

CHAPTER 14

SISTEM PEMANTAUAN PERILAKU AYAM BROILER PADA KANDANG PINTAR

**Sri Wahjuni¹, Hendra Rahmawan², Wulandari³, Jasmine Khairunissa⁴,
Iman Rahayu Hidayati Soesanto⁵, Auriza Rahmad Akbar⁶, & Fatthurohman Komara⁷**

Departemen Ilmu Komputer, Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan
Institut Pertanian Bogor (IPB)

-
- ¹ **S. Wahjuni** adalah anggota Divisi Sistem Komputer dan Jaringan serta staf pengajar pada Departemen Ilmu Komputer IPB University; memperoleh gelar sarjana dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) serta magister dan doktor dari Universitas Indonesia; bidang riset yang ditekuni meliputi *embedded systems*, *heterogeneous networks*, dan *internet of things*; anggota IEEE dan IAENG. Alamat posel: my_juni04@apps.ipb.ac.id
- ² **H. Rahmawan** adalah anggota Divisi Sistem Komputer dan Jaringan serta staf pengajar pada Departemen Ilmu Komputer IPB University; memperoleh gelar sarjana dari Institut Pertanian Bogor (IPB) serta magister dan doktor dari Institut Teknologi Bandung; bidang riset yang ditekuni meliputi *high performance grid computing* dan *control system*. Alamat posel: hrahmawan@apps.ipb.ac.id
- ³ **Wulandari** adalah anggota Divisi Sistem Komputer dan Jaringan serta staf pengajar pada Departemen Ilmu Komputer IPB University; memperoleh gelar dari sarjana Institut Pertanian Bogor (IPB) dan magister dari Kyoto University; bidang riset yang ditekuni adalah *precision livestock*, *robotics and embedded systems*, dan *image processing*; anggota IEEE, IAENG, dan Japanese Society of Agricultural Machinery and Food Engineers (JSAM). Alamat posel: wulandari.ilkom@apps.ipb.ac.id
- ⁴ **J. Khairunissa** adalah anggota Divisi Sistem Komputer dan Jaringan pada Departemen Ilmu Komputer IPB University; memperoleh gelar sarjana dari Institut Pertanian Bogor (IPB); dan saat ini sedang menyelesaikan pendidikan di Program Magister Ilmu Komputer IPB. Alamat emailposel: jasmine_9199@apps.ipb.ac.id.
- ⁵ **I. R. H. Soesanto** adalah profesor dan Kepala Divisi Produksi Ternak Unggas pada Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, IPB University; memperoleh gelar sarjana dari IPB, magister dari Universitas Padjadjaran, dan gelar doktor dari Universiti Putera Malaysia; bidang riset yang ditekuni meliputi produksi, nutrisi dan pengolahan produk primer unggas, pangan fungsional unggas berdasarkan perolehan paten (telur omega dan karkas rendah kolesterol), aplikasi tingkah laku, kesejahteraan ternak pada unggas (ras dan lokal), dan penggunaan IoT pada unggas. Alamat posel: imanso@apps.ipb.ac.id
- ⁶ **A. R. Akbar** adalah anggota Divisi Sistem Komputer dan Jaringan pada Departemen Ilmu Komputer IPB University; memperoleh gelar dari sarjana dan magister dari Institut Pertanian Bogor (IPB); bidang riset yang ditekuni adalah *distributed, parallel, and cluster computing*, *networking and internet architecture cryptography and security*, robotika, dan UAV. Alamat posel: auriza@apps.ipb.ac.id
- ⁷ **F. Komara** adalah anggota Divisi Produksi Ternak Unggas pada Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, IPB University; memperoleh gelar sarjana dari Universitas Djuanda dan sedang menyelesaikan pendidikan di Program Magister Peternakan IPB. Alamat posel: fatthurohmanfatthurohman@apps.ipb.ac.id

S. Wahjuni, H. Rahmawan, Wulandari, J. Khairunissa, I. R. H. Soesanto, A. R. Akbar, & F. Komara
Institut Pertanian Bogor (IPB), e-mail: my_juni04@apps.ipb.ac.id

