

ABSTRAK

IMPLEMENTASI ALGORITMA *RANDOM FOREST* UNTUK KLASIFIKASI KONDISI BELAJAR MAHASISWA MELALUI CITRA WAJAH

Nama : M. Thio Setiawan
NPM : 2155201151
Pembimbing : Rozali Toyib, S.Kom., M.Kom.

Pengawasan kondisi belajar mahasiswa secara objektif dan *real-time* menjadi krusial untuk menjaga produktivitas akademik, khususnya pada sistem pembelajaran digital. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem klasifikasi kondisi belajar mahasiswa (fokus, lelah, dan mengantuk) berbasis citra wajah menggunakan algoritma Random Forest. Dataset terdiri dari 204 citra wajah mahasiswa yang telah melalui pra-pemrosesan berupa pengubahan ukuran menjadi 48×48 piksel dan konversi *grayscale*. Data dibagi secara sistematis dengan rasio 80% data latih (162 sampel) dan 20% data uji (42 sampel). Hasil evaluasi menggunakan *Confusion Matrix* menunjukkan bahwa model Random Forest mencapai tingkat akurasi sebesar 79%. Metrik performa per kelas menghasilkan nilai presisi sebesar 0,75 dan *recall* 0,86 untuk kelas Fokus; presisi 0,91 dan *recall* 0,71 untuk kelas Lelah; serta presisi 0,73 dan *recall* 0,79 untuk kelas Mengantuk. Analisis ROC-AUC menunjukkan tingkat separabilitas yang tinggi dengan nilai AUC berturut-turut sebesar 1,00 (Fokus), 0,97 (Lelah), dan 0,93 (Mengantuk). Implementasi pengujian *real-time* menggunakan *webcam* membuktikan bahwa sistem mampu melakukan deteksi dan menampilkan label klasifikasi secara langsung dengan waktu respons yang cepat.

Kata Kunci : Produktivitas Mahasiswa, *Computer Vision*, *Random Forest*, Citra Wajah, Klasifikasi, *Real-time*.

ABSTRACT

TITLE:IMPLEMENTATION OF *RANDOM FOREST* ALGORITHM FOR CLASSIFYING STUDENT LEARNING CONDITIONS THROUGH FACIAL IMAGES

Name : M. Thio Setiawan
NPM : 2155201151
Advisor : Rozali Toyib, S.Kom., M.Kom

Objective and real-time monitoring of student learning conditions is crucial for maintaining academic productivity, particularly in digital learning environments. This study aims to design and implement a classification system for student learning conditions (focused, fatigued, and drowsy) based on facial images using the Random Forest algorithm. The dataset consists of 204 student facial images preprocessed through resizing to 48×48 pixels and grayscale conversion. The data was divided using an 80:20 ratio into 162 training samples and 42 testing samples. The evaluation results using a Confusion Matrix demonstrate that the Random Forest model achieves an accuracy of 79%. Performance metrics per class show precision and recall values of 0.75 and 0.86 for the Focused class; 0.91 and 0.71 for the Fatigued class; and 0.73 and 0.79 for the Drowsy class, respectively. ROC-AUC analysis confirms high model separability with AUC scores of 1.00 (Focused), 0.97 (Fatigued), and 0.93 (Drowsy). Real-time testing via webcam verifies that the system efficiently detects and displays classification labels continuously with rapid response time.

Keywords: *Student Productivity, Computer Vision, Random Forest, Facial Image, Classification, Real-time.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Produktivitas mahasiswa memegang peran krusial dalam keberhasilan studi dan menjadi fondasi kualitas sumber daya manusia di era transformasi digital. Mahasiswa sebagai generasi penerus bangsa dituntut untuk mampu beradaptasi dengan perkembangan teknologi, berpikir kritis, serta memiliki kemampuan manajemen waktu yang baik. Namun demikian, produktivitas akademik tidak hanya ditentukan oleh kecerdasan intelektual, melainkan juga oleh kondisi fisik dan mental saat proses pembelajaran berlangsung. Kemampuan untuk mempertahankan fokus, mengelola kelelahan, serta menghindari rasa kantuk menjadi faktor penting dalam menunjang efektivitas belajar (Handayani & Ramadhan, 2020).

