

**IDENTIFIKASI PERILAKU REPRODUKSI UNGGAS
MENGUNAKAN VISI KOMPUTER**

*IDENTIFICATION OF POULTRY REPRODUCTIVE BEHAVIOR USING
COMPUTER VISION*

**ANDI SAENONG
D082202034**



**PROGRAM STUDI S2 TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

PENGAJUAN TESIS
IDENTIFIKASI PERILAKU REPRODUKSI UNGGAS
MENGGUNAKAN VISI KOMPUTER

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi S2 Teknik Informatika

Disusun dan diajukan oleh:

ANDI SAENONG
D082202034

Kepada:

PROGRAM STUDI S2 TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023

TESIS

IDENTIFIKASI PERILAKU REPRODUKSI UNGGAS MENGUNAKAN VISI KOMPUTER

Andi Saenong
D082202034

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Tesis yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi pada Program Magister Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Pada tanggal 29 November 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc.
NIP. 19640427 198910 1 002

Pembimbing Pendamping



Dr-Eng.Ir. Muhammad Niswar, ST, M.InfoTech
NIP. 197309221999031001

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr.Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, M.T. IPM., ASEAN.Eng.
NIP. 19730926 200012 1 002

Ketua Program Studi
S2 Teknik Informatika



Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc.
NIP. 19640427 198910 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Andi Saenong
Nomor mahasiswa : D082202034
Program studi : Teknik Informatika

Dengan ini menyatakan bahwa, tesis yang berjudul “Indetifikasi Perilaku Reproduksi Unggas Menggunakan Visi Komputer” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing (Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc. dan Dr. Eng. Ir. Muhammad Niswar, S.T., M. InfoTech.). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustakan tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di konfrensi Internasional (*24th International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA) 2023*). Sebagai artikel dengan judul “*Identification of Poultry Reproductive Behavior Using Faster R-CNN With Mobilenet V3 Architecture In Traditional Cage Environment*”.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Gowa, 20 November 2023
Yang menyatakan



Andi Saenong
NIM. D082202034

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Sebagai seorang muslim yang pertama-tama penulis panjatkan adalah puji syukur atas kehadiran Allah Subhanahu Wa ta'ala, yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulisan tesis yang berjudul “**Indetifikasi Perilaku Reproduksi Unggas Menggunakan Visi Komputer**” dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta Salam tidak lupa tetap tercurahkan kepada Baginda Nabi Muhammad Sallallahu Alaihi Wasallam, sebagai Uswantun Hasanah dan Rahmat bagi seluruh alam.

Tesis ini disusun untuk memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Komputer (M. Kom) pada Program Pascasarjana Departemen Teknik Informatika Universitas Hasanuddin Makassar.

Tentunya penyelesaian tesis ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari semua pihak. Untuk itu, dengan penuh kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih setulus-tulusnya dan setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc. selaku Pembimbing pertama sekaligus Ketua Program Studi S2 Teknik Informatika, yang telah banyak mendukung dan membantu selama penulis menempuh pendidikan pascasarjana di Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Dr. Eng. Ir. Muhammad Niswar, S.T., M. InfoTech., selaku dosen pembimbing kedua yang telah meluangkan waktunya kepada penulis untuk membimbing, memberikan masukan, memotivasi dalam tahap penyelesaian tesis ini.
3. Bapak Prof. Dr. Indrabayu, S.T., M.T., M. Bus.Sys, Ibu Mukarammah Yusuf, B. Sc., M. Sc., Ph. D dan Prof. Dr. Eng. Ir. Syafaruddin, S.T, M.Eng., IPU, selaku penguji yang memberikan masukan dan saran yang membangun selama proses penelitian yang penulis lakukan.
4. Dosen, staf dan mahasiswa Universitas Sulawesi Barat khususnya program studi Informatika yang selama ini memberikan dukungan dan motivasi untuk melanjutkan Pendidikan di Universitas Hasanuddin.
5. Ayahanda penulis Andi Syamsul Bahri dan ibunda tercinta Hj. Andi

Salmah, S.Pd yang telah memberikan dukungan materil, doa dan motivasi yang kuat kepada penulis, hingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

6. Kakak dan adik saya yang selalu memberikan nasehat dan semangat dalam menempuh proses Pendidikan penulis.
7. Teman-teman penulis dari sabang sampai Merauke yang selalu mendoakan kebaikan dan mendukung penulis dalam menyelesaikan Pendidikan Magister Teknik Informatika di Universitas Hasanuddin.
8. Rekan-rekan Lab. CBS Departemen Teknik Informatika yang selalu memberikan dukungan dalam suka maupun duka dalam proses penyelesaian tesis ini.
9. Rekan-rekan Mahasiswa S2 Departemen Teknik Informatika angkatan 2020 yang selalu mendukung dalam proses penyelesaian tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis yang penulis buat masih jauh dari kata sempurna dan di dalam penyelesaiannya masih menemui kesulitan dan hambatan, sehingga penulis tetap mengharapkan saran dan kritik untuk pengembangan lebih lanjut, agar dapat memberikan manfaat yang banyak bagi semua pembaca.

Akhirnya, penulis menyampaikan permohonan maaf yang sebesar-besarnya kepada pembaca seandainya terdapat kesalahan-kesalahan di dalam tesis ini dan penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Gowa, 20 November 2023
Yang menyatakan

Andi Saenong
NIM. D082202034

ABSTRAK

ANDI SAENONG. (Indentifikasi Perilaku Reproduksi Unggas Menggunakan Visi Komputer dibimbing oleh **Zahir Zainuddin, Muhammad Niswar**).

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem identifikasi unggas jenis Entog (*Cairina Moschata*) dari pengenalan perilaku reproduksi (Kawin, Tidak Kawin, dan Megeram) menggunakan algoritma *machine learning* untuk melakukan pengolahan data citra dari inputan ip kamera dan teknologi *internet of things* untuk melakukan monitoring temperatur dan kelembaban kandang berbasis jaringan. Sistem dirancang menggunakan bahasa pemrograman python, *library* OpenCV, dan database MySQL. Tahapan awal penelitian ini adalah membagi area kandang menggunakan *Region of Interest* (ROI), kandang dibagi menjadi dua area yang terdiri dari area kawin dan area mengeram. Pengenalan perilaku pada masing-masing area menggunakan metode yang berbeda, Pada kawin menggunakan *background subtraction* untuk mendeteksi unggas entog, dan *Support Vector Machine* (SVM) digunakan untuk klasifikasi jenis perilaku kawin dan tidak kawin. Untuk meningkatkan hasil deteksi dari *background subtraction* maka digunakan metode morfologi *detect shadow, erosion, dilation*, dan penentuan bounding box pada ukuran 150 x 150 piksel. Pada area mengeram menggunakan *Oriented FAST and rotated BRIEF* (ORB) untuk mengekstrak fitur *key-point* kemudian dilakukan pencocokan *key-point* antara *citra template* dan citra frame menggunakan *BFMatcher*. Kinerja dari metode yang digunakan untuk melakukan identifikasi perilaku mencapai 82.03%. Penggunaan sensor BME280 dan arduino ESP8266 digunakan untuk monitoring temperatur kandang dan akan berjalan bersamaan dengan indentifikasi perilaku, untuk mengetahui temperatur pada masing-masing perilaku. Arsitektur yang dibangun pada sistem identifikasi berjalan dengan baik yang ditandai dengan terupdatenya database MYSQL.

Kata kunci: Deteksi perilaku reproduksi, *Region of Interest* (ROI), *background subtraction*, *Support Vector Machine* (SVM), *Oriented FAST and rotated BRIEF* (ORB).

ABSTRACT

ANDI SAENONG. (*Identification Of Poultry Reproductive Behavior Using Computer Vision* supervised by **Zahir Zainuddin, Muhammad Niswar**).

This research aims to develop an Entog poultry identification system. (Cairina Moschata) poultry from reproductive behaviour recognition (Mating, Not-Mating, and Brooding) using machine learning algorithms to process image data from ip camera input and internet of things technology to monitor temperature and humidity of network-based cages. The system is designed using python programming language, OpenCV library, and MySQL database. The initial stage of this research is to divide the cage area using Region of Interest (ROI), the cage is divided into two areas consisting of the mating area and the brooding area. Behaviour recognition in each area uses different methods, in mating area using background subtraction to detect entog birds, and Support Vector Machine (SVM) is used for classification of Mating and Not-Mating behaviour types. To improve the detection results of background subtraction, morphological methods of detect shadow, erosion, dilation, and determination of bounding boxes at a size of 150 x 150 pixels are used. In brooding area, Oriented FAST and rotated BRIEF (ORB) is used to extract key-point features and then key-point matching is performed between the template image and frame image using BFMatcher. The performance of the method used to identify behaviour reached an 82.03%. The use of BME280 sensor and arduino ESP8266 is used for cage temperature monitoring and will run simultaneously with behaviour identification, to determine the temperature of each behaviour. The architecture built on the quantisation system is running well as indicated by the updated MYSQL database.

Keywords: Detection of reproductive behaviour, Region of Interest (ROI), background subtraction, Support Vector Machine (SVM), Oriented FAST and Rotated BRIEF (ORB).

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| PENGAJUAN TESIS..... | ii |
| PERSETUJUAN TESIS | iii |
| PERNYATAAN KEASLIAN TESIS | iv |
| KATA PENGANTAR..... | v |
| ABSTRAK | vii |
| ABSTRACT | viii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR TABEL..... | xii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang Masalah..... | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah..... | 5 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 6 |
| 1.4 Manfaat Penelitian..... | 6 |
| 1.5 Batasan Masalah..... | 6 |
| BAB II KAJIAN LITERATUR | 8 |
| 2.1 Kajian Pustaka..... | 8 |
| 2.1.1 Pemantauan konvensional..... | 8 |
| 2.1.2 <i>Semi-Supervised Learning</i> | 8 |
| 2.1.3 Perilaku reproduksi | 9 |
| 2.1.4 <i>Internet of things</i> | 10 |
| 2.1.5 <i>Machine learning</i> | 11 |

| | |
|--|-----------|
| 2.1.6 Entog (<i>cairina moschata/muscovy duck</i>)..... | 13 |
| 2.1.7 Teknik pengolahan citra..... | 14 |
| 2.1.8 ROI (<i>Region of Interest</i>)..... | 15 |
| 2.1.9 <i>Background subtraction</i> | 16 |
| 2.1.10 ORB (<i>Oriented FAST and rotated BRIEF</i>)..... | 17 |
| 2.1.11 <i>BFMatcher (Brute-Force Matcher)</i> | 20 |
| 2.1.12 SVM (<i>Support Vector Machine</i>)..... | 21 |
| 2.1.13 Database MySQL..... | 23 |
| 2.1.14 Perangkat kamera imou..... | 24 |
| 2.1.15 Modul Arduino ESP8266..... | 25 |
| 2.1.16 Modul Sensor BME 280..... | 26 |
| 2.2 Tinjauan Jurnal Penelitian..... | 28 |
| 2.3 <i>State of The Art</i> | 28 |
| 2.4 Kerangka Pikir Penelitian..... | 41 |
| BAB III METODE PENELITIAN..... | 44 |
| 3.1 Jenis Penelitian..... | 44 |
| 3.2 Tahapan Penelitian..... | 44 |
| 3.3 Instrumen Penelitian..... | 46 |
| 3.4 Skenario Pengambilan Data..... | 47 |
| 3.5 Sumber Data..... | 49 |
| 3.5.1 Data primer..... | 49 |
| 3.5.2 Data sekunder..... | 49 |
| 3.6 Sampel Data..... | 49 |
| 3.6.1 Dataset kawin dan tidak-kawin..... | 50 |
| 3.6.2 Dataset mengeram..... | 51 |