@2023 Kolaborasi Riset dan Inovasi Industri Kecerdasan Artifisial (KORIKA) & Penerbit BRIN
S. Wahjuni, H. Rahmawan, Wulandari, J. Khairunissa, I. R. H. Soesanto, A. R. Akbar, and F. Komara, "Sistem pemantauan perilaku ayam broiler pada kandang pintar," in *Prosiding Use Cases Artificial Intelligence Indonesia: Embracing Collaboration for Research and Industrial Innovation in Artificial Intelligence*, B. R. Trilaksono, H. Riza, A. Jarin, N. D. S. Darmayanti, and S. Liawatimena, Eds. Jakarta: Penerbit BRIN, Februari 2023, ch. 14, pp. 155-163, doi: 10.55981/brin.668.c550
ISBN: 978-623-8052-49-3, E-ISBN: 978-623-8052-50-9

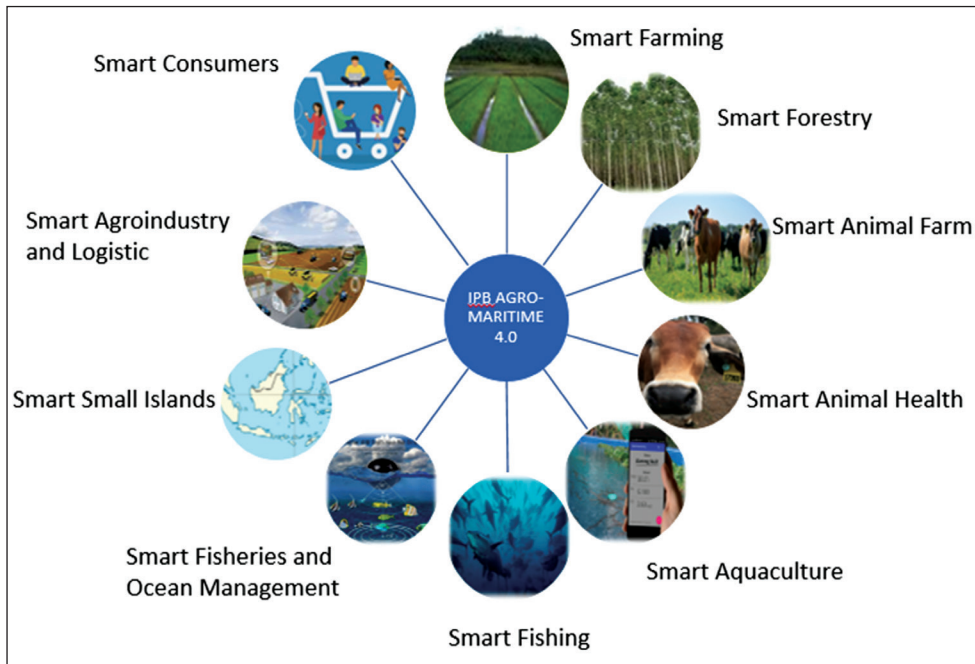
ABSTRAK

Kesejahteraan hewan mulai menjadi isu yang mengemuka dalam perdagangan ternak, termasuk unggas (ayam). Dalam rangka menjamin kesehatan dan kesejahteraan ternak ayam, selain pengontrolan lingkungan kandang, diperlukan juga pemantauan terhadap perilaku ayam. Hal ini untuk mendeteksi lebih awal jika ada ternak yang mengalami gangguan kesehatan atau pun memiliki perilaku agresif yang membahayakan ayam lainnya. Selain itu, pemahaman terhadap perilaku ayam diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pemberian pakan yang menempati lebih 66% biaya produksi. Sistem kandang pintar yang ada saat ini fokus pada pengontrolan lingkungan kandang. Untuk itu, perlu dikembangkan sistem identifikasi perilaku ayam yang dapat memberikan notifikasi ke peternak jika terjadi kondisi yang tidak diinginkan serta untuk mengembangkan model pemberian pakan yang efektif. Model pendeteksian pergerakan ayam yang dikembangkan saat ini memiliki nilai MOTP sebesar 60,4%.