Berbagai studi menunjukkan bahwa gangguan konsentrasi dan kelelahan mental merupakan permasalahan umum yang dialami mahasiswa. Data survei mengindikasikan bahwa sekitar 68% mahasiswa mengaku mengalami kesulitan dalam menjaga konsistensi produktivitas akademik mereka. Kondisi ini berdampak pada penurunan pemahaman materi, rendahnya partisipasi aktif dalam perkuliahan, serta menurunnya kualitas hasil belajar. Apabila tidak ditangani secara tepat, penurunan produktivitas ini berpotensi memengaruhi capaian akademik secara keseluruhan. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan yang mampu memantau kondisi belajar mahasiswa secara lebih objektif dan berkelanjutan.

Perubahan sistem pembelajaran yang semakin mengarah pada model daring dan hybrid pasca-pandemi COVID-19 turut memberikan tantangan baru.

Mahasiswa kini menghabiskan rata-rata 7 hingga 10 jam per hari di depan layar perangkat digital untuk mengikuti perkuliahan, mengerjakan tugas, maupun mengakses sumber belajar (Omoseebi et al., 2024). Paparan layar dalam durasi yang panjang dapat menyebabkan digital fatigue, yaitu kondisi kelelahan akibat penggunaan perangkat digital secara terus-menerus. Penelitian menunjukkan bahwa 72% mahasiswa sering kehilangan fokus saat mengikuti perkuliahan daring yang berlangsung lebih dari dua jam tanpa jeda (Hakim et al., 2023). Selain itu, pola tidur yang tidak teratur, beban tugas yang tinggi, serta distraksi dari lingkungan sekitar turut memperburuk kondisi konsentrasi mahasiswa.

Selama ini, pemantauan kondisi belajar mahasiswa umumnya dilakukan melalui observasi langsung oleh dosen atau melalui evaluasi hasil belajar. Namun, metode tersebut bersifat subjektif dan tidak selalu mampu mendeteksi kondisi mahasiswa secara real-time. Dengan perkembangan teknologi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence), khususnya dalam bidang computer vision, kini dimungkinkan untuk melakukan analisis ekspresi wajah sebagai indikator kondisi fisik dan mental seseorang. Citra wajah dapat memberikan informasi terkait tingkat kewaspadaan, kelelahan, maupun rasa kantuk melalui parameter seperti intensitas kedipan mata, posisi kepala, dan perubahan ekspresi wajah (Dhasarathan et al., 2025).

Pemanfaatan teknologi pengolahan citra wajah (facial image processing) dalam konteks pendidikan menjadi inovasi yang potensial. Sistem berbasis computer vision dapat membantu mendeteksi kondisi belajar mahasiswa secara otomatis dan memberikan umpan balik yang bersifat preventif, misalnya dengan

merekomendasikan waktu istirahat ketika sistem mendeteksi tanda-tanda kelelahan. Dengan demikian, mahasiswa dapat lebih sadar terhadap kondisi diri (self-awareness) dan mampu mengelola waktu belajar secara lebih efektif.

Dalam implementasinya, diperlukan algoritma machine learning yang mampu melakukan klasifikasi data citra secara akurat dan stabil. Salah satu algoritma yang banyak digunakan untuk tugas klasifikasi adalah Random Forest. Algoritma ini merupakan metode ensemble learning yang membangun sejumlah decision tree dan menggabungkan hasil prediksi dari masing-masing pohon untuk memperoleh keputusan akhir. Keunggulan *Random Forest* terletak pada kemampuannya mengurangi overfitting, menangani data berdimensi tinggi, serta memberikan tingkat akurasi yang relatif baik pada berbagai permasalahan klasifikasi. Selain itu, algoritma ini juga mampu bekerja dengan efisien pada dataset berukuran besar dan memiliki ketahanan terhadap noise pada data.

Penelitian terkait deteksi kelelahan melalui citra wajah sebelumnya banyak diterapkan pada bidang transportasi, khususnya untuk mendeteksi kelelahan pengemudi guna mencegah kecelakaan lalu lintas. Namun, penerapan konsep serupa dalam konteks pendidikan, terutama untuk mengklasifikasikan kondisi belajar mahasiswa (fokus, lelah, dan mengantuk), masih tergolong terbatas. Padahal, pendekatan ini memiliki potensi besar untuk mendukung sistem pembelajaran yang lebih adaptif dan responsif terhadap kondisi individu.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem klasifikasi kondisi belajar mahasiswa berbasis

citra wajah dengan menggunakan algoritma Random Forest. Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu mengidentifikasi tiga kategori kondisi belajar, yaitu fokus, lelah, dan mengantuk, secara akurat. Hasil dari penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan kontribusi akademik dalam pengembangan metode klasifikasi berbasis citra, tetapi juga memberikan manfaat praktis dalam mendukung peningkatan kualitas proses pembelajaran di perguruan tinggi melalui pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan.