| | |
|--|------------|
| 3.7 Desain Sistem..... | 51 |
| 3.8 Tahapan Pengenalan Perilaku Unggas | 53 |
| 3.8.1 Input video | 54 |
| 3.8.2 Pre-processing..... | 54 |
| 3.8.3 ROI (<i>Region of Interest</i>) | 55 |
| 3.8.4 ORB (<i>Oriented FAST and Rotated BRIEF</i>) | 56 |
| 3.8.5 <i>Background Substraction (MOG2)</i> | 60 |
| 3.8.6 SVM (<i>Support Vector Machine</i>)..... | 66 |
| 3.9 Monitoring Temperatur Kandang..... | 69 |
| 3.9.1 Instalasi sensor ke NodeMCU | 69 |
| 3.10 Menyimpan Data Perilaku dan Temperatur | 70 |
| 3.11 Evaluasi Kinerja Model..... | 71 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 73 |
| 4.1 Jenis Model Data..... | 73 |
| 4.2 Pembagian Area menggunakan <i>ROI</i> | 74 |
| 4.3 <i>Background Modelling (ROI 2)</i> | 76 |
| 4.4 Klasifikasi SVM..... | 81 |
| 4.5 Permodelan fitur Mengeram (ORB) <i>ROI 1</i> | 85 |
| 4.6 Pengujian Sistem Identifikasi Perilaku | 89 |
| 4.7 Pengujian Arsiterktur Sistem | 95 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 98 |
| 5.1 KESIMPULAN | 98 |
| 5.2 SARAN | 98 |
| DAFTAR PUSTAKA | 100 |
| LAMPIRAN..... | 104 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 1 State of the art..... | 30 |
| Tabel 2 Dataset training dan testing | 50 |
| Tabel 3 Konfigurasi pin ESP8266 dan BME280..... | 70 |
| Tabel 4 Trial and error implementasi ORB | 87 |
| Tabel 5 Validasi Perhitungan Akurasi | 90 |
| Tabel 6 Sampel temperature periode 1 bulan | 96 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1. Perilaku reproduksi unggas..... | 10 |
| Gambar 2. Konsep <i>internet of things (IoT)</i> | 10 |
| Gambar 3. Cabang <i>artificial intelegence</i> | 11 |
| Gambar 4. Konsep <i>machine learning</i> | 13 |
| Gambar 5. Entog..... | 14 |
| Gambar 6. Representasi citra digital 2 dimensi | 15 |
| Gambar 7. Implementasi ROI pada frame..... | 16 |
| Gambar 8. Segmentasi <i>background subtraction</i> | 16 |
| Gambar 9. Pengurangan latar belakang(Vijaysinh Lendave, 2021)..... | 17 |
| Gambar 10. Ekstraksi <i>key-point</i> ORB | 18 |
| Gambar 11. Penetapan <i>feature matching</i> (doxygen, 2019) | 21 |
| Gambar 12. SVM mencari <i>hyperplane</i> terbaik (Buntoro, 2017)..... | 22 |
| Gambar 13. Tampilan fisik Ip kamera IMOU Cue 2..... | 24 |
| Gambar 14. Modul ESP8266 Arduino | 26 |
| Gambar 15. Sensor BME 280..... | 28 |
| Gambar 16. Lokasi Penelitian..... | 44 |
| Gambar 17. Tahapan Penelitian..... | 45 |
| Gambar 18. Pengaturan posisi kamera | 48 |
| Gambar 19. Skenario Pengambilan Data..... | 48 |
| Gambar 20. Sampel perilaku kawin..... | 50 |
| Gambar 21. Sampel perilaku tidak-kawin | 51 |
| Gambar 22. Template Citra Mengeram..... | 51 |
| Gambar 23. Desain arsitektur sistem..... | 52 |
| Gambar 24 <i>flowchart</i> pengenalan perilaku..... | 53 |
| Gambar 25. Kumpulan data Video | 54 |
| Gambar 26 Alur ekstraksi frame | 55 |
| Gambar 27. <i>Flowchart</i> ROI..... | 56 |
| Gambar 28. <i>Implementais</i> ROI a) area mengeram, b) area kawin..... | 56 |
| Gambar 29 Penentuan Fitur Key-point..... | 57 |
| Gambar 30. <i>Flowchart</i> deteksi mengeram..... | 58 |
| Gambar 31. <i>Keypoint detection</i> | 59 |

| | |
|--|----|
| Gambar 32. Pencocokan keypoint. | 60 |
| Gambar 33. <i>Flowchart</i> deteksi unggas | 61 |
| Gambar 34. Hasil konversi RGB ke <i>Grayscale</i> | 62 |
| Gambar 35. Ilustrasi hasil <i>Frame Difference</i> | 63 |
| Gambar 36. Proses <i>binarization</i> | 63 |
| Gambar 37. Gambaran proses <i>erosion</i> | 64 |
| Gambar 38. Hasil penggunaan erosi..... | 64 |
| Gambar 39. Operasi morfologi dilasi | 65 |
| Gambar 40. <i>Bounding box</i> 150x150 piksel | 66 |
| Gambar 41. <i>flowchart</i> pelatihan dan pengujian Algoritma SVM..... | 66 |
| Gambar 42. Hasil ekstraksi fitur..... | 68 |
| Gambar 43. Skema BME280 dan ESP8266 | 70 |
| Gambar 44. Menyimpan data perilaku ke MySQL | 70 |
| Gambar 45. Menyimpan data suhu ke database | 71 |
| Gambar 46. Sampel data perilaku kawin..... | 73 |
| Gambar 47. Sampel data tidak-kawin..... | 74 |
| Gambar 48. Sampel data mengering..... | 74 |
| Gambar 49 Hasil Implementasi ROI | 75 |
| Gambar 50 <i>Frame difference</i> | 76 |
| Gambar 51 <i>source code background subtraction</i> | 77 |
| Gambar 52. <i>Threshold 250 background</i> | 78 |
| Gambar 53. <i>Erosion (Iterations=1)</i> | 79 |
| Gambar 54 Erosi code | 79 |
| Gambar 55. <i>Dilation (Iterations =10)</i> | 80 |
| Gambar 56 <i>Dilation code</i> | 80 |
| Gambar 57. Hasil deteksi <i>background subtraction</i> | 81 |
| Gambar 58 <i>Source code training data</i> | 82 |
| Gambar 59. <i>Confusion Matrix SVM</i> | 84 |
| Gambar 60 Hasil deteksi kawin dan tidak-kawin ROI 2 | 85 |
| Gambar 61 <i>Source code ORB detector</i> | 86 |
| Gambar 62 <i>Code Matches</i> | 88 |
| Gambar 63 Kesalahan deteksi objek..... | 94 |

Gambar 64 Output sistem 95
Gambar 65 Data perilaku dan temperatur..... 96

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Unggas merupakan hewan yang paling banyak dimanfaatkan daging dan telurnya, selain itu daging dan telur unggas juga memiliki beragam manfaat bagi kehidupan manusia (hewanpedia, 2021). Pengolahan makanan dari daging dan telur unggas hampir ditemui setiap hari, hal tersebut mengakibatkan konsumsi daging unggas dari tahun ke tahun semakin meningkat, dikutip dari Himpunan Peternak Unggas Lokal Indonesia (Himpuli), produksi pengolahan daging unggas pada 2018 diperkirakan naik 15 %. Rata-rata produksi peternak lokal baru mencapai 45.000 ton per tahun, padahal permintaan daging nasional diestimasi meningkat 75.000 ton per tahun, disebabkan oleh pertumbuhan populasi manusia yang semakin tahun semakin meningkat (Prof Ali Agus, 2018).

Untuk memenuhi kebutuhan yang terus meningkat akan daging dan telur unggas setiap tahunnya, berbagai studi telah dilakukan untuk meningkatkan produksi tersebut. Salah satunya adalah dengan mengamati perilaku mengeram dan bertelur pada unggas. Melalui pengujian sampel, para peneliti telah menganalisis aktivitas yang terkait dengan perilaku ini. Hasil pengamatan ini memberikan pemahaman lebih mendalam tentang genetika dan neuroendokrin yang berperan dalam sifat bertelur pada unggas. Pengetahuan ini diharapkan dapat digunakan untuk mengembangkan strategi yang lebih efektif, seperti meningkatkan perilaku mengeram pada bebek muscovy, guna memenuhi kebutuhan produksi daging dan telur unggas (Ye et al., 2019).

Penelitian dilakukan untuk membandingkan perilaku unggas yang dipelihara dalam kandang dan yang dipelihara tanpa menggunakan kandang. Tujuannya adalah untuk meningkatkan pertumbuhan *muscovy duck*. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam perilaku makan dan minum pada unggas yang dipelihara menggunakan sistem kandang (Abdel-Hamid et al., 2020). Para peneliti telah melakukan pemantauan terhadap karakteristik perkawinan *muscovy duck* dengan menggunakan metode eksperimental menggunakan kamera CCTV. Dengan memperhatikan frekuensi, durasi, waktu,

dan lokasi dari proses kawin tersebut. Hasil dari penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan karakteristik kawin pada berbagai jenis *muscovy duck* (Dini Widianigrum et al., 2021). Penggunaan CCTV dengan pendekatan eksploratif telah dilakukan untuk memahami perilaku *muscovy duck* saat mengerami telur itik dalam kondisi pemeliharaan yang basah dan kering. Hasil dari penelitian ini mengungkapkan bahwa *muscovy duck* selalu berupaya menjaga kelembaban dan suhu tubuh saat mereka mengerami telur itik dengan menggunakan air, baik dalam lingkungan yang basah maupun kering (Angga Yana et al. 2016).

Pemantauan perilaku unggas memang dapat memberikan manfaat besar dalam memahami kesejahteraan unggas serta membantu peternak dalam pengambilan keputusan yang lebih baik terkait kondisi unggasnya. Namun, metode konvensional dalam penelitian memiliki sejumlah keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pengamatan langsung oleh manusia bisa bersifat subjektif dan berisiko mempengaruhi unggas yang diamati. Selain itu, ada risiko penularan penyakit dari unggas ke pengamat, membutuhkan sumber daya manusia yang tersedia setiap saat, dan dapat menimbulkan stres pada unggas. Stres yang berkepanjangan dapat berdampak negatif pada kesehatan dan kinerja unggas.

Penggunaan CCTV sebagai alat pemantauan juga memiliki tantangan tersendiri. Pengamat harus melihat kembali rekaman video secara menyeluruh, yang bisa rentan terhadap kesalahan manusia (human error). Oleh karena itu, dibutuhkan metode yang lebih efektif dan efisien untuk melakukan pemantauan unggas yang dapat menghasilkan informasi yang lebih akurat. Pengembangan sistem pemantauan perilaku unggas yang menggabungkan kamera dengan teknologi *Artificial Intelligence (AI)* adalah langkah yang sangat menjanjikan dalam membantu peternak mengambil keputusan yang lebih baik terkait reproduksi unggas.

Dengan penggunaan kamera yang terkoneksi dengan teknologi AI, sistem ini dapat secara otomatis menganalisis pola perilaku unggas secara sistematis. AI dapat dilatih untuk mengenali berbagai perilaku, seperti pola mengerami, aktivitas makan dan minum, atau perilaku reproduksi yang mungkin menandakan produktivitas unggas untuk menghasilkan telur atau daging.

Penerapan teknologi AI memungkinkan sistem untuk mengidentifikasi dan

mengklasifikasikan pola perilaku secara real-time, mengurangi keterbatasan yang terkait dengan pengamatan manusia yang subjektif dan rentan terhadap kesalahan. Dengan demikian, sistem ini dapat memberikan informasi yang lebih akurat dan dapat membantu peternak dalam mengambil keputusan yang lebih tepat terkait manajemen ternak dan pemanfaatan produksi unggas untuk telur atau daging.

Penelitian yang menggunakan algoritma seperti *Local Binary Pattern (LBP)*, *Blur*, dan *Otsu's* merupakan langkah inovatif dalam pengenalan pola perilaku unggas dari citra kamera. Penelitian ini fokus pada perhitungan statistik distribusi jumlah ayam pedaging dalam kandang dengan menggunakan teknologi CCTV yang terhubung ke DVR. Hasil performa pengujian dataset dengan metrik *Area Under Curve (AUC)* pada area *Receiver Operating Characteristic (ROC)* mencapai nilai yang sangat baik, yaitu 0,9864 (Reza Fadhlurrohman et al., 2021). Ini menunjukkan kemampuan sistem dalam mengenali unggas dan bukan unggas dengan tingkat akurasi yang tinggi. Namun, terdapat kelemahan yang perlu diperhatikan, yaitu sistem ini tidak mampu mengenali ayam secara akurat dalam kondisi dimana ayam berada sangat dekat satu sama lain. Hal ini bisa menjadi masalah dalam lingkungan kandang di mana unggas seringkali berkumpul dalam jarak yang sangat dekat. Solusi untuk meningkatkan sistem mungkin melibatkan pengembangan algoritma yang lebih canggih atau penggunaan teknologi tambahan untuk memperbaiki pengenalan dalam situasi di mana unggas berdekatan erat.

Penelitian menggunakan metode *You Only Look Once (YOLO) v3* untuk mengenali perilaku unggas, khususnya mengenali apakah ayam dalam kondisi sehat atau sakit dari enam jenis perilaku normal. Hasil eksperimen menunjukkan tingkat keberhasilan yang cukup tinggi dalam pengenalan citra untuk setiap perilaku yang diamati. Untuk perilaku kawin, pengenalan mencapai 94,72%, sedangkan untuk perilaku berdiri mencapai 94,57%. Perilaku makan berhasil diidentifikasi dengan tingkat keberhasilan sebesar 93,10%, sementara perilaku menyebar mencapai 92,02%. Dalam mengenali perilaku berkelahi, tingkat keberhasilannya adalah 88,67%, dan untuk perilaku minum, tingkat keberhasilan mencapai 86,88%. Hasil ini menunjukkan bahwa YOLO v3 memiliki kemampuan yang baik dalam mengenali perilaku-perilaku umum pada ayam, dan khususnya mampu membedakan antara perilaku sehat dan sakit dengan tingkat keberhasilan yang

memuaskan. Hal ini dapat menjadi landasan yang kuat untuk pengembangan sistem yang lebih canggih dalam memonitor dan mendeteksi perilaku ayam secara efektif (Wang et al., 2020).

Metode *Improved Feature Fusion Single Shot MultiBox Detector (IFSSD)* merupakan perkembangan dari model *Single Shot MultiBox Detector (SSD)* yang bertujuan untuk mengenali perilaku ayam pedaging yang sakit. Hasil dari penelitian ini menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam kinerja model SSD. IFSSD berhasil mencapai tingkat keberhasilan yang sangat tinggi, yakni mencapai 99,7%. Hal ini menandakan kemampuan yang luar biasa dalam mengenali perilaku ayam pedaging yang sakit. Peningkatan ini dapat dianggap sebagai langkah maju yang signifikan dalam deteksi kondisi kesehatan ayam melalui pengenalan perilaku. Keakuratan yang tinggi dari model IFSSD dalam mengidentifikasi perilaku ayam pedaging yang sakit dapat menjadi landasan yang kuat untuk sistem pemantauan kesehatan ternak yang lebih canggih dan efektif di dalam industri peternakan. (Zhuang & Zhang, 2019).

