



SISTEM DETEKSI KANTUK REAL-TIME BERBASIS CNN DAN LANDMARK WAJAH

Larasati

Fakultas Ilmu Komputer, Jurusan Sains Data,
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Email : 22083010018@student.upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini mengembangkan sistem deteksi ekspresi kantuk berbasis citra wajah menggunakan pendekatan Convolutional Neural Network (CNN) yang ringan dan efisien. Proses diawali dengan deteksi wajah menggunakan Haar Cascade, diikuti ekstraksi landmark mata melalui MediaPipe Face Mesh, serta praproses berupa penyeragaman ukuran citra. Data dilabeli dalam dua kelas, yaitu mengantuk dan tidak mengantuk, lalu diperkuat melalui teknik augmentasi untuk mencegah overfitting. Model CNN dirancang dengan empat blok konvolusi dan dua lapisan dense untuk mengklasifikasikan ekspresi kantuk. Evaluasi dilakukan menggunakan metrik akurasi dan confusion matrix, dengan hasil akurasi sebesar 95.97% yang menunjukkan performa klasifikasi sangat baik. Sistem juga diuji pada kamera real-time dan mampu mengklasifikasikan kondisi pengguna secara langsung. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem dengan pendekatan berbasis CNN dan ekstraksi fitur landmark wajah yang dikembangkan efektif, akurat dan berpotensi diterapkan dalam aplikasi nyata seperti pemantauan kelelahan saat berkendara.

Kata kunci: Deteksi kantuk, CNN, citra wajah, landmark mata, keselamatan berkendara

ABSTRACT

This study develops a drowsiness detection system based on facial images using a lightweight and efficient Convolutional Neural Network (CNN) approach. The process begins with face detection using Haar Cascade, followed by eye landmark extraction via MediaPipe Face Mesh, and preprocessing involving image size normalization. The data is labeled into two classes: sleepy and not sleepy, then enhanced through augmentation techniques to prevent overfitting. The CNN model is designed with four convolutional blocks and two dense layers to classify sleepiness expressions. Evaluation was conducted using accuracy metrics and a confusion matrix, yielding an accuracy of 95.97%, indicating excellent classification performance. The system was also tested on a real-time camera and was able to classify user conditions in real-time. These results demonstrate that the system, which employs a CNN-based approach and facial landmark feature extraction, is effective, accurate, and has the potential for application in real-world scenarios such as fatigue monitoring during driving.

Keyword : Drowsiness detection, CNN, facial images, eye landmarks, driving safety

Article History

Received: Mei 2025
Reviewed: Mei 2025
Published: Mei 2025

Plagiarism Checker No 642
Prefix DOI : Prefix DOI :
10.8734/Kohesi.v1i2.365
Copyright : Author
Publish by : Kohesi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



PENDAHULUAN

Kecelakaan lalu lintas akibat pengemudi yang mengantuk merupakan masalah serius di berbagai negara, termasuk Indonesia. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), faktor manusia, khususnya kelelahan dan kantuk, menjadi penyebab utama kecelakaan lalu lintas. Kondisi ini menuntut pengembangan sistem deteksi kantuk yang efektif untuk meningkatkan keselamatan berkendara (Ramadhani et al., 2021). Teknologi deteksi kantuk berbasis visi komputer telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir. Menurut penelitian (Iswhayudi et al., n.d.) salah satu pendekatan yang banyak digunakan adalah analisis citra wajah untuk mendeteksi tanda-tanda kantuk seperti mata tertutup dan menguap. Metode ini memiliki keunggulan karena bersifat non-invasif dan dapat diterapkan secara real-time. Namun, tantangan tetap ada dalam hal akurasi dan keandalan sistem di berbagai kondisi pencahayaan dan posisi wajah. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengatasi tantangan tersebut.

Convolutional Neural Network (CNN) telah menjadi metode yang populer dalam deteksi kantuk karena kemampuannya dalam mengenali pola visual yang kompleks (Putu et al., 2022). CNN dapat dilatih untuk mengidentifikasi fitur-fitur wajah yang menunjukkan tanda-tanda kantuk. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa CNN dapat mencapai akurasi tinggi dalam mendeteksi kantuk berdasarkan citra wajah. Namun, performa CNN sangat dipengaruhi oleh kualitas data masukan dan preprocessing yang digunakan. Penggunaan landmark wajah sebagai preprocessing dapat membantu meningkatkan akurasi deteksi dengan menyoroti area-area penting seperti mata dan mulut. Landmark wajah memungkinkan sistem untuk fokus pada perubahan ekspresi yang relevan dengan kantuk. Dengan demikian, integrasi antara CNN dan preprocessing landmark wajah menjadi pendekatan yang menjanjikan dalam deteksi kantuk. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi integrasi tersebut guna meningkatkan performa sistem deteksi kantuk.

