

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Sektor peternakan merupakan salah satu komponen paling strategis dan vital dalam industri pertanian, memegang peran sentral dalam sistem pangan global (Qiao dkk., 2021). Selain fungsinya sebagai penyedia utama protein berkualitas tinggi melalui daging, susu, dan telur, peternakan juga mendukung ekonomi pertanian yang lebih luas dengan memasok pupuk organik dan berkontribusi pada praktik pertanian berkelanjutan melalui siklus nutrisi serta pengelolaan lahan (Irfan Said, 2022). Peran ganda industri peternakan ini menjadikannya sangat diperlukan baik di wilayah maju maupun berkembang.

Dalam konteks ketahanan pangan global, produksi ternak tidak hanya mengatasi ketersediaan pangan tetapi juga kualitas gizi. Makanan hewani kaya akan energi, protein, dan mikronutrien esensial seperti vitamin B12, yang secara alami hanya dapat ditemukan pada produk hewani. Kualitas nutrisi ini sangat selaras dengan kebutuhan manusia untuk perkembangan yang sehat, fungsi fisiologis, dan kesejahteraan secara keseluruhan (Smith dkk., 2013). Namun, akses terhadap makanan berkualitas tinggi tersebut masih terbatas di banyak lingkungan berpenghasilan rendah karena hambatan harga (Sekaran dkk., 2021), yang dapat menyebabkan malnutrisi. Permintaan protein hewani terus meningkat secara global, didorong oleh pertumbuhan populasi yang pesat. Peningkatan populasi dunia ini menimbulkan tantangan yang semakin besar bagi sektor peternakan untuk memenuhi permintaan yang meningkat secara berkelanjutan (Godfray dkk., 2010).

Kesenjangan antara penawaran dan permintaan ini menciptakan peluang sekaligus tantangan bagi pengusaha peternakan dan pembuat kebijakan, menyoroti kebutuhan akan inovasi dalam manajemen, produktivitas, dan aksesibilitas ternak untuk menjamin ketahanan pangan dan pembangunan ekonomi. Di antara spesies ternak, sapi memiliki signifikansi khusus karena keserbagunaannya. Sapi dipelihara untuk berbagai tujuan, seperti daging (sapi potong), susu, tenaga kerja, dan pembiakan. Baik dalam skala komersial maupun peternakan rakyat, menjaga

kesehatan dan produktivitas kawanan sapi sangat penting untuk profitabilitas dan pasokan pangan. Salah satu indikator paling mendasar dari kesehatan dan produktivitas sapi adalah berat badan, yang mencerminkan pertumbuhan dan kondisi fisiologis secara keseluruhan (Abera dkk., 2021; S. Wang dkk., 2023).

Pemantauan berat badan sapi secara teratur sangat penting bagi peternak, karena dapat digunakan sebagai penilaian pertumbuhan dan perkembangannya, membantu peternak membuat keputusan yang efisien terkait manajemen pakan dan kesehatan (Mardhati dkk., 2021). Berat badan dapat berfungsi sebagai indikator kinerja yang memengaruhi pengambilan keputusan. Selain itu, pemantauan berat badan yang tepat mendukung program pemuliaan selektif dengan memungkinkan peternak mengidentifikasi dan mempromosikan hewan dengan sifat pertumbuhan yang menguntungkan (Snelling dkk., 2022). Dalam peternakan komersial, terutama dalam operasi skala besar, kemampuan untuk melacak tren berat badan dari waktu ke waktu juga memfasilitasi deteksi dini penyakit atau malnutrisi (Segerkvist dkk., 2020).

Pengukuran berat badan sapi secara konvensional memiliki beberapa kelemahan sehingga mendorong eksplorasi teknik *machine learning* dan *computer vision* yang memungkinkan pendekatan pengukuran berat badan hewan secara non-intrusif (Mollah dkk., 2010). Pendekatan ini bertujuan untuk mengurangi keterlibatan manusia, meningkatkan konsistensi, dan memungkinkan pemantauan tanpa kontak, yang sangat berharga untuk operasi peternakan skala besar. Berbeda dengan metode tradisional yang memerlukan kontak fisik atau penanganan, teknik berbasis visi menangkap data visual, biasanya gambar atau video, dan mengekstraksi fitur geometris atau morfologis dari berbagai sudut pandang. Fitur-fitur ini kemudian dipetakan ke berat badan menggunakan model regresi.

Untuk menerjemahkan data tingkat piksel menjadi pengukuran dunia nyata yang akurat, banyak penelitian menggabungkan sensor kedalaman (Cominotte dkk., 2020; Hansen dkk., 2018; Song dkk., 2018; Sousa dkk., 2018), yang menyediakan data tiga dimensi yang memungkinkan estimasi volume tubuh atau geometri permukaan. Penelitian lain memanfaatkan teknik kalibrasi kamera yang menghubungkan koordinat gambar dengan jarak aktual (Nishide dkk., 2018;

Tasdemir dkk., 2011). Pendekatan yang lebih canggih menggunakan beberapa kamera dari sudut yang berbeda untuk merekonstruksi model tiga dimensi hewan yang terperinci, yang kemudian dianalisis untuk menghitung volume tubuh dan luas permukaan, berfungsi sebagai proksi untuk berat badan sapi (Le Cozler dkk., 2019).