Penggunaan teknologi *Machine Learning* dan *Deep Learning* telah membawa kemajuan besar dalam pemantauan perilaku unggas melalui pengolahan citra dari kamera, dengan tingkat akurasi yang bervariasi antara 86% hingga 99%. Namun, untuk meningkatkan pemantauan unggas, terdapat pendekatan baru dengan menambahkan sensor temperatur dalam monitoring perilaku reproduksi. Penambahan sensor temperatur memungkinkan pengumpulan informasi tambahan tentang lingkungan kandang yang dapat memengaruhi perilaku reproduksi unggas. Suhu lingkungan yang ekstrem atau tidak sesuai dapat mengganggu perilaku reproduksi yang normal. Oleh karena itu, monitoring suhu lingkungan kandang menjadi krusial untuk memastikan kesejahteraan unggas. Dengan memantau suhu lingkungan secara bersamaan dengan perilaku reproduksi melalui teknologi pemantauan visual, peternak dapat memperoleh informasi yang lebih komprehensif tentang faktor-faktor lingkungan yang mungkin mempengaruhi kinerja reproduksi unggas. Ini memberikan peluang untuk lebih efektif dalam menjaga kesejahteraan dan produktivitas unggas dengan mengatasi perubahan suhu yang dapat memengaruhi perilaku reproduksi normal (Reza Fadhlurrohman et al., 2021).

Oleh karena itu, pada penelitian mengusulkan judul “**Indetifikasi Perilaku Reproduksi Unggas Menggunakan Visi Komputer**” menghadirkan sebuah pendekatan yang mencakup berbagai teknologi untuk memahami perilaku reproduksi unggas dan memonitor kondisi lingkungan. Metode yang diusulkan dalam penelitian ini melibatkan penggunaan algoritma *Region of Interest (ROI)*, *Background Subtraction*, *Oriented FAST and Rotated BRIEF (ORB)*, dan *Support Vector Machine (SVM)* untuk membangun model pengenalan perilaku reproduksi unggas. Model ini dirancang untuk mengidentifikasi perilaku kawin, tidak-kawin, dan mengeram pada unggas.

Selain itu, penelitian ini juga menggunakan sensor suhu berbasis *Internet of Things (IoT)* untuk melakukan pemantauan terhadap suhu lingkungan kandang secara real-time. Kombinasi antara penggunaan kamera untuk pengenalan perilaku reproduksi dan sensor suhu untuk memantau lingkungan memberikan informasi yang lebih komprehensif tentang pengaruh suhu lingkungan terhadap perilaku reproduksi unggas.

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya fokus pada pemahaman perilaku reproduksi unggas melalui visi komputer, tetapi juga menambahkan dimensi baru dengan memperhitungkan faktor lingkungan seperti suhu. Hal ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang bagaimana suhu lingkungan memengaruhi perilaku reproduksi unggas, yang pada gilirannya dapat membantu peternak dalam mengoptimalkan kondisi kandang untuk meningkatkan kesejahteraan dan produktivitas unggas (Nurul Huda, 2022) (Reza Fadhlurrohman et al., 2021).

Pemantauan perilaku reproduksi unggas dapat menjadi salah satu kunci penting dalam meningkatkan produksi daging dan telur unggas. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana unggas berperilaku selama proses reproduksi, peternak dapat mengidentifikasi pola-pola yang menandakan produktivitas tinggi.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana membangun model sistem identifikasi perilaku reproduksi unggas (Kawin, Tidak Kawin, dan Mengeram) dengan menggunakan visi komputer?
2. Bagaimana membangun arsitektur komunikasi interaksi antar perangkat untuk melakukan identifikasi perilaku menggunakan visi komputer dan monitoring temperatur menggunakan sensor?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

1. model sistem identifikasi perilaku reproduksi unggas (Kawin, Tidak Kawin, dan Mengeram) dengan menggunakan visi komputer.
2. Membangun arsitektur komunikasi interaksi antar perangkat untuk melakukan identifikasi perilaku menggunakan visi komputer dan monitoring temperatur menggunakan sensor.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Menambah wawasan pada bidang penelitian tentang identifikasi perilaku reproduksi unggas menggunakan citra digital dan sensor.
2. Berkontribusi pada industri peternakan untuk memberikan informasi berharga dalam meningkatkan hasil produksi telur dan daging, juga mengoptimalkan manajemen reproduksi, mengidentifikasi masalah reproduksi yang mungkin terjadi, dan mengambil tindakan yang diperlukan untuk meningkatkan produktivitas unggas.
3. Menjadi referensi karya ilmiah bagi para akademik atau praktisi mengenai sistem pemantauan unggas menggunakan visi komputer dan monitoring temperatur menggunakan sensor di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini difokuskan pada unggas jenis Entog (*Cairina moschata*) umur 7-9 bulan.
2. Monitoring berfokus pada pengenalan pola perilaku reproduksi (Kawin, Tidak kawin dan Mengeram) dari inputan kamera.
3. Sumber data training yang digunakan berupa rekaman video perilaku reproduksi dari ip kamera.
4. Pengambilan data dilakukan selama 2 bulan pada kandang yang telah diatur.

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Kajian Pustaka

Tinjauan pustaka yang tertuang pada bab ini hasil dari studi pendahuluan yang telah dilaksanakan oleh penyusun, studi pendahuluan yang dilakukan adalah studi literatur dengan melaksanakan *review* terhadap jurnal internasional yang relevan dengan tema penelitian, melakukan *review* buku dan modul yang mendukung materi, melaksanakan browsing di internet dan juga menganalisis video yang relevan.

2.1.1 Pemantauan konvensional

Istilah konvensional mengacu pada metode atau pendekatan tradisional yang umumnya digunakan sebelum adanya penggunaan teknologi modern atau metode yang lebih canggih. Metode konvensional sering melibatkan penggunaan sumber daya manusia secara langsung untuk melakukan pemantauan, pengamatan visual, dan pencatatan manual (Siti Badriyah, 2018).

2.1.2 *Semi-Supervised Learning*

"Semi-Supervised Learning" (Pembelajaran *Semi-Supervised*) adalah pendekatan dalam pembelajaran mesin di mana model menggunakan kombinasi data yang berlabel (*supervised learning*) dan tidak berlabel (*unsupervised learning*) untuk melakukan pelatihan.

Pada umumnya, data yang berlabel yang telah diberi tag atau label yang menunjukkan output yang diinginkan biasanya sulit dan mahal untuk diperoleh karena memerlukan waktu dan sumber daya manusia untuk memberikan label. Di sisi lain, data yang tidak berlabel lebih mudah didapat, tetapi sulit digunakan secara langsung untuk melatih model karena kurangnya informasi tentang output yang diinginkan.

Dalam pembelajaran *semi-supervised*, model belajar dari data yang memiliki

sejumlah kecil label dan sejumlah besar data tanpa label. Dengan memanfaatkan informasi dari kedua jenis data ini, model dapat memperbaiki generalisasinya terhadap data yang tidak terlihat sebelumnya.

Pendekatan ini berguna ketika jumlah data yang berlabel terbatas tetapi data tanpa label melimpah. Dengan memanfaatkan informasi dari data yang tidak berlabel, model dapat meningkatkan kinerjanya dibandingkan dengan hanya menggunakan data yang berlabel saja (*A Gentle Introduction to Semi Supervised Learning / by Gayatri Sharma / Medium, n.d.*).

2.1.3 Perilaku reproduksi

Tingkah laku adalah reaksi organisme terhadap rangsangan tertentu atau sikap yang ditunjukkan sebagai reaksi terhadap lingkungannya. Hewan bertingkah laku sebagai usahanya untuk beradaptasi terhadap lingkungan di mana faktor genetik dan lingkungan terlibat di dalamnya (Maisarah et al., n.d.). Perilaku reproduksi unggas merupakan komponen yang diwariskan dari lahir (naluri) dan yang diperoleh semasa hidupnya (pengalaman). Naluri tersebut terdiri atas refleks-refleks sederhana, respon-respon dari berbagai unsur dan pola. Hal ini dapat berpengaruh terhadap produktivitas telur dan bibit yang dihasilkan.

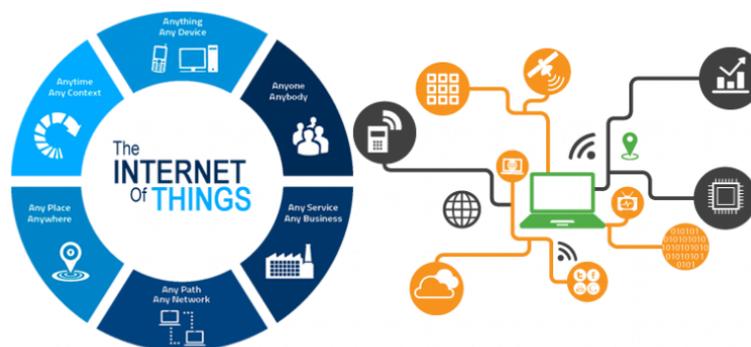
Performa tingkah laku individu dipengaruhi oleh factor genetik dan lingkungan perilaku kompleks yang dipelajari sehingga menjadi kebiasaan. Proses perkawinan, bertelur, dan mengeram merupakan tingkah laku reproduksi unggas (Dini Widianigrum et al., 2021). Sejumlah riset telah dilakukan terkait perilaku seksual pada unggas. Salah satunya menggambarkan lima tahapan dalam perilaku kawin alami pada itik, yaitu tahap perayuan (*courtship*), tahap naik ke punggung dan penataan posisi (*mounting and positioning*), perangsangan betina (*stimulating*), ereksi dan ejakulasi (*erection and ejaculation*), serta gerakan setelah kawin (*post-coital display*) (Maisarah et al., n.d.). Gambaran siklus reproduksi unggas dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Perilaku reproduksi unggas

2.1.4 Internet of things

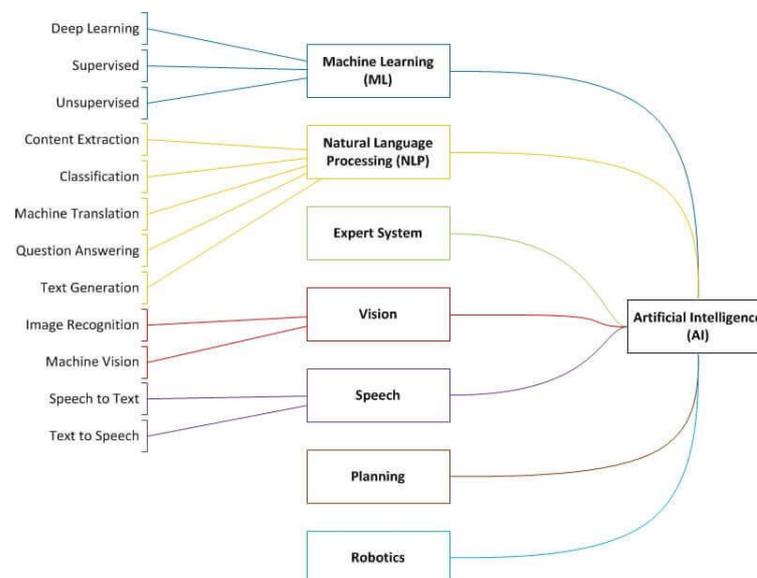
Internet of Things atau dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus yang memungkinkan kita untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan dan aktuator untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri, sehingga memungkinkan mesin untuk berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen. *Internet of Things* atau sering disebut IoT adalah sebuah gagasan di mana semua benda di dunia nyata dapat berkomunikasi satu dengan yang lain sebagai bagian dari satu kesatuan sistem terpadu menggunakan jaringan internet sebagai penghubung (adminweb, 2022). Secara umum konsep IoT dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Konsep *internet of things* (IoT)

2.1.5 Machine learning

Pembelajaran mesin (*Machine learning*) atau disingkat (ML) adalah cabang dari kecerdasan buatan yang fokus pada pengembangan algoritma dan model komputer yang dapat belajar dari data dan mengambil keputusan atau melakukan tugas tanpa pemrograman eksplisit, secara garis besar terbagi tujuh cabang, yaitu *machine learning*, *natural language processing*, *expert system*, *vision*, *speech*, *planning* dan *robotics* seperti yang terlihat pada Gambar 3. Percabangan dari kecerdasan buatan tersebut dimaksudkan untuk mempersempit ruang lingkup saat pengembangan atau belajar AI, karena pada dasarnya kecerdasan buatan memiliki ruang lingkup yang sangat luas.



Gambar 3. Cabang *artificial intelegence*

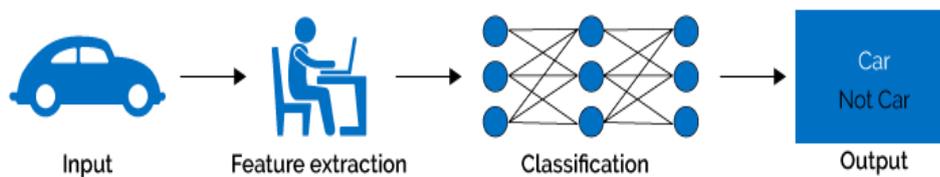
Tujuan utama *machine learning* adalah mengembangkan sistem yang dapat mempelajari pola atau perilaku yang tersembunyi dalam data, dan kemudian menggunakan pengetahuan yang diperoleh untuk membuat prediksi, pengklasifikasian, atau pengambilan keputusan. Secara umum, ada tiga tipe utama pembelajaran mesin:

1. Pembelajaran terawasi (*Supervised Learning*): Algoritma pembelajaran mesin menerima data yang sudah dilabeli dengan benar (misalnya, citra yang telah diklasifikasikan dengan label yang tepat) sebagai contoh latihan dan menggunakan data tersebut untuk mempelajari hubungan antara fitur-

fitur input dan label yang sesuai. Setelah pelatihan, model dapat digunakan untuk membuat prediksi atau mengklasifikasikan data baru berdasarkan pola yang telah dipelajari.