Kata kunci: kesejahteraan ternak, otomasi deteksi, pemberian pakan presisi, *multi-object tracking*

A. PENDAHULUAN

Kecukupan gizi adalah salah satu penentu dalam menghasilkan sumber daya manusia yang berkualitas. Sesuai dengan Konsep Pengembangan Penelitian Agro-Maritim 4.0. IPB seperti terlihat pada Gambar 1, salah satu fokus penelitian yang akan dikembangkan oleh IPB adalah sistem cerdas untuk *smart animal farm*. Dengan sistem tersebut, pengelolaan peternakan diharapkan dapat dilakukan dengan lebih efisien untuk meningkatkan produksi dan kualitas hasil produksi. Konsumsi daging ayam ras dan kampung terus meningkat yang berdampak positif pada usaha peternakan unggas

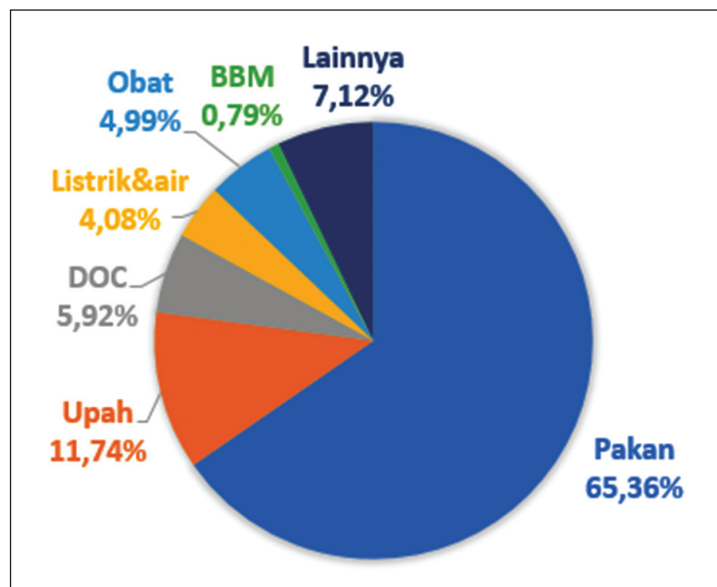


Gambar 1. Konsep Pengembangan Penelitian Agro-Maritime 4.0 [1]

di Indonesia semakin diminati oleh masyarakat. Hal ini ditunjukkan dengan adanya 397 perusahaan ternak unggas yang aktif berproduksi dan memenuhi syarat pada tahun 2020. Pada tahun yang sama, perusahaan ternak tersebut meraup pemasukan dengan total sebesar 15,92 triliun rupiah. Adapun total biaya pengeluaran yang harus dikeluarkan oleh para peternak adalah sebesar 9,08 triliun rupiah dengan pengeluaran terbesar untuk penyediaan pakan sebesar 65,36% [2]. Komposisi pengeluaran selengkapnya seperti terlihat pada Gambar 2. Beberapa permasalahan yang masih harus dibenahi dalam industri peternakan ayam ini di antaranya efisiensi bisnis dan kesejahteraan hewan ternak.

Performa produksi ayam broiler sangat dipengaruhi oleh manajemen pemeliharaannya, misalnya pemberian pakan, minum, dan kepadatan kandang, selain faktor genotipe dan jenis kelamin. Berdasarkan penelitian, perilaku ayam merefleksikan kesejahtraannya, seperti perilaku berjalan (*locomotion*), *dust bathing*, mematok, dan perilaku agresif [3]. Pengamatan perilaku tersebut diharapkan dapat diperoleh informasi terkait efektivitas sebuah sistem pemeliharaan ayam.

