BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tidur merupakan proses biologis fundamental yang berperan penting dalam regulasi sistem saraf, metabolisme, imunitas, serta kesehatan mental manusia [1]. Laporan *Global Burden of Disease* menunjukkan bahwa gangguan tidur telah menjadi masalah kesehatan masyarakat dengan tren beban penyakit yang terus meningkat dalam periode 1990–2019 [2]. Secara global, prevalensi gangguan tidur bervariasi bergantung pada jenis gangguan dan kelompok populasi. Canever et al. [3] melaporkan sekitar 35–60% lansia yang hidup di komunitas mengalami gangguan tidur. Ohayon [4] menyebutkan sekitar 10–30% populasi dewasa menderita gejala insomnia kronis, sementara Franklin dan Lindberg [5] melaporkan prevalensi *obstructive sleep apnea* sebesar 24% pada pria dewasa dan 9% pada wanita dewasa. Studi epidemiologi di Tiongkok menunjukkan bahwa 38,2% penduduk mengalami gangguan tidur [6], dan di Indonesia prevalensinya diperkirakan 10–20% populasi dewasa [7]. Tingginya prevalensi ini menunjukkan bahwa upaya identifikasi faktor risiko dan pengembangan sistem pemantauan tidur yang praktis menjadi semakin penting.

Salah satu faktor krusial yang memengaruhi kualitas tidur namun sering diabaikan adalah posisi tubuh saat tidur. Posisi tidur bukan sekadar kebiasaan, melainkan memiliki implikasi klinis yang signifikan. Posisi tidur yang tidak tepat dapat memperburuk gejala *obstructive sleep apnea (OSA)* [5]. Sebuah studi klasik oleh Cartwright [8] menemukan bahwa penderita *OSA* yang tidur dalam posisi telentang (*supine*) mengalami gejala yang lebih berat dibanding saat tidur menyamping (*lateral*). Temuan ini menunjukkan bahwa klasifikasi posisi tidur tidak hanya relevan dalam konteks kenyamanan, tetapi juga memiliki potensi sebagai bagian dari intervensi medis.

Berbagai pendekatan telah digunakan untuk memantau posisi tidur, mulai dari *polysomnography*, sensor tekanan, akselerometer, hingga kamera termal [9]. Meskipun *polysomnography* dianggap sebagai standar emas dalam evaluasi gangguan tidur [10], metode ini bersifat invasif, mahal, dan memerlukan fasilitas laboratorium khusus sehingga kurang praktis untuk pemantauan rutin.

Sementara itu, perangkat berbasis sensor tekanan atau kamera termal juga umumnya membutuhkan biaya tinggi atau peralatan khusus [11], yang membatasi aplikasinya di lingkungan umum.

Sebagai alternatif, pendekatan yang lebih terjangkau dan non-invasif dapat diperoleh dengan pemanfaatan kamera RGB yang telah tersedia secara luas, dikombinasikan dengan teknik *computer vision*. Dalam bidang ini, algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* telah terbukti efektif dalam mengekstraksi fitur spasial dan mengklasifikasikan berbagai pose tubuh manusia dari citra dua dimensi [12]. Penelitian oleh Manlises et al. [13] menunjukkan bahwa CNN custom mampu melakukan klasifikasi posisi tidur berbasis citra RGB secara efisien tanpa memerlukan pretrained model maupun sensor tambahan.

Penelitian-penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem klasifikasi posisi tidur berbasis CNN custom dengan akurasi tinggi tanpa menggunakan *pretrained model* atau sensor tambahan [14]. Temuan ini menunjukkan bahwa model ringan berpotensi bekerja secara optimal pada citra RGB statis. Meski demikian, sebagian besar pendekatan tersebut masih bergantung pada perangkat keras khusus atau data video berdurasi panjang [15].

Melalui penelitian ini, telah dikembangkan sistem klasifikasi posisi tidur berbasis CNN custom yang ringan dan efisien dengan menggunakan citra RGB statis dari dataset publik. Model yang dibangun mengklasifikasikan tiga posisi utama tidur telentang (*supine*), samping kiri (*left side*), dan samping kanan (*right side*) secara otomatis tanpa perangkat tambahan. Pendekatan ini dirancang untuk menjadi *baseline* awal dalam pengembangan sistem *monitoring* tidur yang dapat diterapkan menggunakan perangkat umum seperti kamera smartphone atau webcam.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, dapat diidentifikasi bahwa belum tersedia sistem klasifikasi posisi tidur yang bersifat non-invasif, terjangkau, dan dapat diimplementasikan secara praktis menggunakan perangkat umum. Meskipun berbagai pendekatan telah dikembangkan dalam penelitian sebelumnya, sebagian besar solusi yang ada masih bergantung pada perangkat keras khusus atau menggunakan arsitektur model kompleks yang sulit direplikasi.