2. Pembelajaran tidak terawasi (*Unsupervised Learning*): Dalam pembelajaran tidak terawasi, algoritma bekerja dengan data yang tidak memiliki label atau anotasi yang jelas. Tujuan utamanya adalah menggali struktur atau pola tersembunyi dalam data tersebut. Algoritma ini dapat digunakan untuk mengelompokkan data menjadi kelompok-kelompok yang serupa (*klustering*) atau mengurutkan data dalam cara yang bermakna (dimensi reduksi). Pembelajaran tidak terawasi dapat membantu mengidentifikasi wawasan baru atau memahami lebih dalam tentang data yang kompleks.
3. Pembelajaran Penguatan (*Reinforcement Learning*): Pembelajaran penguatan melibatkan proses di mana algoritma pembelajaran mesin, yang disebut agen, belajar berinteraksi dengan lingkungannya. Agen diberikan umpan balik positif atau negatif (*reward* atau *punishment*) berdasarkan tindakan yang diambilnya, dan tujuan agen adalah memaksimalkan jumlah *reward* yang diperoleh dari lingkungan melalui eksplorasi dan pembelajaran.

Machine learning telah diterapkan dalam berbagai bidang, termasuk pengenalan wajah, pengenalan suara, analisis data medis, pengenalan pola, analisis risiko keuangan, dan banyak lagi. Algoritma dan model *machine learning* seperti jaringan saraf tiruan (*neural networks*), pohon keputusan (*decision trees*), atau algoritma *k-means clustering* telah menjadi sangat populer dalam komunitas kecerdasan buatan. Istilah *machine learning* pertama kali dikemukakan oleh beberapa ilmuwan matematika seperti *Adrien Marie Legendre*, *Thomas Bayes* dan *Andrey Markov* pada tahun 1920-an dengan mengemukakan dasar-dasar *machine learning* dan konsepnya. Sejak saat itu ML banyak yang mengembangkan. Salah satu contoh dari penerapan ML yang cukup terkenal adalah *Deep Blue* yang dibuat oleh IBM pada tahun 1996 (Ahmad Roihan et all 2019). Berikut konsep *machine learning* Gambar 4.

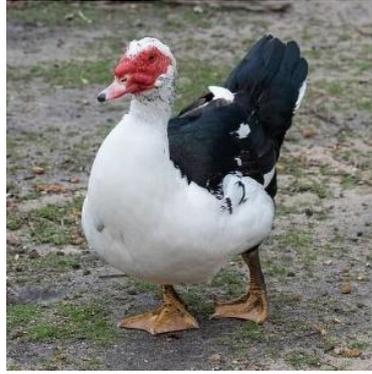


Gambar 4. Konsep *machine learning*

2.1.6 Entog (*cairina moschata/muscovy duck*)

Salah satu jenis ternak unggas air yang memiliki banyak keunggulan adalah entog (*cairina moschata*) Gambar 5. Entog merupakan salah satu jenis unggas air hasil domestikasi yang telah banyak dibudidayakan dikalangan peternak tradisional Indonesia. Jenis unggas air ini dikenal memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan jenis ternak unggas air lainnya. Keunggulan Entog yang dikenal adalah sebagai penghasil daging, telur, dan penghasil bulu serta sebagai mesin penetas alami yang sangat baik. Produk utama yang diharapkan dari pemeliharaan entog adalah daging, karena entog memiliki bobot badan yang tinggi dibandingkan ayam dan itik.

Pemanfaatan ternak entog sebagai penghasil daging telah lama dikenal oleh peternak karena bobot badan entog yang lebih besar serta rasa dagingnya yang tidak kalah lezat dibandingkan dengan itik. Daging entog merupakan daging yang berkualitas tinggi karena mengandung kadar lemak rendah dan cita rasanya pun gurih dan spesifik. budidaya ternak entog sebagai penghasil daging mempunyai prospek yang sangat baik, karena entog mempunyai laju pertumbuhan dan bobot karkas yang sangat baik dibandingkan dengan jenis unggas air lainnya. Meskipun dikenal sebagai ternak penghasil daging yang baik, pemanfaatan ternak Entog dikalangan peternak tradisional masih terbatas, pada umumnya hanya sebagai penetas telur ayam dan itik.



Gambar 5. Entog

2.1.7 Teknik pengolahan citra

Pengolahan citra digital (*Digital Image Processing*) adalah sebuah disiplin ilmu yang mempelajari tentang teknik-teknik mengolah citra. Citra yang dimaksud disini adalah citra diam (foto) maupun citra bergerak (yang berasal dari *webcam*). Sedangkan digital disini mempunyai maksud bahwa pengolahan citra dilakukan secara digital menggunakan komputer (Shpakov & Bogomolov, 1981). Sebuah citra digital dapat diwakili oleh sebuah matriks dua dimensi $f(x, y)$ yang terdiri dari M kolom dan N baris, di mana perpotongan antara kolom dan baris disebut piksel (*pixel = picture element*) atau elemen terkecil dari sebuah citra (1).

$$f(x, y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0, M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1, M-1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1, M-1) \end{bmatrix} \quad (1)$$

Suatu citra $f(x, y)$ dalam fungsi matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$0 \leq x \leq M-1$$

$$0 \leq y \leq N-1$$

$$0 \leq f(x, y) \leq G-1$$

Di mana:

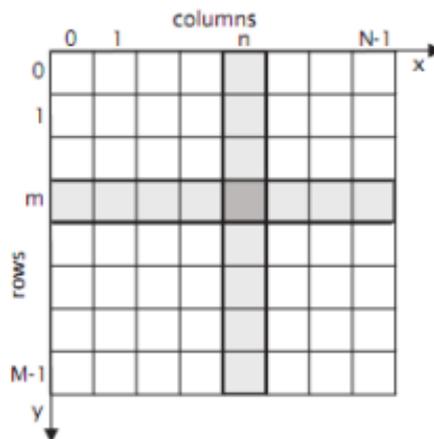
M = jumlah piksel baris (*row*) pada *array* citra

N = jumlah piksel kolom (*column*) pada *array* citra

G = nilai skala keabuan (*graylevel*)

Besarnya nilai M , N dan G pada umumnya merupakan perpangkatan dari dua.

$M = 2^m; N = 2^n; G = 2^k$ di mana nilai m , n dan k adalah bilangan bulat positif. Interval $(0, G)$ disebut skala keabuan (*grayscale*). Besar G tergantung pada proses digitalisasinya. Biasanya keabuan 0 (nol) menyatakan intensitas hitam dan 1 (satu) menyatakan intensitas putih. Untuk citra 8 bit, nilai G sama dengan $2^8 = 256$ warna (derajat keabuan)(Shpakov & Bogomolov, 1981) (Marpaung et al., n.d.).

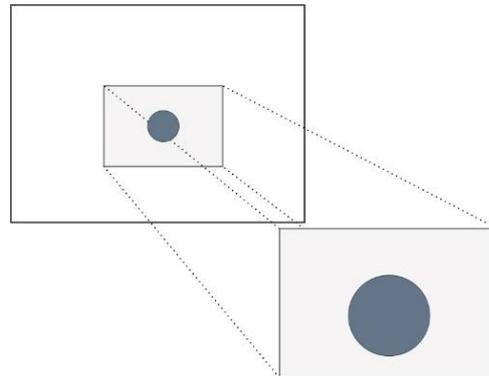


Gambar 6. Representasi citra digital 2 dimensi

2.1.8 ROI (*Region of Interest*)

Region of Interest (ROI) merujuk pada wilayah tertentu dalam suatu citra yang diberikan perhatian khusus dalam konteks analisis. ROI digunakan untuk membatasi perhatian pada wilayah yang memiliki relevansi atau kepentingan tertentu, sementara mengabaikan wilayah yang dianggap tidak penting. ROI digunakan dalam pengolahan citra dan pengenalan objek untuk memfokuskan analisis pada wilayah yang signifikan dalam citra. Dengan memilih ROI yang sesuai, perhatian dapat difokuskan pada deteksi, analisis, atau ekstraksi fitur dari wilayah tersebut. ROI dapat didefinisikan dalam berbagai bentuk geometris, seperti persegi panjang, lingkaran, atau poligon, dan posisinya ditentukan oleh koordinat piksel atau melalui teknik segmentasi. Penggunaan ROI memberikan manfaat dalam aplikasi pengolahan citra seperti deteksi objek, pelacakan objek, ekstraksi fitur, atau analisis perilaku. Melalui pemilihan ROI yang tepat, efisiensi algoritma dapat ditingkatkan, komputasi dapat diarahkan pada wilayah yang relevan, dan

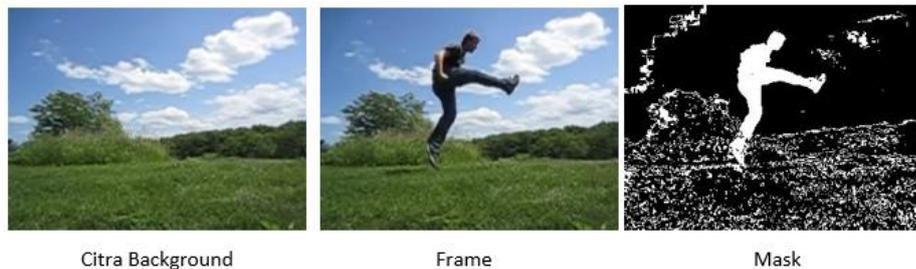
informasi yang signifikan dapat diperoleh dari citra yang dianalisis (Pratomo et al., 2020). Gambaran implementasi ROI seperti yang terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Implementasi ROI pada frame

2.1.9 Background subtraction

Pengurangan latar belakang adalah pendekatan yang banyak digunakan untuk mendeteksi objek bergerak dalam urutan bingkai dari kamera statis. Dasar dalam pendekatan ini adalah mendeteksi objek bergerak dari perbedaan antara frame saat ini dan frame referensi, yang sering disebut '*Background Image*' atau '*Background Model*' Gambar 8.

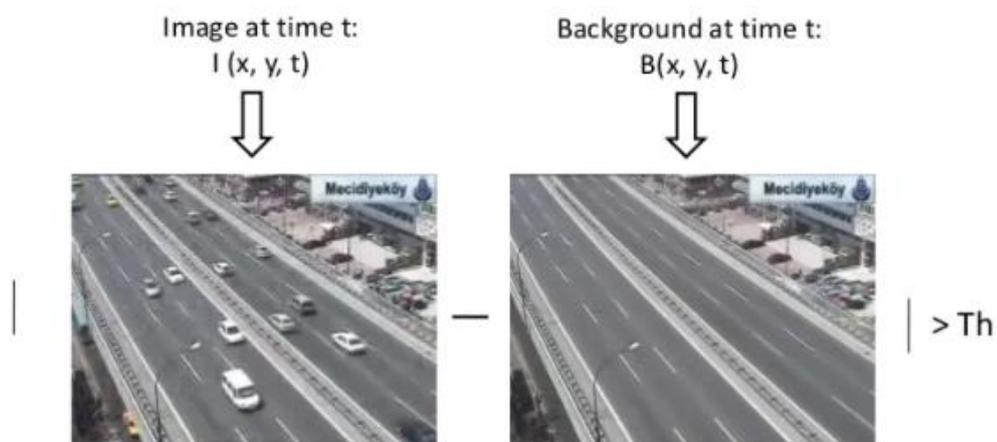


Gambar 8. Segmentasi *background subtraction*

Tujuannya adalah untuk mendapatkan informasi tentang objek yang bergerak secara terpisah dari latar belakangnya. Dalam pengolahan citra, terkadang kita menginginkan pengolahan hanya pada obyek tertentu. Oleh sebab itu, perlu dilakukan proses segmentasi citra yang bertujuan untuk memisahkan antara objek (*foreground*) dengan *background*. Pada umumnya keluaran hasil segmentasi citra adalah berupa citra biner di mana objek (*foreground*) yang dikehendaki berwarna putih (1), sedangkan *background* yang ingin dihilangkan berwarna hitam (0). Sama

halnya pada proses perbaikan kualitas citra, proses segmentasi citra juga bersifat eksperimental, subjektif, dan bergantung pada tujuan yang hendak dicapai.