Pola peternakan ayam ras pedaging yang cepat dan mengedepankan pertumbuhan fisik yang pesat menyebabkan hewan ternak rentan terhadap masalah kesehatan, seperti kelainan metabolisme *sudden death syndrom* (SDS), kepincangan, dan penurunan aktivitas yang dicurigai menyebabkan kelemahan tungkai [4]. Rahayu dan Yuniati [5] telah melakukan penelitian mengenai pertumbuhan dan perilaku Broiler Strain Ross pada sistem pemeliharaan intensif dan akses *free range*. Pada penelitian tersebut, pengamatan visual terhadap perilaku hewan dilakukan secara manual oleh para peneliti. Konsekuensi dari hal tersebut adalah jumlah objek penelitian yang dapat dicakup dengan menggunakan teknik pengamatan visual secara manual akan



Gambar 2. Struktur Biaya Pemeliharaan Ayam Broiler (Data Diolah dari [2])

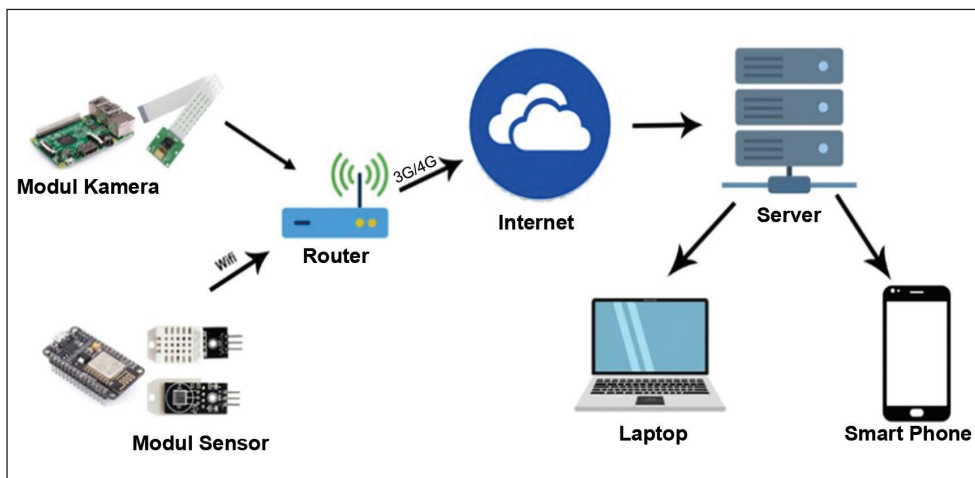
dibatasi oleh jumlah pengamat yang tersedia. Dengan demikian, teknik pengamatan perilaku hewan yang terotomatisasi diperlukan untuk mencapai akurasi yang baik sehingga memperoleh data pengamatan objek dalam jumlah besar.

Teknologi *internet of things* (IoT) yang dilengkapi dengan sensor dan kamera memungkinkan manusia untuk mengumpulkan hasil pengamatan terhadap sebuah objek secara terus-menerus tanpa perlu untuk menghentikan kegiatan lainnya. Metode pengenalan, pendeteksian, dan penelusuran objek memungkinkan untuk dibangunnya sebuah model yang dapat mengidentifikasi perilaku ayam di dalam kandang serta durasi perilaku tersebut dilakukan. Model yang dibangun tersebut dapat diimplementasikan dalam sebuah aplikasi yang dapat digunakan untuk memperoleh informasi dalam bentuk visual (grafik) secara waktu nyata untuk memudahkan pengamatan. Selain itu, data yang terkumpul dapat diolah untuk penggunaan lebih lanjut, seperti menentukan perilaku dominan dalam kurun waktu tertentu atau kondisi tertentu yang dapat diintegrasikan kemudian dengan sistem pemberian dan pencatatan pakan pintar. Di sisi lain, lingkungan kandang dapat dipantau secara terus-menerus melalui sensor yang dipasang di lingkungan kandang. Sensor tersebut dapat berupa sensor pemantau temperatur, kelembapan, maupun kualitas udara. Sebuah penelitian menyatakan bahwa suhu lingkungan merupakan faktor eksternal yang dapat memengaruhi produktivitas dalam pemeliharaan ayam broiler [6].