1.2 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, penelitian ini berfokus pada beberapa pertanyaan utama berikut:

1. Bagaimana merancang sistem yang mampu mendeteksi kondisi produktivitas mahasiswa (fokus, lelah, dan mengantuk) secara otomatis melalui citra wajah?
2. Bagaimana performa algoritma *Random Forest* dalam mengklasifikasikan kondisi belajar mahasiswa berdasarkan ekstraksi fitur wajah?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan dari penelitian ini:

1. Merancang dan mengembangkan sistem yang mampu mendeteksi kondisi fokus, lelah, dan mengantuk secara otomatis melalui analisis citra wajah.
2. Mengimplementasikan algoritma *Random Forest* untuk menangani klasifikasi data fitur wajah dengan tingkat akurasi yang tinggi.

3. Mengevaluasi kinerja sistem menggunakan metrik *Akurasi*, *Presisi*, dan *Recall* melalui *Confusion Matrix*.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian tetap fokus, ditetapkan batasan masalah sebagai berikut:

- Algoritma: Penelitian terbatas pada penggunaan algoritma Random Forest.
- Kondisi Klasifikasi: Sistem hanya mengklasifikasikan tiga kondisi: fokus, lelah, dan mengantuk.
- Data: Dataset penelitian ini menggunakan 204 citra wajah mahasiswa yang dibagi secara manual menjadi 162 data latih dan 42 data uji terbagi ke dalam tiga kategori: fokus, lelah, dan mengantuk.
- Teknologi: Pengembangan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan library utama OpenCV dan Scikit-learn.

1.5 Kerangka Kerja Penelitian (Research Framework)

Tabel 1. 1 Kerangka Kerja Penelitian

FASE	Uraian Kegiatan	Input	Output
Fase 1	Pengumpulan Data	1. Partisipan (mahasiswa) sebagai subjek penelitian. 2. Kamera/webcam untuk pengambilan citra. 3. Literatur (jurnal, buku) sebagai data sekunder.	1. Dataset mentah citra wajah mahasiswa (fokus, lelah, mengantuk). 2. Landasan teori yang kuat.
Fase 2	Pra-pemrosesan Data	Dataset mentah citra wajah yang telah dikumpulkan.	1. Dataset citra yang bersih. 2. Citra wajah yang sudah dipotong (<i>cropped</i>), diubah

			ke <i>grayscale</i> , dan seragam ukurannya.
Fase 3	Implementasi Model	Dataset citra wajah yang telah melalui tahap pra-pemrosesan.	1. Model klasifikasi <i>Random Forest</i> yang telah dilatih. 2. Prototipe sistem deteksi produktivitas.
Fase 4	Pengujian Sistem	1. Model <i>Random Forest</i> yang telah dilatih. 2. Data uji (citra wajah yang belum pernah dilihat model).	Hasil pengujian performa model dalam bentuk <i>Confusion Matrix</i> dan metrik (Akurasi, Presisi, <i>Recall</i>).
Fase 5	Analisis dan Evaluasi Hasil	Data hasil pengujian sistem dari fase sebelumnya.	1. Interpretasi dan analisis terhadap tingkat akurasi sistem. 2. Evaluasi kemampuan model dalam membedakan setiap kelas (fokus, lelah, mengantuk).
Fase 6	Penarikan Kesimpulan dan Rekomendasi	Seluruh hasil analisis dan evaluasi dari fase-fase sebelumnya.	1. Kesimpulan akhir mengenai keberhasilan perancangan sistem. 2. Rekomendasi untuk pengembangan sistem di masa depan.
Fase 7	Penyusunan Laporan Skripsi	Seluruh data, kode, analisis, dan kesimpulan penelitian.	Naskah Skripsi yang lengkap dan siap untuk diujikan.