASSIKA : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 4, no. 2, p. 128, Dec. 2020, doi: 10.30787/GEMASSIKA.V4I2.636.
- [8] M. R. Rhomadhoni, D. Irawan, Y. A. Suryo, and C. Email, "Rancang Bangun Alat Kandang Pintar Untuk Kucing," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 3S1, pp. 2830–7062, Oct. 2024, doi: 10.23960/JITET.V12I3S1.5386.

- [9] S. Rani Zain, A. Akbar, L. Delsi Samsumar, T. Informasi, and U. Teknologi Mataram, "Rancang Bangun Smart Pet Feeder Pada Kandang Kucing Berbasis Internet of Things," *Journal Of Computer Science And Technology (JOCSTEC)*, vol. 2, no. 3, pp. 150–158, Sep. 2024, doi: 10.59435/JOCSTEC.V2I3.415.
- [10] M. I. A. I. Putra, R. Parlindungan, and D. Rahmawati, "Otomasi Litter Box Serta Pemantauan Dalam Kandang Kucing Berbasis Internet of Things," *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, vol. 13, no. 01, pp. 97–106, Aug. 2022, doi: 10.35313/IRWNS.V13I01.4322.