Setiap model pengurangan latar belakang yang kuat harus mampu menangani perubahan intensitas cahaya, gerakan berulang dari perubahan pemandangan jangka panjang. Analisis pendekatan tersebut secara matematis dapat dimodelkan menggunakan fungsi $P(x, y, t)$ sebagai urutan video di mana t adalah dimensi waktu x dan y adalah lokasi piksel. Contoh $P(4,5,2)$ adalah intensitas piksel pada lokasi 4,5 piksel citra pada $t=2$ dalam urutan video (Vijaysinh Lendave, 2021). Dari contoh Gambar 9 akan memperlihatkan lebih jelas;



Gambar 9. Pengurangan latar belakang(Vijaysinh Lendave, 2021)

Perbedaan Bingkai:

Secara matematis dapat dimodelkan sebagai;

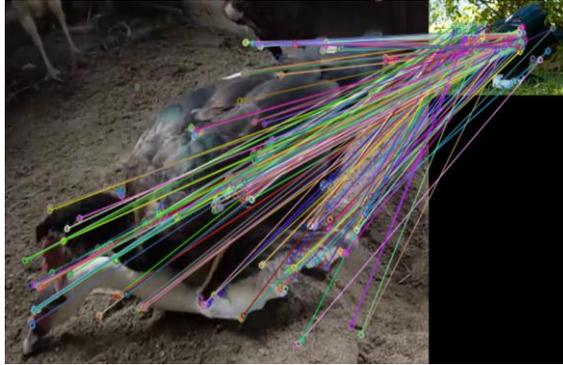
$$| \text{Rangka } i - \text{Rangka } i-1 | > \text{Ambang}$$

Latar belakang yang diestimasi menggunakan pendekatan *Frame Difference* hanyalah frame sebelumnya yang diestimasi dengan cara empiris di atas. Pendekatan ini dapat digunakan ketika mensegmentasi objek berbasis gerakan seperti mobil, pejalan kaki, dll (Vijaysinh Lendave, 2021).

2.1.10 ORB (*Oriented FAST and rotated BRIEF*)

ORB merupakan *descriptor binary* yang sangat cepat menggunakan basis BRIEF. ORB memiliki sifat rotasi *invariant* dan tahan terhadap *noise*. Performa ORB dalam uji cobanya menghasilkan efisiensi 2 kali lipat dibandingkan SIFT diberbagai situasi. Algoritma ORB merupakan kombinasi dari dua teknik yaitu,

FAST (*Feature for Accelerated Segment Test*) untuk deteksi key-point dan BRIEF (*Binary Robust Independent Elementary Features*) untuk descriptor keypoint Gambar 10. Dengan kedua Teknik yakni FAST dan BRIEF akan menghasilkan performa yang baik dengan biaya komputasi yang rendah (Ramadhani, 2018).



Gambar 10. Ekstraksi *key-point* ORB

Key-point FAST merupakan metode yang dipilih untuk menemukan *keypoint* dengan sistem *real-time* yang berfungsi untuk melakukan pencocokan (*match*) fitur visual. Efisiensi dalam menemukan sudut *keypoints* yang layak dengan beberapa penambahan seperti skema piramida untuk menghitung skala. Deskriptor BRIEF merupakan descriptor fitur yang menggunakan *binary* test yang sederhana antara dua piksel dalam *patch* citra yang sudah dihaluskan (*Smoothed*). Performanya hampir mirip dengan SIFT diberbagai hal termasuk ketahanan untuk pencahayaan, blur, dan *distortion* perspektif. Orientasi terhadap *key-point* menggunakan teknik yakni yang dikenal dengan *intensity centroid (IC)*. Intensitas centroid mengasumsikan bahwa intensitas sudut yang terkoreksi dari pusat, dan vektor ini dapat digunakan untuk menghubungkan orientasi.

Setelah menemukan titik kunci, sekarang tetapkan orientasi ke setiap titik kunci seperti menghadap ke kiri atau ke kanan bergantung pada bagaimana tingkat intensitas berubah di sekitar titik kunci tersebut. Untuk mendeteksi perubahan intensitas bola menggunakan *intensity centroid (IC)*. Pusat massa intensitas mengasumsikan bahwa intensitas sudut diimbangi dari pusatnya, dan vektor ini dapat digunakan untuk menentukan orientasi. Sebuah *patch* yang digunakan untuk menemukan centroid telah direpresentasikan pada persamaan (2).

$$m_{pq} = \sum_{x,y} x^p y^q I(x,y) \quad (2)$$

Di mana m dinotasikan sebagai moment *patch*. p dan q adalah urutan momen yang merupakan analog dari momen mekanik. Kemudian x dan y adalah titik koordinat piksel dari gambar. Kemudian dengan mempertimbangkan momen pada persamaan (2), sentroid akan diperoleh melalui persamaan (3).

$$C = \left(\frac{m_{10}}{m_{00}}, \frac{m_{01}}{m_{00}} \right) \quad (3)$$

Di mana *centroid* tersebut akan ditemukan dari matriks piksel pada gambar yang didefinisikan sebagai m_{00} , m_{01} , dan sebagainya. Kita bisa membangun sebuah vektor dari pusat sudut θ ke centroid, C . Secara sederhana orientasi dari *patch* menjadi persamaan (4)

$$\theta = \text{atan2}(m_{01}, m_{10}) \quad (4)$$

Mengingat pentingnya parameter iluminasi dari sudut tidak diperhitungkan karena ukuran sudut tetap sama terlepas dari jenis sudutnya. Invarian rotasi dapat ditingkatkan dengan memastikan bahwa momen dihitung terhadap x dan y yang berada di dalam daerah lingkaran radius r . Pilihan optimal untuk ukuran *patch* adalah r , dengan cara memastikan bahwa jalan dari x, y adalah dari $[-r, r]$. Dengan ukuran Hessian, karena nilai C mendekati nol, maka cenderung menjadi tidak stabil namun ini tidak terjadi dengan sudut FAST, yang menguntungkan bagi efisiensi sistem.

ORB melibatkan penambahan komponen sadar rotasi yang disebut r-BRIEF yang merupakan versi evolusi dari steered BRIEF Deskriptor yang dikemudian ditambah dengan langkah pembelajaran terkait untuk menemukan fitur biner yang kurang berkorelasi. Untuk memastikan rotasi yang efisien dari operator BRIEF, deskripsi bit string dari *patch* citra dibangun dari satu set tes intensitas biner. Untuk mengilustrasikan operasi dari BRIEF konvensional yang lebih baik, sebelum menambahkan komponen orientasi oleh ORB. ORB menggunakan deskriptor BRIEF yang berfungsi untuk melakukan deskripsi terhadap bit string dari berbagai *patch* citra yang dibangun dari setiap set *intensity* tes binari dengan mempertimbangkan citra *patch* yang diperhalus (*smoothed*). Tes biner τ ditentukan persamaan (5).

Di mana $\tau(p; x, y)$ didefinisikan sebagai : (5)

$$\tau = (p; x, y) = \begin{cases} 1: p(x) < p(y) \\ 0: p(x) \geq p(y) \end{cases}$$

$P(x)$ adalah nilai intensitas pada piksel x

Di mana $p(x)$ adalah intensitas p di suatu titik x . Fitur tersebut didefinisikan sebagai vektor dari n pengujian biner:

$$f(n) = \sum_{1 < i < n} 2^{i-1} \tau(p; x_i, y_i) \quad (6)$$

Di mana:

f : vector dari binary tes

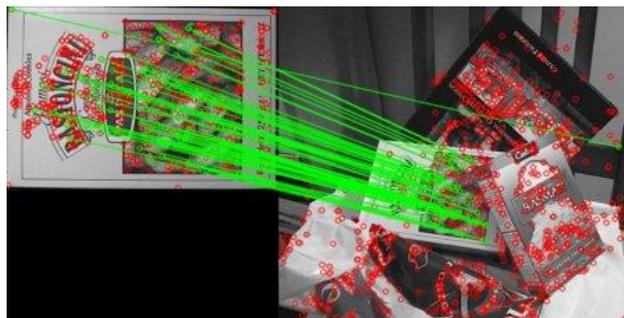
n : binari test

p : patch

x dan y : titik *pixel* (Deepanshu Tyagi, 2019; Ramadhani, 2018)

2.1.11 *BFMatcher (Brute-Force Matcher)*

BFMatcher adalah salah satu algoritma pencocokan fitur (*feature matching*) yang digunakan dalam pengolahan citra dan visi komputer. Algoritma ini digunakan untuk mencocokkan fitur antara dua set data fitur, biasanya dikenal sebagai "*descriptor*," yang dihasilkan dari dua citra atau lebih. *Feature Matching* merupakan pencocokan fitur-fitur dari 2 objek citra, representasi fitur adalah representasi numerik dari bagian khusus dari citra yang dapat diidentifikasi dengan mudah. Representasi ini memungkinkan kita untuk membandingkan fitur dari citra yang berbeda dan menentukan tingkat kesamaan antara keduanya. Proses *feature matching* dengan ORB melibatkan beberapa langkah. Pertama, deteksi fitur dilakukan dengan menerapkan algoritma *FAST* untuk mengidentifikasi titik-titik khusus dalam citra. Setelah itu, deskripsi *BRIEF* digunakan untuk menghasilkan vektor deskriptor biner untuk setiap titik fitur yang terdeteksi. Deskriptor ini akan menggambarkan lingkungan sekitar setiap titik fitur. *Matching* antar *keypoint* dari fitur-fitur yang mempunyai kecocokan dan ditegaskan dengan garis-garis penghubung seperti pada Gambar 11. Pengenalan Objek (*Object Recognition*) merupakan tindakan yang digunakan untuk mengidentifikasi suatu objek berdasarkan geometri (Ramadhani et al., 2018).

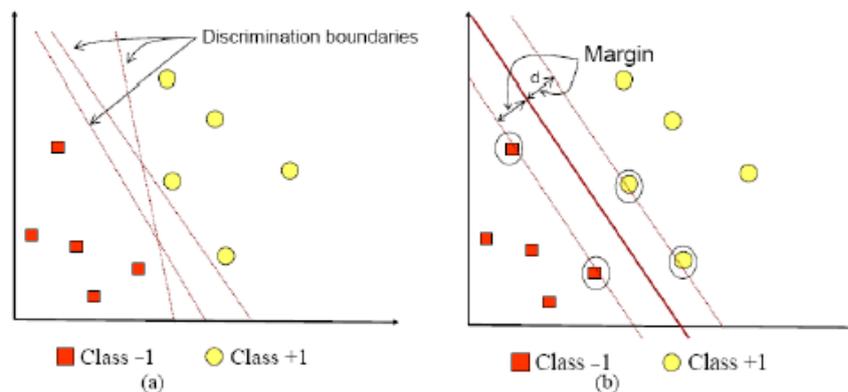


Gambar 11. Penetapan *feature matching* (doxygen, 2019)

2.1.12 SVM (*Support Vector Machine*)

SVM pertama kali diperkenalkan pada tahun 1992 oleh *Vapnik* dengan *Partner Boser* dan *Guyon*. Prinsip dasar SVM adalah *classifier linear*, yang kemudian dikembangkan untuk memecahkan masalah *non-linear* dengan mengintegrasikan konsep *trik kernel* ke dalam area kerja dimensi tinggi. SVM dapat mengklasifikasikan data linier dan non linier. Variabel-variabel prediktor merupakan data input sedangkan variabel target yang saling bergantung merupakan output.

SVM bertujuan untuk menemukan fungsi klasifikasi terbaik dan untuk membedakan antara anggota dari dua kelas dalam data *training*. Matrik untuk konsep fungsi klasifikasi "terbaik" dapat diwujudkan secara geometris. Untuk dataset terpisah secara linear, fungsi klasifikasi linier berhubungan dengan *hyperplane* pemisah $f(x)$ yang melewati tengah dua kelas, memisahkan keduanya. Model algoritma SVM merupakan salah satu algoritma dari metode klasifikasi, yang bekerja dengan cara mencari suatu garis (*hyperplane*) untuk memisahkan dua kelompok data (*Penjelasan Sederhana Tentang Apa Itu SVM? | by Samsudiney | Medium, n.d.*). Berikut ini adalah contoh berdasarkan pada Gambar 12 tentang bagaimana SVM mencoba menemukan *hyperplane* terbaik untuk memisahkan kelas -1 dan +1:



Gambar 12. SVM mencari *hyperplane* terbaik (Buntoro, 2017)

Gambar 12 Menunjukkan beberapa pola yang merupakan anggota dari dua kelas, yaitu -1 dan +1. Pola di kelas -1 dilambangkan dengan warna merah (kotak), sedangkan pola di kelas +1 dilambangkan dengan warna kuning (bulat). Masalah klasifikasi dapat diselesaikan dengan mencoba mencari garis (*hyperplane*) yang memisahkan dua kelas. Gambar 1-a menunjukkan batas diferensiasi alternatif yang berbeda. *Hyperplane* dengan pemisah terbaik dapat ditemukan dengan mengukur margin dari *hyperplane* dan mencari titik maksimum. Kernel harus digunakan untuk mencapai keberhasilan banyak algoritma klasifikasi untuk permukaan linier. Dengan demikian dapat diketahui bahwa jenis kernel dapat mempengaruhi hasil klasifikasi.

Hyperplane adalah garis pemisah terbaik antara dua kelas. Untuk mencari *hyperplane* dapat dilakukan dengan mencari margin *hyperplane* yang dilakukan dan mencari titik maksimum. Margin adalah jarak antara data terdekat di antara dua kelas yang berbeda, yang disebut dengan *support vektor*. Garis solid pada gambar 1-b menunjukkan *hyperplane* yang terbaik, karena terletak tepat diantara kedua *class*, sedangkan *support vector* dilambangkan dengan titik merah dan kuning yang berada di dalam lingkaran hitam (Marhamah, 2020).