Untuk menjawab tantangan tersebut, penelitian ini merumuskan tiga pertanyaan utama sebagai fokus kajian, yaitu:

1. Bagaimana merancang dan membangun model untuk melakukan klasifikasi posisi tidur manusia berbasis citra RGB statis menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* custom ringan?
2. Seberapa besar performa yang dapat dicapai oleh model CNN dalam melakukan klasifikasi posisi tidur berdasarkan metrik evaluasi *accuracy*, *precision*, *recall* dan *F1-score*?
3. Bagaimana mengimplementasikan model CNN yang dibangun ke dalam prototipe sistem monitoring secara *end-to-end* dan menguji kinerjanya sebagai *proof of concept* pada kondisi nyata terbatas (*real world scenario*)?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dirancang untuk mengembangkan sistem klasifikasi posisi tidur berbasis citra RGB yang bersifat non-invasif, ringan, dan efisien. Tujuan utama dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun model klasifikasi posisi tidur manusia berbasis citra RGB statis menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* custom ringan.
2. Mengevaluasi performa model CNN dalam melakukan klasifikasi posisi tidur berdasarkan metrik evaluasi seperti *accuracy*, *precision*, *recall* dan *F1-score*.
3. Mengimplementasikan model CNN yang dibangun ke dalam prototipe sistem monitoring secara *end-to-end* dan menguji kinerjanya sebagai *proof of concept* pada kondisi nyata terbatas (*real world scenario*).

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam dua aspek utama, yaitu manfaat praktis dan manfaat akademik sebagai berikut:

1. Manfaat Praktis

Sistem klasifikasi posisi tidur yang dikembangkan dalam penelitian ini menawarkan pendekatan alternatif berbasis citra RGB statis dan model CNN custom yang ringan. Sistem ini bersifat non-invasif dan terjangkau karena tidak memerlukan perangkat keras khusus seperti sensor tekanan,

kamera depth, maupun kamera termal. Oleh karena itu, sistem ini memiliki potensi untuk diterapkan menggunakan perangkat umum seperti kamera CCTV, webcam, atau kamera smartphone, khususnya dalam konteks pemantauan di rumah, ruang perawatan pasien, atau sistem smart home berbasis *monitoring* visual.

2. Manfaat Akademik

Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan studi klasifikasi postur tidur berbasis *computer vision*, khususnya dalam penggunaan model CNN custom yang tidak bergantung pada *pretrained model* maupun data sensor. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini dapat menjadi *baseline* awal bagi pengembangan sistem klasifikasi yang lebih kompleks di masa mendatang, serta menjadi referensi akademik dalam penelitian serupa yang memanfaatkan citra RGB statis untuk pengenalan pola visual posisi tubuh manusia.

1.5. Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki sejumlah batasan yang ditetapkan secara sadar untuk memperjelas ruang lingkup dan memastikan bahwa proses pengembangan sistem dapat diselesaikan secara terukur dan optimal. Adapun batasan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada klasifikasi posisi tidur manusia berdasarkan citra RGB statis ke dalam tiga kelas utama, yaitu posisi terlentang (*supine*), samping kiri (*left side*), dan samping kanan (*right side*).
2. Data yang digunakan terbatas pada citra RGB statis yang diperoleh dari dataset publik yang tersedia secara terbuka, yaitu *Privacy-Preserving In-Bed Human Pose Estimation Dataset* (IEEE VIP Cup 2021), dengan format *.jpg* dan *.png* yang diambil dari sudut pandang atas (*top-view*).
3. Model klasifikasi dibangun menggunakan arsitektur CNN custom ringan yang dirancang dan dilatih sendiri, tanpa menggunakan *pretrained model* atau pendekatan *transfer learning*.
4. Evaluasi sistem terbatas pada metrik klasifikasi umum seperti *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score*, tanpa mempertimbangkan aspek efisiensi komputasi, konsumsi energi, atau latensi real-time lintas perangkat.

5. Sistem yang dikembangkan hanya diuji sebagai prototipe awal dalam lingkungan eksperimen *offline* atau *semi real-time*, dan terbatas pada skala kecil.
6. Kondisi pengujian terbatas pada lingkungan menyerupai dataset.
7. Subjek penelitian hanya pada pengenalan pola visual posisi tubuh orang dewasa. Tidak dilakukan pembahasan terkait parameter demografis seperti usia, jenis kelamin, maupun bentuk tubuh.
8. Penelitian ini tidak mencakup aspek diagnosis medis, rekomendasi klinis, ataupun validasi kedokteran terkait posisi tidur.

