

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses belajar dari siswa dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor yang ada, dan hal itu dapat memengaruhi hasil pembelajaran siswa baik dalam hal negatif atau positif (Carini et al., 2006). Salah satu faktor penting yang memengaruhi hal itu adalah emosi positif yang diberikan oleh pengajar (Hagenauer et al., 2015), hal ini biasa disebut *Emotional Contagion*. Oleh karena itu, emosi positif dari pengajar tidak hanya penting untuk kesejahteraan pengajar namun juga penting untuk kesejahteraan siswa karena dapat memengaruhi proses belajar di kelas. Sehingga, hal ini membuktikan bahwa kemampuan pengajar untuk terhubung dengan siswa dapat memengaruhi perhatian mereka saat proses pembelajaran di kelas berlangsung (Canedo et al., 2018).

Mengenali tingkah laku manusia merupakan salah satu cara untuk memahami bentuk komunikasi nonverbal, yang sejak dini sudah dapat dilakukan manusia melalui interpretasi terhadap aksi-aksi tertentu, seperti pose kepala (Murphy-Chutorian & Trivedi, 2009). Dalam konteks pembelajaran, pose kepala menjadi indikator perilaku yang penting karena dapat mencerminkan tingkat keterlibatan siswa di kelas melalui perhatian visual mereka, yang merupakan aspek penting dalam menilai efektivitas proses belajar (T. Liu et al., 2022). Penelitian menunjukkan bahwa arah kepala memiliki kontribusi signifikan terhadap arah pandangan sebesar 68,9%, dan hingga 88,7% terhadap fokus atensi (Stiefelhagen & Zhu, 2002). Dengan demikian, identifikasi pose kepala dapat digunakan sebagai metode untuk mengetahui arah perhatian visual seseorang, sekaligus sebagai representasi yang kuat dalam membedakan apakah seorang siswa sedang memperhatikan atau terdistraksi selama kegiatan belajar (Uçar & Özdemir, 2022).

Dalam konteks pembelajaran di kelas, arah pandangan siswa yang tertuju pada guru umumnya dianggap sebagai indikator keterlibatan dan minat terhadap materi yang sedang diajarkan (Uçar & Özdemir, 2022). Oleh karena itu, analisis pose kepala dapat menjadi alat bantu bagi guru untuk menilai kondisi belajar serta tingkat ketertarikan siswa, sehingga memungkinkan penerapan strategi pengajaran

yang lebih adaptif dan sesuai kebutuhan (Shen et al., 2022). Dengan memanfaatkan informasi ini, guru dapat mengevaluasi seberapa besar perhatian visual siswa terhadap pelajaran, sekaligus mengenali potensi gangguan yang memengaruhi konsentrasi, yang pada akhirnya dapat membantu meningkatkan efektivitas proses pembelajaran.

Secara umum, metode *Head Pose Estimation* (HPE) biasanya merepresentasikan orientasi kepala menggunakan sudut Euler (*yaw*, *pitch*, *roll*) melalui pendekatan regresi. Namun, dalam lingkungan kelas, kamera pengawas (CCTV) sering kali menangkap ukuran resolusi yang tidak konsisten karena jarak antara siswa dan kamera yang bervariasi, serta resolusi yang rendah dan sudut pandang yang tidak konsisten, sehingga menyulitkan dalam mengekstraksi *landmark* wajah atau sudut Euler secara akurat (Shen et al., 2022). Pada penelitian yang dilakukan T. Liu et al. (2022), meskipun studi tersebut menempatkan HPE sebagai dasar untuk memahami perilaku siswa di kelas, model yang digunakan terbatas pada *input* satu kepala secara frontal dan tidak memiliki kemampuan deteksi *multi-head*, yang penting dalam konteks skenario kelas nyata. Penelitian lain oleh Canedo et al. (2018) menggunakan *Multi-Task Cascaded Convolutional Neural Networks* (MTCNN) untuk mendeteksi blok wajah siswa dan mengekstraksi fitur serta pose wajah. Meskipun model yang digunakan, yaitu ResNet-101, menunjukkan akurasi tinggi dalam pengenalan wajah, pendekatan ini memiliki kelemahan yaitu model mengasumsikan bahwa siswa yang menatap langsung ke arah kamera adalah siswa yang memperhatikan pembelajaran.