B. PEMBAHASAN

1. Rancangan Sistem

Skema rancangan keseluruhan dari sistem pemantauan perilaku ayam broiler pada kandang pintar yang dibangun dapat dilihat pada Gambar 3. Setiap modul terdiri dari modul sensor pemantauan lingkungan kandang dan modul kamera untuk merekam aktivitas ayam. Sensor yang digunakan adalah sensor DHT22 untuk



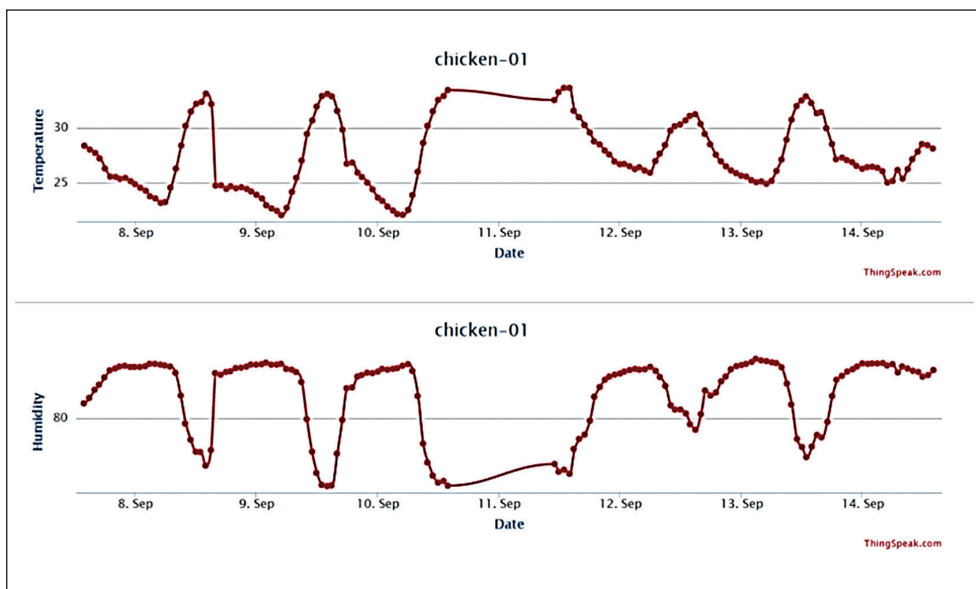
Gambar 3. Arsitektur Sistem Pemantauan Perilaku Ayam Broiler

mengukur kelembapan udara dan temperatur kandang serta sensor MQ135 untuk mengukur kualitas udara. Raspberry Pi Camera 5MP yang dikontrol oleh Raspberry Pi 4 digunakan untuk memantau pergerakan ayam.

Pada rancangan tersebut, modul kamera diperlukan untuk merekam pergerakan ayam serta mengirimkan video hasil perekamannya ke server melalui internet secara kontinu. Dalam server, model deteksi pergerakan ayam yang telah dibangun akan mengidentifikasi jika ada ayam yang memiliki tingkat keaktifan di bawah atau di atas rata-rata pergerakan ayam lainnya berdasarkan durasi pergerakan setiap ayam. Hal ini penting untuk mengetahui perilaku atau tingkah laku ternak selama pemeliharaan karena hal tersebut merupakan salah satu indikator penting kesejahteraan hewan [7].