Meskipun akurasi tinggi dan potensi otomatisasi dari sistem ini, penerapannya seringkali memerlukan infrastruktur yang signifikan: sensor khusus, kamera yang diposisikan dengan cermat, pencahayaan seragam, atau pergerakan hewan yang terbatas. Kendala-kendala ini menimbulkan tantangan untuk adopsi di lingkungan luar ruangan atau dengan sumber daya rendah di mana kondisi terkontrol semacam itu tidak memungkinkan. Upaya yang lebih baru telah mengeksplorasi pendekatan bergerak atau semi-portabel yang bertujuan untuk mengurangi ketergantungan pada infrastruktur tetap sambil mempertahankan akurasi yang dapat diterima. Pendekatan ini biasanya melibatkan pengambilan gambar tampilan samping atau belakang menggunakan kamera genggam atau smartphone. Untuk memperhitungkan inkonsistensi skala dalam pengaturan yang tidak terkontrol tersebut, banyak metode masih mengandalkan prosedur kalibrasi kamera, seperti menyertakan objek referensi dalam frame, memperbaiki jarak kamera-ke-hewan, atau menggunakan panjang fokus dan resolusi gambar yang diketahui untuk memperkirakan dimensi metrik (Bai dkk., 2025; Nguyen dkk., 2023; Nilchuen dkk., 2021; Thapar dkk., 2023; Y. Zhang dkk., 2021). Selanjutnya, metode berbasis UAV baru-baru ini mendapatkan daya tarik untuk pemantauan ternak dalam sistem padang rumput yang luas. Dengan menggunakan citra RGB stereo, video, dan data LiDAR yang diambil dari drone, para peneliti telah secara manual memperkirakan pengukuran tubuh 3D seperti tinggi dan berat (Los dkk., 2023).

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengeksplorasi metode alternatif untuk mengestimasi berat volumetrik hanya dengan menggunakan gambar RGB monokuler dari dua sudut pandang berbeda tanpa mengandalkan sensor kedalaman atau kalibrasi spasial eksplisit. Metode yang diusulkan berfokus pada ekstraksi rasio visual dari gambar sapi yang tersegmentasi, dikombinasikan dengan *Histogram of Oriented Gradients* (HOG) sebagai fitur berbasis bentuk untuk menangkap kontur

dan karakteristik permukaan tubuh. Fitur-fitur ini diharapkan dapat merefleksikan isyarat visual yang berkaitan dengan proporsi tubuh, distribusi lemak tubuh, dan kekegaran otot, yang umumnya diasosiasikan dengan *Body Condition Score* (BCS) sapi—sebuah penilaian visual yang sering digunakan oleh para ahli sebagai indikator tidak langsung berat badan. Meskipun pendekatan ini diperkirakan akan menghasilkan akurasi yang lebih rendah dibandingkan dengan metode berbasis kedalaman atau terkalibrasi karena hilangnya informasi dari pengukuran tanpa unit, penelitian ini bertujuan untuk menawarkan alternatif yang lebih mudah diakses dan digunakan, terutama dalam pengaturan di mana teknologi penginderaan canggih tidak memungkinkan. Dengan menyelidiki potensi fitur berbasis gambar monokuler untuk estimasi berat volumetrik, studi ini berkontribusi pada solusi pemantauan berat badan sapi yang praktis dan terukur.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan sebelumnya, beberapa masalah dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Bagaimana penerapan model komputasi untuk estimasi berat sapi dengan metode segmentasi gambar, *image processing*, dan *fully connected neural network* (FCNN)?
2. Bagaimana hasil implementasi model komputasi dalam estimasi berat sapi pada gambar monokuler dengan fitur rasio dan FCNN?

## 1.3. Batasan Masalah

Terdapat beberapa batasan masalah yang perlu diperhatikan untuk menjaga fokus penelitian. Batasan-batasan tersebut meliputi:

1. Penelitian ini difokuskan pada penggunaan arsitektur *fully connected neural network* (FCNN) dan algoritma *image processing* yang disertai metode segmentasi gambar.
2. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data berupa gambar sapi nampak samping dan belakang yang diambil menggunakan kamera monokuler dalam lingkungan peternakan sapi.

3. Penelitian ini menggunakan dataset gambar dari berbagai jenis sapi dengan anotasi segmentasi, jenis kelamin, dan berat volumetrik sapi.

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka tujuan penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Merancang model komputasi untuk menghitung berat sapi dengan metode segmentasi gambar, *image processing*, dan *fully connected neural network* (FCNN).
2. Membangun model komputasi untuk menghitung berat sapi dengan metode segmentasi gambar, *image processing*, dan *fully connected neural network* (FCNN).
3. Mengevaluasi dan menganalisis hasil implementasi model komputasi dalam estimasi berat badan sapi pada gambar monocular menggunakan fitur rasio dan FCNN.

#### **1.5. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Membantu peternak sapi untuk mengukur berat badan sapi tanpa menimbulkan tekanan pada hewan ternak.
2. Meningkatkan efisiensi dalam pemantauan berat badan sapi secara berkala.
3. Memungkinkan pemantauan berat badan sapi tanpa kalibrasi jarak kamera ataupun skala gambar sapi.