Untuk mengatasi permasalahan ini, beberapa studi terbaru telah merumuskan ulang HPE sebagai masalah klasifikasi citra. Penelitian oleh (Jiang et al., 2019; Kang et al., 2024; Shen et al., 2022) mengusulkan pendekatan klasifikasi berbasis *deep learning* yang, meskipun tidak mengestimasi sudut secara presisi, mampu mencapai akurasi tinggi dengan menggunakan citra *Red Green Blue* (RGB) dan *Convolutional Neural Networks* (CNN) ringan, sehingga cocok digunakan dalam lingkungan dengan sumber daya terbatas seperti CCTV di ruang kelas. Pendekatan berbasis CNN lebih diminati dibandingkan model-model alternatif yang membutuhkan sumber daya besar, seperti model berbasis Transformer yang

memiliki jumlah parameter sangat besar. Salah satu model tersebut adalah EfficientNetV2, yang menawarkan akurasi tinggi dengan jumlah parameter yang lebih sedikit dan kecepatan inferensi lebih cepat, berkat penggunaan *training-aware neural architecture search* (Tan & Le, 2021). Oleh karena itu, klasifikasi arah pose kepala berbasis EfficientNetV2 menjadi solusi yang praktis dan efisien untuk HPE dalam konteks kelas dengan infrastruktur pengawasan yang sederhana.

Dalam penerapannya di lingkungan kelas, peneliti menemukan adanya ambiguitas yang disebabkan oleh konteks posisi duduk siswa. Orientasi kepala yang serupa dapat diinterpretasikan secara berbeda tergantung pada letak siswa terhadap posisi kamera. Sebagai contoh, siswa yang duduk di sisi kanan kelas dan menghadap ke kiri kemungkinan sedang memperhatikan guru, sedangkan siswa yang duduk di bagian tengah dengan arah kepala yang sama justru menunjukkan distraksi. Ambiguitas spasial ini belum banyak dibahas secara eksplisit dalam kajian HPE sebelumnya. Terinspirasi oleh pendekatan yang mengintegrasikan konteks spasial dalam model estimasi pose seperti CSANet (Yu et al., 2019), serta penggunaan *contextual embeddings* dalam bidang *Natural Language Processing* (NLP) untuk memperkaya pemahaman semantik (Q. Liu et al., 2020), penelitian ini mengusulkan bahwa posisi duduk siswa dapat dimanfaatkan sebagai konteks tambahan untuk memperjelas interpretasi arah kepala. Informasi posisi ini disematkan ke dalam model CNN dalam bentuk *embedding*, sehingga memungkinkan model untuk mempelajari secara bersamaan tampilan visual kepala siswa dan konteks spasial posisi duduk, tanpa menambah kompleksitas arsitektur secara signifikan. Dengan pendekatan ini, model dapat memperoleh pemahaman dari dua aspek sekaligus, yaitu citra visual kepala dan informasi posisi spasial siswa.

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang telah diuraikan, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode deteksi HPE berbasis klasifikasi citra yang efisien dan sesuai untuk diterapkan dalam lingkungan kelas dengan keterbatasan sumber daya. Proses dimulai dengan deteksi kepala peserta didik dari citra kelas, di mana hasil deteksi berupa *bounding box* kepala akan digunakan untuk dua hal: pertama, sebagai *input* citra kepala untuk proses klasifikasi arah; dan kedua, untuk menentukan posisi duduk siswa (kanan, tengah,

atau kiri) berdasarkan letak relatif *bounding box* terhadap citra secara keseluruhan. Posisi duduk ini kemudian diubah ke dalam bentuk *embedding* vektor spasial yang akan digabungkan dengan citra kepala sebagai *input* ke model klasifikasi arah pose kepala berbasis EfficientNetV2. Dengan mengintegrasikan tampilan visual kepala dan konteks posisi duduk, model diharapkan mampu memberikan interpretasi yang lebih akurat terhadap fokus atensi visual peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung, sekaligus mengatasi ambiguitas arah kepala yang muncul akibat variasi posisi duduk terhadap arah pandang kamera.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan pemodelan deteksi klasifikasi pose kepala menggunakan model EfficientNetV2 dengan *Seat Position Embedding* (SPE)?
2. Bagaimana analisis kinerja metode penambahan *input* posisi duduk siswa untuk mencegah ambiguitas spasial dalam klasifikasi pose kepala?
3. Bagaimana analisis kinerja deteksi klasifikasi pose kepala menggunakan model EfficientNetV2 dengan *Seat Position Embedding* (SPE)?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang telah diuraikan dalam tulisan ini, tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengatasi permasalahan yang ada seperti yang tertulis sebagai berikut:

1. Menemukan rancangan pemodelan deteksi klasifikasi pose kepala menggunakan model EfficientNetV2 dengan *Seat Position Embedding* (SPE).
2. Mengevaluasi kinerja metode penambahan *input* posisi duduk siswa untuk mencegah ambiguitas spasial dalam klasifikasi pose kepala.
3. Mengevaluasi kinerja deteksi klasifikasi pose kepala menggunakan model EfficientNetV2 dengan *Seat Position Embedding* (SPE).

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan yang telah dijabarkan, manfaat yang diharapkan dari analisis eksperimen ini meliputi hal-hal berikut:

1. Memberikan wawasan dan pengalaman kepada penulis dalam penelitian mengenai deteksi fokus atensi visual berdasarkan pose kepala.
2. Memberikan kontribusi bagi dunia pendidikan sehingga para pengajar dapat memanfaatkan hasil penelitian ini guna meningkatkan mutu pendidikan bagi peserta didik.
3. Memberikan ilmu dan wawasan kepada pihak-pihak terkait, sehingga penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan dalam mempelajari kasus estimasi pose kepala di lingkungan ruang kelas.

1.5 Batasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa batasan untuk memfokuskan ruang lingkup penelitian, yaitu sebagai berikut:

1. Set data yang digunakan terdiri dari citra-citra 2D dari pose kepala manusia, bukan rekaman video atau rangkaian gambar yang menunjukkan perubahan pose kepala dari waktu ke waktu.
2. Pose kepala diklasifikasikan berdasarkan arah pandangan geometris peserta didik sebanyak lima kelas, yaitu atas, bawah, depan, kanan, dan kiri.
3. Pendeteksian pose kepala terbatas pada analisis pandangan visual yang terlihat dan tidak mencakup kondisi psikologis atau mental peserta didik terhadap pembelajaran.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini disusun secara terstruktur untuk memberikan gambaran yang jelas dan menyeluruh mengenai isi penelitian. Tujuannya adalah agar pembaca dapat dengan mudah memahami alur dan informasi penting dalam penelitian ini. Secara sistematika penyusunan skripsi ini terdiri atas 5 bab, yaitu sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini berisi pengantar terkait deteksi fokus atensi visual peserta didik berdasarkan pose kepala di ruang kelas yang terdiri dari latar belakang

dilakukannya penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini serta sistematika penulisan laporan penelitian skripsi ini.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi pembahasan teori tinjauan pustaka, menguraikan teori-teori yang mendukung, menguraikan penelitian-penelitian terkait dan mendasari pembahasan secara detail yang digunakan sebagai panduan dasar dalam penelitian ini, seperti estimasi pose kepala, pengolahan citra digital, serta metode klasifikasi pose kepala seperti EfficientNetV2.

BAB III. METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai semua tahapan pembangunan sistem deteksi atensi visual berdasarkan pose kepala peserta didik di ruang kelas menggunakan metode EfficientNetV2 dengan SPE, yang terdiri dari desain penelitian, rancangan model dan eksperimen, serta lingkungan komputasi eksperimen.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas secara mendalam mengenai hasil penelitian yang telah dilakukan. Terdiri dari pengolahan data, implementasi metode, eksperimen, dan evaluasi. Selain itu di bab ini juga menjelaskan temuan-temuan penting yang didapatkan dari penelitian.

BAB V. SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memaparkan simpulan yang merupakan jawaban atas pertanyaan-pertanyaan pada sub bab rumusan masalah. Kemudian berisi rujukan saran sebagai masukan dari berbagai pihak termasuk penulis guna penelitian yang akan datang.