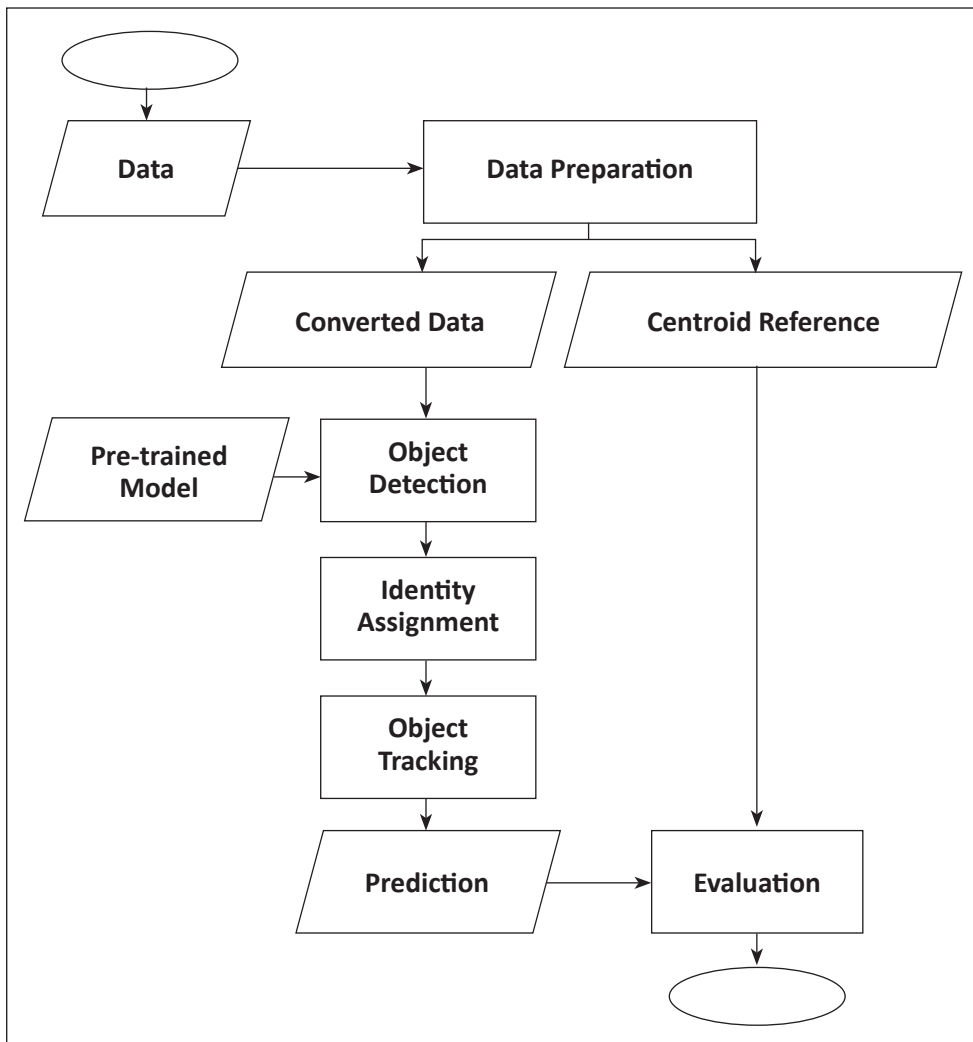
2. Hasil Penelitian

Ayam ras pedaging adalah ayam ras yang dibudidayakan untuk menghasilkan daging dan merupakan peralihan vertebrata (berdarah panas) ke avertebrata (berdarah dingin) [8] dengan pengaturan suhu tubuh dalam batasan yang sesuai karena suhu pemeliharaan yang tinggi dapat mengakibatkan stres [9]. Suhu optimal yang dibutuhkan dalam pemeliharaan ayam broiler berkisar antara 23–24°C, sedangkan kelembapan ideal bagi ayam broiler berkisar antara 50–70% [10]. Untuk kondisi di Indonesia, Pattiselano dan Randa [11] menyatakan kelembapan udara yang direkomendasikan adalah 65–75%. Pengujian sistem pemantauan lingkungan yang dilakukan secara terpisah menunjukkan pentingnya sebuah sistem pemantauan otomatis lingkungan kandang karena perubahan cuaca di Indonesia yang cukup ekstrem [12]. Gambar 4 menampilkan grafik hasil pengamatan temperatur dan kelembapan di kandang dengan perubahan yang cukup ekstrem antarwaktu pengukuran.