Hyperplane klasifikasi *linear* SVM dinotasikan:

$$f(x) = w \cdot x + b = 0 \quad (7)$$

Dari persamaan diatas didapatkan pertidaksamaan kelas +1 (negatif)

$$w \cdot x + b \leq +1 \quad (8)$$

Pertidaksamaan kelas -1

$$w \cdot x + b \geq -1 \quad (9)$$

2.1.13 Database MySQL

MySQL adalah sistem manajemen basis data relasional (*RDBMS*) yang populer dan banyak digunakan. Ini adalah perangkat lunak *open source* yang dapat digunakan untuk menyimpan, mengelola, dan mengakses data dalam sebuah database. Berikut adalah penjelasan tentang MySQL:

1. Basis Data Relasional: MySQL didasarkan pada model basis data relasional. Ini berarti data disimpan dalam bentuk tabel yang terdiri dari baris dan kolom. Tabel ini saling terhubung melalui kunci-kunci atau relasi, yang memungkinkan untuk menghubungkan dan memanipulasi data dengan mudah.
2. Bahasa Query: MySQL menggunakan bahasa *query* yang disebut SQL (*Structured Query Language*) untuk berinteraksi dengan database. SQL digunakan untuk membuat, mengubah, dan menghapus tabel, serta melakukan operasi seperti memasukkan, memperbarui, dan mengambil data dari tabel.
3. Kinerja Tinggi: MySQL dirancang untuk memberikan kinerja tinggi dan dapat mengelola beban kerja yang besar. Ini dapat menangani ribuan koneksi secara bersamaan dan mengoptimalkan eksekusi *query* untuk menjalankan tugas secara efisien.
4. Skalabilitas: MySQL memiliki kemampuan untuk mengatasi pertumbuhan data yang besar dan meningkatkan kapasitas secara horizontal atau vertikal. Skalabilitas horizontal dapat dicapai dengan replikasi dan partisi data, sementara skalabilitas vertikal dapat dicapai dengan meningkatkan sumber daya perangkat keras server.
5. Keamanan: MySQL menyediakan fitur keamanan yang kuat untuk melindungi data. Ini termasuk autentikasi pengguna, izin akses, enkripsi data, dan deteksi serangan keamanan.
6. Komunitas yang Besar: MySQL memiliki komunitas pengguna yang besar dan aktif. Ini berarti ada banyak sumber daya, tutorial, forum, dan dukungan yang tersedia untuk membantu pengguna dalam mempelajari dan menggunakan MySQL.

7. Kompatibilitas: MySQL kompatibel dengan berbagai sistem operasi, termasuk Windows, Linux, macOS, dan berbagai platform perangkat keras. Selain itu, MySQL dapat terintegrasi dengan berbagai bahasa pemrograman populer seperti PHP, Java, Python, dan lainnya.

MySQL telah menjadi salah satu RDBMS paling populer di dunia dan banyak digunakan di berbagai industri dan aplikasi, mulai dari situs web sederhana hingga aplikasi bisnis dan perusahaan besar (Yasin K, 2022).

2.1.14 Perangkat kamera imou

Smart Ip kamera imou merupakan kamera berbasis jaringan wifi/internet *real time* yang dapat dikendalikan dari jarak jauh baik menggunakan *smartphone* maupun laptop/pc komputer, juga memiliki komunikasi audio 2 arah. spesifikasi dari kamera IMOU 2 adalah:

- H.265 1080 Full HD.
- 2MP 2.8mm (112°) Lensa tetap.
- Koneksi Wi-Fi - IEEE802.11b/g/n(2.4GHz).
- Penyimpanan Diversifikasi - Mendukung NVR, *Cloud Storage*, atau kartu Micro SD (hingga 256GB).
- Sudut Pandang Super Lebar (Bidang pandang diagonal 131°, 58° *vertical* memungkinkan pengawasan seluruh ruangan) (Rajawali, 2021). Gambar 13 memperlihatkan bentuk fisik dari kamera IMOU.



Gambar 13. Tampilan fisik Ip kamera IMOU Cue 2

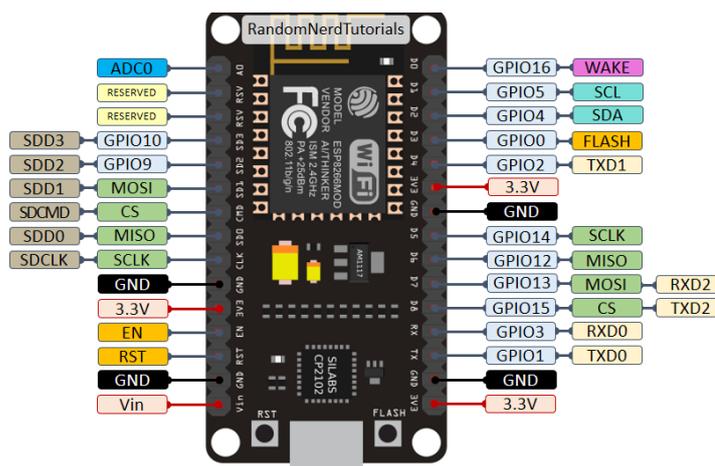
2.1.15 Modul Arduino ESP8266

ESP8266 adalah modul WiFi berkecepatan tinggi yang dirancang untuk menghubungkan perangkat elektronik ke jaringan nirkabel. Modul ini dikembangkan oleh perusahaan Tiongkok yang bernama *Espressif Systems*. ESP8266 menawarkan kemampuan komunikasi nirkabel yang kuat dan dapat diintegrasikan dengan mudah ke dalam berbagai proyek elektronik. ESP8266 memiliki pin *input* dan *output* seperti yang memiliki berbagai fungsi seperti yang terlihat pada Gambar 14. Berikut ini adalah beberapa poin penting tentang ESP8266:

1. Kinerja: ESP8266 memiliki prosesor dengan kecepatan *clock* 80 MHz dan dukungan untuk WiFi 802.11 b/g/n. Ini memberikan kinerja yang cukup untuk menjalankan aplikasi nirkabel yang berat.
2. Modul WiFi All-in-One: ESP8266 memiliki modul WiFi yang terintegrasi dengan antena onboard, sehingga tidak memerlukan komponen eksternal tambahan untuk koneksi nirkabel.
3. GPIO: Modul ini memiliki sejumlah pin GPIO (*General Purpose Input/Output*) yang dapat dikonfigurasi sebagai *input* atau *output*. Ini memungkinkan anda untuk mengendalikan perangkat keras eksternal dan berkomunikasi dengan sensor atau perangkat lain.
4. Dukungan Protokol: ESP8266 mendukung protokol TCP/IP dan memiliki kemampuan untuk berfungsi sebagai server atau klien. Ini memungkinkan perangkat Anda untuk berkomunikasi dengan perangkat lain melalui jaringan WiFi.
5. Pemrograman: ESP8266 dapat diprogram menggunakan bahasa pemrograman C++ dan menggunakan perangkat lunak pengembangan seperti Arduino IDE atau PlatformIO. Ada juga SDK resmi yang disediakan oleh *Espressif Systems* yang memungkinkan pengembangan perangkat lunak secara langsung di platform ESP8266.
6. Ekosistem: ESP8266 memiliki ekosistem pengembangan yang aktif dan luas. Ada banyak proyek, contoh kode, dan sumber daya yang tersedia secara online, yang memudahkan pengembangan aplikasi berbasis ESP8266.

7. Harga Terjangkau: Salah satu keuntungan utama ESP8266 adalah harganya yang relatif murah. Modul ini dapat dibeli dengan harga yang terjangkau, menjadikannya pilihan yang populer untuk banyak proyek IoT dan aplikasi nirkabel.

Dalam kesimpulannya, ESP8266 adalah modul WiFi yang kuat dan terjangkau yang dapat digunakan untuk menghubungkan perangkat elektronik ke jaringan nirkabel. Modul ini sangat cocok untuk proyek-proyek IoT dan aplikasi yang membutuhkan konektivitas WiFi (espressif, 2021).



Gambar 14. Modul ESP8266 Arduino

2.1.16 Modul Sensor BME 280

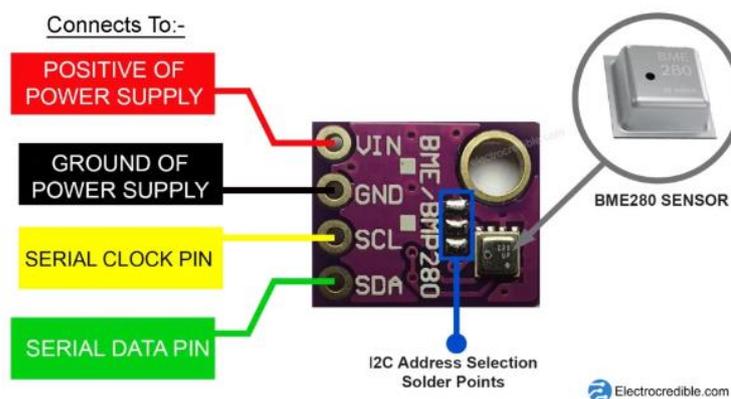
BME280 adalah sensor lingkungan yang menggabungkan pengukuran suhu, kelembaban, dan tekanan atmosfer dalam satu paket. Sensor ini dikembangkan oleh perusahaan *Bosch Sensortec* dan telah menjadi populer di bidang *Internet of Things (IoT)* dan aplikasi pemantauan lingkungan (Saptadi & Kiswanto, 2020). Berikut adalah beberapa poin penting mengenai sensor BME280:

1. Pengukuran Suhu: BME280 dapat mengukur suhu dengan akurasi tinggi. Rentang pengukuran suhu berkisar antara -40°C hingga $+85^{\circ}\text{C}$, dan akurasi pengukurannya dapat mencapai sekitar $\pm 1^{\circ}\text{C}$.
2. Pengukuran Kelembaban: Sensor ini juga mampu mengukur kelembaban relatif (RH) di sekitarnya. Rentang pengukuran kelembaban biasanya berkisar antara 0% hingga 100%, dengan akurasi sekitar $\pm 3\%$.
3. Pengukuran Tekanan Atmosfer: BME280 dapat mengukur tekanan atmosfer

dengan resolusi yang tinggi. Rentang pengukuran tekanan atmosfer biasanya berkisar antara 300 hPa hingga 1100 hPa (*hectopascal*), dengan akurasi sekitar ± 1 hPa.

4. Antarmuka Komunikasi: Sensor BME280 menggunakan antarmuka komunikasi digital seperti I2C (*Inter-Integrated Circuit*) atau SPI (*Serial Peripheral Interface*) untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler atau perangkat lainnya. Hal ini memungkinkan penggunaan yang mudah dengan berbagai platform dan mikrokontroler.
5. Konsumsi Energi Rendah: Salah satu keunggulan dari BME280 adalah konsumsi daya yang rendah. Sensor ini dirancang untuk operasi yang hemat daya, sehingga cocok untuk aplikasi berbasis baterai atau proyek IoT yang memerlukan penggunaan energi yang efisien.
6. Kalibrasi Otomatis: Sensor BME280 dilengkapi dengan fitur kalibrasi otomatis yang memastikan akurasi pengukuran yang baik. Dalam kondisi normal, sensor secara otomatis melakukan kalibrasi terhadap suhu, kelembaban, dan tekanan atmosfer seiring berjalannya waktu.
7. Aplikasi: BME280 banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti pemantauan cuaca, stasiun meteorologi, perangkat pemantauan lingkungan dalam ruangan, pengendalian HVAC (*Heating, Ventilation, and Air Conditioning*), perangkat wearable, dan berbagai proyek IoT.

Sensor BME280 merupakan solusi yang andal dan akurat untuk memantau suhu, kelembaban, dan tekanan atmosfer dalam berbagai proyek elektronik. Dengan antarmuka komunikasi yang mudah digunakan dan konsumsi daya yang rendah, sensor ini menjadi pilihan populer bagi pengembang dalam mengimplementasikan aplikasi berbasis lingkungan dan IoT (Yuliani, dkk 2022). Penggunaan pin pada BME280 dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Sensor BME 280

2.2 Tinjauan Jurnal Penelitian

Penulis melaksanakan tinjauan terhadap jurnal penelitian yang relevan dan juga sebagai perbandingan hasil penelitian yang berhubungan dengan sistem monitoring unggas, penggunaan alat IoT dan metode-metode yang tepat digunakan dalam menyelesaikan masalah. Penelusuran jurnal dilakukan pada situs IEEEExplore, ELSEVIER dan review jurnal dilaksanakan dengan menggunakan matrik jurnal penelitian terkait. Berikut review dari beberapa jurnal yang penulis analisis yang sangat relevan dengan tema penelitian yang akan diajukan.

2.3 State of The Art

Dalam penelitian ini, penulis mengusulkan beberapa algoritma pengolahan citra, yaitu Algoritma *ROI (Region of Interest)*, *Background Subtraction*, *ORB*, dan *SVM*, untuk mengidentifikasi perilaku reproduksi unggas, termasuk perilaku kawin, tidak-kawin, dan mengeram.

ROI (Region of Interest) adalah konsep dalam pengolahan citra yang merujuk pada area tertentu di dalam citra. ROI digunakan untuk membatasi wilayah di mana perilaku reproduksi unggas terjadi, sehingga pengolahan citra dapat difokuskan pada area yang relevan. Pada penelitian ini, area-area dalam bingkai (frame) menjadi fokus utama, karena ada beberapa area di dalam bingkai yang tidak relevan untuk deteksi perilaku seperti mengeram atau kawin. Contohnya, perilaku mengeram hanya terjadi di lokasi kotak eram unggas.

Penggunaan ROI memiliki tujuan utama, yaitu untuk menentukan dan membatasi wilayah deteksi dengan metode pengolahan citra yang berbeda pada setiap area tersebut. Hal ini diharapkan dapat mengurangi kesalahan deteksi sebelum tahap klasifikasi dilakukan.