1.6. Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran dalam penelitian ini dirancang sebagai jalur logis yang menghubungkan permasalahan, peluang, pendekatan teknis, hingga implementasi dan tujuan akhir dari sistem klasifikasi posisi tidur. Struktur ini dituangkan dalam **Tabel 1.1** untuk memperjelas posisi setiap komponen konseptual dan teknis dalam penelitian.

Tabel 1. 1 Kerangka Pemikiran

Aspek	Penjelasan
Problem	Banyaknya gangguan kesehatan terkait posisi tidur (misalnya <i>sleep apnea</i> , nyeri otot, risiko <i>stroke</i>), sementara metode pemantauan yang tersedia masih mahal dan invasif.
Opportunities	Kamera RGB yang umum pada perangkat sehari-hari seperti webcam, CCTV, dan smartphone dapat digunakan sebagai alternatif murah dan non-invasif untuk klasifikasi posisi tidur.
Approach	Pengembangan model CNN custom ringan untuk klasifikasi tiga kelas posisi tidur (<i>supine</i> , <i>left side</i> , <i>right side</i>) menggunakan citra RGB statis.
Dataset	Dataset yang digunakan diperoleh secara publik: <i>Privacy-Preserving In-Bed Human Pose Estimation Dataset</i> (IEEE VIP Cup 2021).
Software Methodology	Sistem dikembangkan menggunakan <i>Python</i> dengan pustaka <i>TensorFlow</i> , serta lingkungan uji <i>Google Colab</i> . Evaluasi

Aspek	Penjelasan
	akan dilakukan dengan metrik <i>accuracy</i> , <i>precision</i> , <i>recall</i> , dan <i>F1-score</i> .
Implementation	Model akan dilatih dan diuji secara <i>offline semi-realtime</i> , kemudian diintegrasikan dalam bentuk prototipe awal berbasis <i>API Flask</i> dan Android. Sistem diuji pada kondisi nyata yang menyerupai setup dataset pelatihan.
Result	Model CNN custom yang dibangun dapat mengklasifikasikan posisi tidur dengan akurasi tinggi, dan dapat dijalankan pada prototipe monitoring serta berpotensi diterapkan sebagai dasar sistem pemantauan tidur berbasis <i>computer vision</i> .

Berdasarkan pemetaan pada tabel tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem klasifikasi posisi tidur tiga kelas berbasis citra RGB dengan pendekatan CNN custom yang ringan, non-invasif, dan dapat dijalankan dalam skenario terbatas. Pendekatan ini ditujukan untuk menjawab kebutuhan sistem klasifikasi yang terjangkau dan mudah direplikasi, dengan mempertimbangkan keterbatasan dataset dan sumber daya komputasi yang tersedia, sehingga dapat menjadi dasar bagi pengembangan penelitian lanjutan.

1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam skripsi ini disusun untuk memberikan alur pembahasan yang logis dan terstruktur, sehingga memudahkan pembaca dalam memahami konteks, metodologi, dan hasil dari penelitian. Penyusunan bab dilakukan secara berurutan sesuai tahapan kerja ilmiah, dimulai dari pengenalan masalah hingga kesimpulan akhir. Setiap bab memiliki fokus pembahasan yang saling melengkapi dan membentuk kesatuan argumentasi ilmiah.

Adapun susunan laporan ini terdiri dari lima bab utama sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, kerangka pemikiran, dan sistematika penulisan. Bab

ini memberikan gambaran umum mengenai alasan penelitian dilakukan, arah penelitian, serta ruang lingkup penelitian.

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas teori-teori dasar yang mendukung penelitian, seperti pengenalan posisi tidur, pengolahan citra digital, *Convolutional Neural Network (CNN)*, serta tinjauan terhadap penelitian atau studi terdahulu yang relevan. Melalui bab ini, posisi penelitian dalam ranah keilmuan dijelaskan secara komprehensif.

BAB III Metodologi Penelitian

Bab ini menjelaskan tahapan pelaksanaan penelitian termasuk tahapan pengembangan sistem menggunakan pendekatan CRISP-DM, mulai dari pengumpulan data, proses *labeling* penyusunan dataset, *preprocessing* citra, desain arsitektur CNN, proses pelatihan data dan pengujian model, metode evaluasi yang digunakan, serta proses integrasi kedalam aplikasi yang dibangun. Bab ini menyajikan landasan teknis yang menjelaskan bagaimana sistem dibangun, diuji, dan dianalisis.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini menyajikan hasil eksperimen dan interpretasi performa sistem dari model CNN yang telah dibangun, disertai analisis performa berdasarkan metrik evaluasi seperti *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score*. Perbandingan antar model juga dibahas secara mendalam serta proses implementasi dalam bentuk prototipe yang dilakukan secara *offline semi-realtime*.

BAB V Penutup

Bab terakhir memuat kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan saran untuk pengembangan lebih lanjut di masa mendatang serta temuan penting yang ada pada penelitian ini.