Gambar 4. Contoh Hasil Pengamatan Temperatur dan Kelembapan

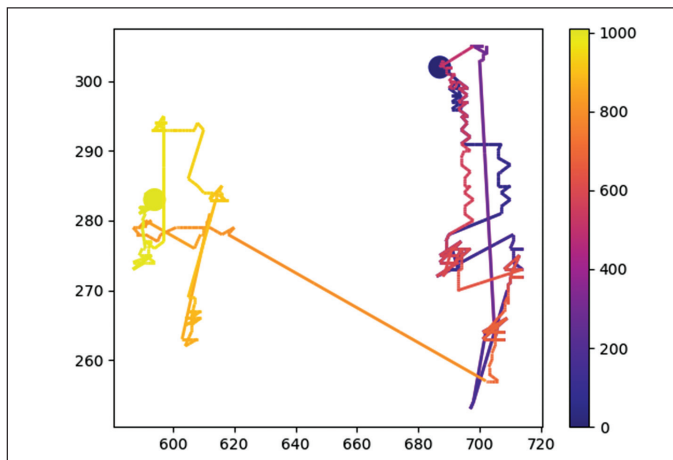
Untuk mendeteksi pergerakan ayam, digunakan algoritma *multi-object tracking* (MOT) yang merupakan algoritma penelusuran banyak objek dalam citra digital dengan cara mendeteksi lokasi banyak objek, menjaga identitas tiap objek, dan membentuk lintasan tiap objek sesuai dengan data input [13]. Pendeteksian objek dilakukan menggunakan *single-shot multibox detection* (SSD). Alur pembangunan model pendeteksian pergerakan ayam broiler ditunjukkan pada Gambar 5, sedangkan contoh hasil perekaman menggunakan Raspberry Pi Camera 5MP ditunjukkan pada Gambar 6. Hasil pendeteksian salah satu objek ayam dapat divisualisasikan dengan melakukan *ploting* pergerakan seperti pada Gambar 7 yang menunjukkan lamanya ayam tersebut bergerak dalam durasi video yang diujikan, yaitu 53 detik [14].



Gambar 5. Diagram Alir Tahapan Pembangunan Model Pendeteksian Pergerakan Ayam Broiler



Gambar 6. Contoh Hasil Perekaman



Gambar 7. Contoh Plot Pergerakan Objek Ayam yang Terdeteksi

Pengukuran kinerja algoritma dilakukan dengan menghitung nilai *multi-object tracking precision* (MOTP) menggunakan persamaan berikut ini [15].

$$MOTP = \frac{\sum_{i,t} d_t^i}{\sum_t c_t}$$

Keterangan:

d_t^i : eror (*miss*)

t : waktu

i : *frame*

c_t : jumlah *match* pada waktu (t)

Data dinyatakan cocok (*match*) ketika nilai *delta_x* kurang dari atau sama dengan 118 piksel yang merupakan rata-rata lebar objek ayam pada video yang digunakan dan nilai *delta_y* kurang dari atau sama dengan 95 piksel yang merupakan rata-rata tinggi objek ayam pada video ini. Nilai *threshold* dapat diubah secara proporsional dengan ukuran video. Variabel *delta_x* menyatakan jarak antarkoordinat *centroid* terdeteksi dan acuan pada sumbu *x*, sedangkan *delta_y* adalah jarak antarkoordinat *centroid* terdeteksi dan acuan pada sumbu *y*. Data yang tidak memenuhi ketentuan ini dinyatakan sebagai eror. Data masuk ke dalam kategori *false positive* ketika objek terdeteksi, tetapi memiliki identitas yang salah dan masuk ke dalam kategori *mismatch* ketika identitasnya tertukar dengan identitas objek yang memiliki jalur bersinggungan dengan objek tersebut [15]. Nilai MOTP yang dihasilkan dalam penelitian ini sebesar 60,4%.