Background Subtraction adalah metode pengolahan citra yang digunakan untuk memisahkan objek dari latar belakang. Dalam konteks penelitian ini, teknik ini membantu memisahkan unggas dari latar belakang kandang atau lingkungan sekitarnya. *Background subtraction* digunakan pada area deteksi perilaku kawin dan tidak-kawin, di mana algoritma ini bertugas untuk memisahkan objek dari latar belakang dalam data video sebelum tahap klasifikasi dilakukan. *ORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF)* adalah algoritma yang digunakan untuk mendeteksi dan mendeskripsikan fitur dalam pengolahan citra. Dalam konteks ini, ORB digunakan untuk mengidentifikasi fitur-fitur khusus pada area unggas yang sedang bertelur atau mengeram, sehingga dapat menentukan apakah unggas tersebut sedang dalam keadaan mengeram atau tidak.

Algoritma *SVM (Support Vector Machine)* adalah metode pembelajaran mesin yang digunakan untuk mengklasifikasikan data. Dalam konteks ini, SVM digunakan untuk memisahkan perilaku reproduksi unggas, apakah itu perilaku kawin atau tidak-kawin, berdasarkan fitur citra yang telah diekstraksi.

Selain itu, penulis juga mengusulkan penggunaan modul ESP8266 dan sensor BME280 untuk memantau suhu dan kelembaban lingkungan di dalam kandang. Modul ESP8266 adalah sebuah mikrokontroler yang dilengkapi dengan modul Wi-Fi, sehingga memungkinkan sistem pemantauan terhubung ke jaringan Wi-Fi. Sementara itu, sensor BME280 adalah sensor yang dapat mengukur suhu, kelembaban, dan tekanan atmosfer.

Gabungan kedua komponen ini memberikan informasi penting tentang kondisi lingkungan di dalam kandang, yang dapat memiliki dampak pada perilaku reproduksi unggas. Dengan mengintegrasikan algoritma pengolahan citra dan penggunaan sensor untuk memantau suhu dan kelembaban lingkungan kandang, penulis dapat mengembangkan sebuah sistem yang mampu mengenali perilaku reproduksi unggas dan sekaligus memantau kondisi lingkungan kandang secara komprehensif.

Pada penelitian ini berfokus pada pengolahan citra perilaku reproduksi unggas. Penelitian yang penulis lakukan merujuk kepada beberapa referensi yang di mana menjadi acuan dalam penelitian ini. Adapun referensi yang dijadikan landasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 1 *State of the art*

| No | Judul Karya Ilmiah, Nama, Tahun Terbit dan Penerbit | Objek dan Permasalahan | Metode Penyelesaian | Kinerja |
|----|---|--|--|--|
| 1 | <p>Judul: <i>Live monitoring in poultry houses: a broiler detection approach.</i></p> <p>Penulis: Vilas, et.al</p> <p>Tahun: 2017</p> <p>Penerbit: IEEE</p> | <p>Objek: Unggas Ayam pedaging</p> <p>Permasalahan: Bagaimana melakukan perhitungan ayam pedaging dalam kandang dari kualitas citra yang kurang baik dari kamera CCTV.</p> | <p>Metode: Segmentasi citra menggunakan <i>Otsu Thresholding</i> dan <i>uniform kernel. Fiture Extraksi</i> menggunakan LBP (<i>Local Binary Pattern</i>). Klasifikasi menggunakan <i>Random Forest</i> dan <i>mean shift clustering</i>.</p> | <p>Kinerja: Sistem mampu mendeteksi ayam <i>broiler</i> dengan akurasi tinggi model terbaik untuk kondisi <i>ROC (Area Under Curve)</i> mencapai nilai performa 0,9864. <i>ROC Performa</i> dan <i>mean shift clustering</i> <i>Score*</i> <i>Performa</i> 0.9202. <i>Accuracy*</i> <i>Performa</i> 0.9470. <i>Recall*</i> <i>Performa</i> 0.9134. <i>Precision*</i> <i>Performa</i> 0.9271. *Note: <i>Probabilities</i> $\geq 50\%$ dianggap deteksi.</p> |
| 2 | <p>Judul: <i>Real-time behavior detection and judgment of egg</i></p> | <p>Objek: Unggas Ayam</p> <p>Permasalahan:</p> | <p>Metode: YoloV3</p> | <p>Kinerja: Rata-rata tingkat ketepatan dari perilaku</p> |

| | | | |
|----------|---|---|---|
| | <i>breeders based on YOLO v3.</i> | Bagaimana mengenali ayam sakit dari perilaku normal seperti: ayam kawin, berdiri, makan, mengepakkan sayap, berkelahi dan minum. | kawin (94,72%), berdiri (94,57%), makan (93,10%), menyebar (92,02%), berkelahi (88,67%) dan minum (86,88%). |
| | Penulis: Jung Wang, et.al | | |
| | Tahun: 2019 | | |
| | Penerbit: ATCI-SPINGER | | |
| 3 | Judul: <i>Detection of sick broilers by digital image processing and deep learning.</i> | Objek: Unggas Ayam Pedaging | Metode: Meningkatkan fitur IFSSD** untuk meningkatkan model SSD* dengan Inception V3. Mengubah ukuran Struktur IFSSD dan dimensi empat lapisan dalam InceptionV3 dengan konvolusi 1x1, IFSSD dapat mendeteksi ayam pedaging dan mengidentifikasi status kesehatan ayam pedaging secara bersamaan. |
| | Penulis: Xiaolin, et.al | Permasalahan: Bagaimana mengidentifikasi ayam pedaging sakit atau sehat dalam kerumunan dengan menggunakan multi objek detection. | Kinerja: IFSSD mencapai 99,7% mAP (IoU > 0,5) dalam mengidentifikasi status kesehatan ayam pedaging. *mean average precision (mAP) (intersection-over union (IoU) |
| | Tahun: 2019 | | |
| | Penerbit: ELSEVIER | | |
| 4 | Judul: <i>Convolutional</i> | Objek: Unggas Burung | Metode: HOG + LeNet, |
| | | | Kinerja: Deteksi burung |

| | | | |
|---|---|---|--|
| <p><i>Neural Network Based on HOG Feature for Bird Species Detection and Classification.</i></p> | <p>Permasalahan: Bagaimana melakukan deteksi burung, bukan burung, dan klasifikasi gagak, atau elang.</p> | <p>HOG + ResNet HOG + SVM HOG + Random Forest</p> | <p>dan bukan burung akurasi. (HOG+LeNet:99,60%), (HOG+ResNet:96,37%) (HOG+SVM:92,22%) (HOG+Random Forest:94,42%) Klasifikasi Burung gagak atau elang. (HOG+LeNet:96,1%), (HOG+ResNet:78,54%) (HOG+SVM:75,25%) (HOG+Random Forest:80,83%)</p> |
| <p>Penulis: Kumar, et.al</p> | | | |
| <p>Tahun: 2021</p> | | | |
| <p>Penerbit: ASTES</p> | | | |
| <p>5 Judul: <i>Automated Chicken Counting in Surveillance Camera Environments Based on the Point Supervision Algorithm: LC-DenseFCN.</i></p> | <p>Objek: Unggas Ayam</p> <p>Permasalahan: Bagaimana melakukan perhitungan ayam otomatis menggunakan kamera CCTV.</p> | <p>Metode: Ekstraksi fitur ayam dengan menggabungkan DenseNet+FCN dan diberi nama DenseFCN, untuk perhitungan jumlah ayam menggunakan metode (LC-Loss) yang dirancang untuk memantau penghitungan. Struktur model itu sendiri dapat menggunakan sebagian besar model segmentasi semantik FCN. LC-DenseFCN</p> | <p>Kinerja: LC-DenseFCN mencapai akurasi 93,84%. Dari metode lain yang diperbandingkan seperti: LC-FCN 91.40%. LC-ResFCN 92.32%</p> |
| <p>Penulis: Liangben Cao, et.al</p> | | | |
| <p>Tahun: 2021</p> | | | |
| <p>Penerbit: MDPI</p> | | | |

| | | | | |
|---|--|--|--|--|
| 6 | Judul: <i>Development of an early warning algorithm to detect sick broilers.</i> | Objek: Unggas Ayam Permasalahan: Bagaimana melakukan pemantauan status kesehatan unggas secara real-time untuk mencegah penyebaran wabah penyakit dengan menganalisis postur ayam pedaging sehat dan sakit. | Metode: Algoritma segmentasi K-means dan elips untuk memisahkan background dan ayam dengan inputan HSV dan CIE L^*a^*b sebagai ekstraksi fitur warna. Analisis postur ayam sehat dan sakit dengan fitting polygon dan algoritma douglas peucker. | Kinerja: Hasil klasifikasi data menggunakan SVM fungsi kernel POLY, memperoleh tingkat akurasi 99,469%. Menggungguli Bayesian classifier is 97.345%, Random Forest is 96.637%, Artificial Neural Network 98.407%. |
| | Penulis: Zhuang, et.al | | Penambahan deteksi kepala ayam untuk meningkatkan akurasi Ketika terjadi kemiripan antara sakit dan mematok makanan. | Algoritma SVM untuk mengklasifikasi kan data fungsi kernel Linear, Polynomial, Radial Basis Function. |
| 7 | Judul: <i>A Machine Vision-Based Method for Monitoring Broiler Chicken Floor Distribution.</i> | Objek: Unggas Ayam Permasalahan: Bagaimana melakukan deteksi | Metode: Membagi area dalam kandang menjadi 3 kelas, kemudian Ruang warna $L^* a^* b^*$ | Kinerja: (1) Ruang warna LAB+GB dan pemrosesan Otsu dua dimensi |

| | | | |
|--|--|---|---|
| Penulis: Yangyang Guo, et.al | ayam sehat berdasarkan penyebaran dalam kandang yang dibagi menjadi 3 parameter (makan, minum, dan istirahat). | (LAB) dan RGB (Red, Green, Blue) untuk pemrosesan Otsu dua dimensi GB. Untuk memisahkan background dengan ayam dan membandingkan dengan K-means dan Fuzzy C Means (FCM). Perhitungan ayam menggunakan algoritma Backpropagati on. | memiliki kecepatan yang baik dibandingkan dengan (K-means dan FCM) ($p < 0,001$); (2) Backpropagation (BP) yang dikembangkan untuk menghitung jumlah ayam -korelasi koefisien (R): 0,996, -mean square error (MSE) 0,038, -mean absolute error (MAE) 0,178. (3) Akurasi mencapai 0,9419 |
| 8 Judul: <i>A Monitoring System for Laying Hens That Uses a Detection Sensor Based on Infrared Technology and Image Pattern Recognition.</i> | Objek: Unggas Ayam Permasalahan: Bagaimana membangun sistem pemantauan otomatis terhadap kesehatan ayam broiler dengan menggunakan citra termografik yang diambil menggunakan camera thermo gear. | Metode: Kamera infrared untuk mendeteksi pola pergerakan ayam dan (BCT) Background Color Threshold diterapkan kesetiap piksel berwarna grayscale untuk membangun citra biner. | Kinerja: Dalam 118 kasus (yaitu, 0,86% dari total jumlah kasus yang dievaluasi) seekor ayam betina yang berada di dalam ruangan tidak terdeteksi oleh sistem selama "slot pemantauan" aktif dan akurasi akhir, yang dicapai dalam kondisi kerja |

nyata, adalah sensitivitas 98,7% dan spesifisitas 95,1%.

| | | | |
|---|--|---|---|
| <p>9</p> <p>Judul: <i>Chicken Image Segmentation via Multi-Scale Attention-Based Deep Convolutional Neural Network.</i></p> <p>Penulis: Wei Li, et.al</p> <p>Tahun: 2021</p> <p>Penerbit: IEEE</p> | <p>Objek: Unggas Ayam</p> <p>Permasalahan: Bagaimana melakukan monitoring dan segmentasi ayam terhadap kesehatan ayam.</p> | <p>Metode: Metode yang diusulkan adalah deep network end-to-end dengan empat bagian utama. Pertama, framework MSAnet adalah jaringan struktur encoder decoder, yang bertujuan untuk mempelajari representasi hierarkis yang efektif. Kedua, menggunakan modul multi-skala untuk membangun masukan piramida citra dan mencapai fusi medan reseptif multi-level untuk ekstraksi fitur yang efektif. Kemudian modul perhatian ganda yang terdiri dari perhatian saluran dan perhatian tepi, dapat memperoleh</p> | <p>Kinerja: Hasil eksperimen menunjukkan bahwa MSAnet yang diusulkan Berkinerja dalam melakukan segmentasi ayam akurasi 94,6%, lebih baik dari algoritma perbandingan. Mask RCNN 90.1% Unet 92.2% Mnet 92.9%</p> |
|---|--|---|---|