C. KESIMPULAN

Nilai presisi hasil pendeteksian pergerakan ayam menggunakan algoritme MOT dalam penelitian ini adalah sebesar 60,4%. Penelitian selanjutnya yang akan dilakukan dalam waktu dekat berfokus pada peningkatan nilai presisi dengan menambahkan informasi *bounding box* acuan, seperti identitas objek, warna, atau perilaku, untuk mengurangi pertukaran identitas antarobjek yang bersimpangan. Analisis perilaku ternak ayam dapat dilakukan dengan pemberian label jenis perilaku ayam yang harus didampingi oleh ahli. Selanjutnya, model deteksi pergerakan ayam ini dapat diterapkan pada data video hasil perekaman yang kontinu atau dalam durasi lebih lama untuk memantau tingkat aktivitas ayam. Hal penting ini bertujuan jika ada ayam dengan tingkat aktivitas yang tidak normal agar dapat segera terdeteksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional melalui skema Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi (PDUPT) dengan nomor 1906 / IT3.L1/PN/2021.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] IPB. AGRO-MARITIM 4.0: Kontribusi Pemikiran IPB untuk Indonesia.2018.
- [2] BPS. *Statistik Perusahaan Peternakan Unggas 2020*. Direktorat Statistik Peternakan, Perikanan dan Kehutanan BPS. 2020.
- [3] L. S. Costa, D. F. Pereira, L.G.F. Bueno, dan H. Pandorfi, "Some aspects of chicken behavior and welfare," *Braz. J. Poult. Sci.*, vol. 14, no. 3, pp. 159–232, 2012.
- [4] W. Bessei, "Welfare of broilers: A review," *Worlds Poult Sci J.*, vol. 62, no. 3, pp. 455–466, 2006, doi:10.1079/WPS2005108
- [5] I. H. S. Rahayu dan S. P. K. H Yuniati, "Pertumbuhan dan perilaku broiler strain ross pada sistem pemeliharaan intensif dan akses free range," Laporan Penelitian Fundamental Bidang Ilmu, 2018.
- [6] A. A. Kasim, R. Maulana, dan G. E. Setyawan, "Implementasi otomasi kandang dalam rangka meminimalisir heat stress pada ayam broiler dengan metode fuzzy Sugeno," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 2, pp. 2548–964X, 2019.
- [7] I. Zulkifli. 2009, "Broiler chicken welfare: what do they want and what do we want?" dalam *The 1st International Seminar on Animal Industry*, K. G. Wiryawan dkk., Eds. 2009, pp. 41–50.
- [8] H. S. Iman Rahayu, T. Sudrayani, dan H. Santosa, *Panduan Lengkap Ayam*. Jakarta: Penebar Swadaya, 2013.
- [9] M. H. Tamzil, "Stres panas pada unggas: metabolisme, akibat dan upaya penanggulangannya," *Wartazoa*, vol. 24, no. 2, pp. 57–66, 2014.
- [10] Z. Y. Zhang dkk., "Effects of constant and cyclic heat stress on muscle metabolism and meat quality of broiler breast fillet and thigh meat," *Poultry Science*, vol. 91, no. 11, 2931–2937, 2012.
- [11] F. Pattiselano dan S. Y. Randa, "Efek frekuensi penaburan zeolit pada alas litter terhadap kualitas lingkungan kandang ayam pedaging," *Animal Production*, vol. 7, no. 2, pp. 89–94, 2005.
- [12] W. Wulandari, S. Wahjuni, W. M. Nouval, dan A. R. Akbar, "Development of automatic weather station monitoring system for broiler chicken coop," dalam *The 3rd IEEE Bombay Section Signature Conference (IBSSC)*. Gwalior, India, 2021.
- [13] Y. Xiang, A. Alahi, dan S. Savarese. "Learning to track: Online multi-object tracking by decision making," dalam *IEEE International Conference on Computer Vision*, Santiago, Chile, pp. 4705–4713, 2015.
- [14] J. Khairunissa, S. Wahjuni, I. R. H. Soesanto, dan W. Wulandari, "Detecting poultry movement for poultry behavioral analysis using the multi-object tracking (MOT) algorithm," dalam *Proceeding of The 8th International Conference on Computer and Communication Engineering (ICCCCE)*, Kuala Lumpur, Malaysia, 2021, pp. 265–268. doi: 10.1109/ICCCCE50029.2021.9467144, 2021.
- [15] K. Bernardin dan R. Stiefelagen, "Evaluating Multiple Object Tracking Performance: The CLEAR MOT Metrics," *EURASIP Journal on Image and Video Processing*, vol. 2008, no. 1, pp. 1–10, 2008.