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | informasi global dan lokal untuk segmentasi. MSAnet berbasis perhatian multi-skala yang diusulkan untuk segmentasi ayam dan perbandingan dengan metode, Mask RCNN, Unet, Mnet. | |
|--|--|--|--|

| | | | |
|---|--|---|---|
| <p>10. Judul: <i>A machine vision system for early detection and prediction of sick birds: A broiler chicken model.</i></p> <p>Penulis: Cedric Okinda, et.al</p> <p>Tahun: 2019</p> <p>Penerbit: ELSEVIER</p> | <p>Objek: Unggas Ayam Broiler</p> <p>Permasalahan: Bagaimana melakukan deteksi cepat virus Newcastle dengan menggunakan Kinect Depth Camera untuk mencegah penyebarannya dan meningkatkan produksi unggas.</p> <p>Variabel fitur diekstraksi berdasarkan deskriptor bentuk postur 2D (varians lingkaran, elongasi, cembung, kompleksitas, eksentrisitas) dan fitur mobilitas (kecepatan berjalan).</p> | <p>Metode: Image threshold, Dept Image untuk menghitung kedalaman citra, implementasi ROI (Region of Interest). Menghilangkan noise dengan Gaussian kernel filter, Morphological struktural melingkar berukuran 12 piksel untuk menghilangkan minima lokal yang terkait dengan kepala dan tubuh dan untuk mendapatkan citra kedalaman yang jelas. Citra kemudian diubah menjadi citra biner dengan metode Otsu. Klasifikasi menggunakan</p> | <p>Kinerja: Dua set pengklasifikasi kemudian dikembangkan hanya berdasarkan deskriptor bentuk postur, dan pada semua variabel fitur, Support Vector Machine (RBF-SVM) mengungguli semua model lainnya dengan akurasi masing-masing 0,975 dan 0,978. Sistem yang diusulkan dapat berfungsi sebagai sistem pemantauan ayam pedaging otomatis dengan memberikan peringatan dini dan prediksi terjadinya penyakit secara terus menerus</p> |
|---|--|---|---|

| | | | SVM | dan tidak mengganggu. |
|-----------|--|--|--|--|
| 11 | <p>Judul: <i>Design of Sick Chicken Automatic Detection System Based on Improved Residual Network.</i></p> <p>Penulis: Haiyang, et.al</p> <p>Tahun: 2020</p> <p>Penerbit: IEEE</p> | <p>Objek: Unggas Ayam</p> <p>Permasalahan: Bagaimana membangun sistem self-check untuk meningkatkan diagnosis penyakit ayam pada peternakan ayam pedaging.</p> | <p>Metode Image enhancement, CNN (Convolutional Neural Networks dan Residual Networks (ResNet))</p> | <p>Kinerja Dengan memperbaiki struktur jaringan ResNet, pengenalan ayam sakit dengan ResNet-FPN yang ditingkatkan, metode ini meningkat dengan akurasi mencapai 95%.</p> |
| 12 | <p>Judul: <i>Weight prediction of broiler chickens using 3D computer vision.</i></p> <p>Penulis: Krogh, et.al</p> <p>Tahun: 2016</p> <p>Penerbit: ELSEVIER</p> | <p>Objek: Unggas Ayam Pedaging</p> <p>Permasalahan: Bagaimana melakukan prediksi berat ayam menggunakan citra 3D dari tangkapan kamera Kinect.</p> | <p>Metode: Citra 3D dari tangkapan kamera Kinect, Algoritma Watershed Segmentation untuk mengekstrak kontur ayam, Gaussian kernel untuk menghaluskan. Prediksi berat menggunakan Artificial Neural Networks (ANN), Bayesian.</p> | <p>Kinerja: Hasil uji pada kandang ayam pedaging komersial dengan 48.000. Sebuah timbangan platform tradisional digunakan untuk memperkirakan bobot referensi. Kesalahan relatif rata-rata 7,8% antara bobot yang diprediksi dan bobot referensi dicapai pada set uji terpisah dengan 83 ayam pedaging di sekitar 13.000 citra yang dianotasi secara manual. Kesalahan umumnya lebih besar pada akhir</p> |

| | | | |
|-----------|--|---|---|
| | | | periode pemeliharaan dengan meningkatnya kepadatan ayam pedaging. |
| 13 | <p>Judul: <i>Development Of A Transfer Function For Weight Prediction Of Live Broiler Chicken Using Machine Vision.</i></p> <p>Penulis: Amraei, et.al</p> <p>Tahun: 2018</p> <p>Penerbit: SBEA</p> | <p>Objek: Unggas Ayam</p> <p>Permasalahan: Bagaimana melakukan pengelolaan citra untuk prediksi bobot ayam. 6 Fitur untuk menghitung bobot: luas cembung, keliling, eksentrisitas, panjang sumbu mayor dan minor.</p> | <p>Metode: Algoritma Chen-Vase model untuk melakukan segmentasi citra untuk menghilangkan kepala ayam karena berpengaruh 4% dari luas tubuh. Menghapus latar belakang menggunakan metode thresholding adaptif. Algoritma elips dengan menggunakan Transformasi Hough. Estimasi bobot menggunakan model TF.</p> <p>Kinerja: Keakuratan Transform Function (TF) untuk prediksi bobot badan diperkirakan dari perbandingan bobot absolut dan bobot prediksi pada semua rata-rata ayam broiler dengan $R^2=0,98$. MAPE 21.465, RMSE 102.97, SRE 0.240 dan RAV 0.0578.</p> |
| 14 | <p>Judul: <i>Recognition and Classification of Broiler Droppings Based on Deep Convolutional Neural Network.</i></p> <p>Penulis: Wang, et.al</p> <p>Tahun: 2019</p> <p>Penerbit:</p> | <p>Objek: Kotoran Ayam</p> <p>Permasalahan: Bagaimana melakukan deteksi penyakit pencernaan ayam pedaging dari kotoran yang dihasilkan. Fitur kotoran (bentuk, warna, kadar air, dan bentuk & air).</p> | <p>Metode: CNN dan dibandingkan dengan Faster R-CNN dan YOLO-V3</p> <p>Kinerja: Faster R-CNN yang lebih cepat mencapai 99,1% recall dan rata-rata presisi 93,3%, sementara YOLO-V3 mencapai 88,7% recall dan rata-rata presisi 84,3% pada kumpulan data pengujian.</p> |

HINDAWI

| | | | | |
|----|--|---|---|--|
| 15 | <p>Judul: <i>IoT Based Poultry House Monitoring.</i></p> <p>Penulis: Manshor, et.al</p> <p>Tahun: 2019</p> <p>Penerbit: IEEE</p> | <p>Objek: Monitoring Temperatur Kandang Unggas.</p> <p>Permasalahan: Bagaimana melakukan monitoring suhu dan kelembaban kandang untu menghindari insiden yang menyebabkan suhu naik terlalu tinggi.</p> | <p>Metode: (Internet of Things) IOT Raspberry Pi, sensor suhu, database Firebase, Actuator Lamp.</p> | <p>Kinerja: Monitor Rumah Unggas adalah sistem berbasis IoT yang mampu memantau suhu dan kelembaban dari smartphone. Dengan demikian, pengguna akan mengetahui bagaimana kondisi unggas berdasarkan data yang ditampilkan. Sistem ini berpotensi menjadi agen pemantau untuk segala jenis lingkungan terkendali tidak hanya kandang unggas, bahkan dapat digunakan untuk memantau rumah dan kantor.</p> |
| 16 | <p>Judul: <i>Smart Poultry Farm Automation and Monitoring System</i></p> <p>Penulis: Choukidar, et.al</p> <p>Tahun:</p> | <p>Objek: Monitoring Temperatur Kandang Unggas</p> <p>Permasalahan: Bagaimana melakukan monitoring suhu</p> | <p>Metode: Raspberry Pi, Sensor Suhu LM35, Sensor Kelembaban SY-HS-220, Sensor Gas Amoniak MQ135, Real</p> | <p>Kinerja: Sistem ideal ini akan meningkatkan kebutuhan pangan manusia dengan meningkatkan kualitas dan</p> |

| | | | |
|------|---|--|---|
| 2017 | dan kelembaban, ketinggian air, asap, gas, dan pemberian makanan. | Time Clock (RTC), Sensor Asap, Feeder, Water Sensor Level, Database MySQL. | kuantitas ayam. Sistem ini juga akan membantu dalam mengurangi pencemaran lingkungan dan meningkatkan kesehatan pekerja unggas dan konsumen ayam. |
|------|---|--|---|

Berdasarkan uraian tabel 1 (penelitian terdahulu) *Stat of The Art* dapat dilihat bahwa berbagai metode digunakan untuk mengenali perilaku unggas. Namun, hasil yang diinginkan dari pengenalan perilaku unggas dapat dipengaruhi oleh kondisi dan jenis unggas yang diamati. Pada penelitian ini penulis mengusulkan pendekatan baru dengan menggabungkan kamera dan sensor untuk melakukan pemantauan otomatis perilaku reproduksi unggas. Kombinasi ini dapat memberikan keuntungan tambahan dalam pemantauan perilaku unggas, terutama dengan memperoleh data visual dari kamera dan data sensor dari kondisi lingkungan kandang.

Penggunaan kamera digunakan untuk mengambil video dari perilaku unggas. pengolahan citra dan teknik pengenalan objek dapat diterapkan untuk menganalisis perilaku kawin dan mengeram. Metode-metode seperti Algoritma SVM, *Background Subtraction*, ORB dan ROI dapat digunakan untuk mengenali dan menganalisis perilaku reproduksi unggas.

Sementara itu, penggunaan sensor seperti sensor suhu dan kelembaban BME280 dapat memberikan informasi penting tentang kondisi lingkungan di kandang yang dapat mempengaruhi perilaku reproduksi unggas. Data suhu dan kelembaban dapat diamati dan direkam untuk analisis lebih lanjut terkait dengan perilaku reproduksi unggas. Dengan menggabungkan kamera dan sensor, penulis dapat mengkombinasikan data visual dan data lingkungan untuk memperoleh pemahaman yang lebih lengkap tentang perilaku reproduksi unggas dan hubungannya dengan kondisi lingkungan. Pendekatan ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam penelitian ini dan membuka peluang baru untuk pemahaman yang lebih mendalam tentang perilaku unggas.

Penelitian ini mempunyai luaran yang hendak dicapai yakni sebuah sistem pemantauan yang dapat menampilkan data pengolahan citra dan data sensor, penggunaan beberapa metode pengolahan citra untuk mencapai hasil yang diinginkan dan penggunaan sensor untuk melakukan monitoring lingkungan kandang. Sistem pemantauan ini memiliki keandalan yang lebih baik dalam menyelesaikan masalah pengenalan perilaku reproduksi dan temperatur unggas yang lebih kompleks.

2.4 Kerangka Pikir Penelitian

Tujuan kerangka pemikiran adalah untuk mengetahui posisi dan keunikan penelitian yang akan dilaksanakan. Keunikan penelitian yang diajukan bukan sesuatu yang spektakuler, bukan juga penelitian yang bersifat metode baru. Penelitian ini adalah sebuah permasalahan baru yang ditemukan dari beberapa penelitian dan kondisi yang ada saat ini, penelitian ini akan membangun sistem identifikasi perilaku reproduksi sehingga dapat nantinya dapat menarik kesimpulan terhadap nilai temperatur terhadap perilaku reproduksi unggas. Kerangka fikir memiliki beberapa tahapan yaitu **a. Latar Belakang, b. Referensi, c. Kelemahan Penelitian Sebelumnya, d. Solusi yang ditawarkan, e. Peluang kontribusi.** Berikut gambaran kerangka pemikiran penelitian yang diajukan:

Latar Belakang

Pemantauan masih dilakukan secara konvensional yang memiliki keterbatasan yaitu:

- Beresiko penularan penyakit terhadap peternak
- Mengganggu aktifitas unggas yang berdampak pada produktifitas unggas
- Dapat menimbulkan stress terhadap unggas dan mengganggu pola alaminya
- Membutuhkan sumber daya manusia setiap saat.

Pemantauan dengan menggunakan kamera CCTV:

- Masih perlu melihat hasil rekaman dari kamera.
- Membutuhkan pengamat untuk memantau hasil rekaman

Referensi

- 1 Live monitoring in poultry houses: a broiler detection approach. (Vilas dkk, 2017, IEEE).
- 2 Real-time behavior detection and judgment of egg breeders basedon YOLO v3. (Jung Wang dkk, 2019, ATCI-SPINGER).
- 3 Detection of sick broilers by digital image processing and deeplearning. (Xiaolin dkk, 2019, ELSAVIER).
- 4 Convolutional Neural Network Based on HOG Feature for Bird Species Detection and Classification. (Kumar dkk, 2021, ASTES).
- 5 Automated Chicken Counting in Surveillance Camera Environments Based on the Point Supervision Algorithm: LC-DenseFCN. (Liangbeng Cao dkk, 2021, MDPI).
- 6 Development of an early warning algorithm to detect sick broilers. (Zhuang dkk, 2017, ELSAVIER).
- 7 A Machine Vision-Based Method for Monitoring Broiler Chicken Floor Distribution. (Yangyang Guo dkk, 2020, SENSORS).
- 8 A Monitoring System for Laying Hens That Uses a Detection Sensor Based on Infrared Technology and Image Pattern Recognition. (Mauro dkk, 2017, SENSORS).
- 9 Chicken Image Segmentation via Multi-Scale Attention-Based Deep Convolutional Neural Network. (Wei Lie dkk, 2021, IEEE).
- 10 A machine vision system for early detection and prediction of sick birds: A broiler chicken model. (Cedrik Okinda dkk, 2019, ELSAVIER).
- 11 Design of Sick Chicken Automatic Detection System Based on Improved Residual Network. (Haiyang dkk, 2020, IEEE).
- 12 Weight prediction of broiler chickens using 3D computer vision. (Krogh dkk, 2016, ELSAVIER).
- 13 Development Of A Transfer Function For Weight Prediction Of Live Broiler Chicken Using Machine Vision. (Amraei dkk, 2018, SBEA).
- 14 Recognition and Classification of Broiler Droppings Based on Deep Convolutional Neural Network. (Wang dkk, 2019, HINDAWI).