Landmark wajah merupakan titik-titik kunci pada wajah yang digunakan untuk mengidentifikasi posisi dan bentuk fitur-fitur wajah. Dalam konteks deteksi kantuk, landmark wajah dapat digunakan untuk menghitung metrik seperti Eye Aspect Ratio (EAR) dan Mouth Aspect Ratio (MAR) (Shrestha et al., n.d.). EAR dan MAR dapat memberikan indikasi tentang tingkat keterbukaan mata dan mulut, yang merupakan indikator kantuk. Beberapa studi telah mengimplementasikan metode ini dengan hasil yang menjanjikan. Misalnya, penelitian oleh (Shrestha et al., n.d.) menunjukkan bahwa penggunaan EAR dan MAR dalam sistem deteksi kantuk dapat meningkatkan akurasi deteksi secara signifikan. Namun, pendekatan ini masih memiliki keterbatasan dalam menghadapi variasi ekspresi wajah dan kondisi pencahayaan yang berbeda. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih robust untuk mengatasi keterbatasan tersebut. Integrasi antara landmark wajah dan CNN dapat menjadi solusi untuk meningkatkan keandalan sistem deteksi kantuk.

Integrasi antara CNN dan landmark wajah dapat dilakukan dengan menggunakan landmark sebagai input tambahan untuk CNN. Dengan demikian, CNN dapat memanfaatkan informasi spasial dari landmark untuk meningkatkan akurasi deteksi. Beberapa penelitian telah mengeksplorasi pendekatan ini dengan hasil yang positif. Misalnya, studi oleh (Janardhana Rao Associate Professor et al., n.d.) menunjukkan bahwa penggunaan EAR yang dihitung dari landmark wajah sebagai input untuk CNN dapat meningkatkan performa sistem deteksi kantuk. Namun, pendekatan ini masih memerlukan penelitian lebih lanjut untuk mengoptimalkan integrasi antara CNN dan landmark wajah. Selain itu, diperlukan evaluasi terhadap performa sistem dalam kondisi nyata dengan berbagai variasi ekspresi wajah dan pencahayaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi kantuk yang mengintegrasikan CNN dan preprocessing landmark wajah guna meningkatkan akurasi dan keandalan deteksi. Sistem yang dikembangkan diharapkan dapat beroperasi secara real-time dan robust terhadap berbagai kondisi lingkungan.



Meskipun telah banyak penelitian yang mengkaji deteksi kantuk menggunakan CNN atau landmark wajah secara terpisah, integrasi keduanya masih jarang dieksplorasi secara mendalam. Sebagian besar studi fokus pada penggunaan CNN dengan input citra wajah secara keseluruhan tanpa memanfaatkan informasi spesifik dari landmark wajah. Sementara itu, pendekatan berbasis landmark wajah sering kali menggunakan metode klasifikasi sederhana seperti Support Vector Machine (SVM) atau thresholding. Keterbatasan ini membuka peluang untuk penelitian yang mengintegrasikan CNN dan preprocessing landmark wajah secara efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi gap tersebut dengan mengembangkan sistem deteksi kantuk yang memanfaatkan kekuatan CNN dalam mengenali pola visual kompleks dan informasi spasial dari landmark wajah. Dengan demikian, diharapkan sistem yang dikembangkan dapat mengatasi keterbatasan dari pendekatan sebelumnya. Selain itu, penelitian ini juga akan mengevaluasi performa sistem dalam kondisi nyata dengan berbagai variasi ekspresi wajah dan pencahayaan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan sistem deteksi kantuk yang lebih akurat dan andal.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem deteksi kantuk yang mengintegrasikan CNN dan preprocessing landmark wajah guna meningkatkan akurasi dan keandalan deteksi. Sistem yang dikembangkan diharapkan dapat mendeteksi tanda-tanda kantuk seperti mata tertutup dan menguap secara real-time. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi performa sistem dalam berbagai kondisi pencahayaan dan posisi wajah. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat diimplementasikan dalam lingkungan nyata seperti kendaraan atau ruang kerja. Penelitian ini juga akan membandingkan performa sistem dengan pendekatan sebelumnya untuk menilai peningkatan yang dicapai. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi deteksi kantuk yang lebih efektif. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menyediakan dataset dan model yang dapat digunakan oleh peneliti lain dalam pengembangan sistem deteksi kantuk. Dengan demikian, penelitian ini dapat memberikan dampak positif dalam meningkatkan keselamatan berkendara dan produktivitas kerja.

Penelitian ini akan menggunakan pendekatan eksperimental dengan mengembangkan sistem deteksi kantuk berbasis CNN dan preprocessing landmark wajah. Dataset yang digunakan akan mencakup berbagai variasi ekspresi wajah dan kondisi pencahayaan untuk memastikan keandalan sistem. Landmark wajah akan diekstraksi menggunakan algoritma deteksi landmark yang telah terbukti efektif. Informasi dari landmark wajah akan digunakan untuk menghitung metrik seperti EAR dan MAR yang kemudian digunakan sebagai input tambahan untuk CNN. CNN akan dilatih untuk mengenali pola visual yang menunjukkan tanda-tanda kantuk berdasarkan citra wajah dan informasi dari landmark. Sistem akan dievaluasi berdasarkan akurasi, presisi, recall, dan f1-score untuk menilai performa deteksi. Selain itu, sistem juga akan diuji dalam kondisi nyata untuk mengevaluasi keandalannya. Hasil dari penelitian ini akan dibandingkan dengan pendekatan sebelumnya untuk menilai peningkatan yang dicapai.

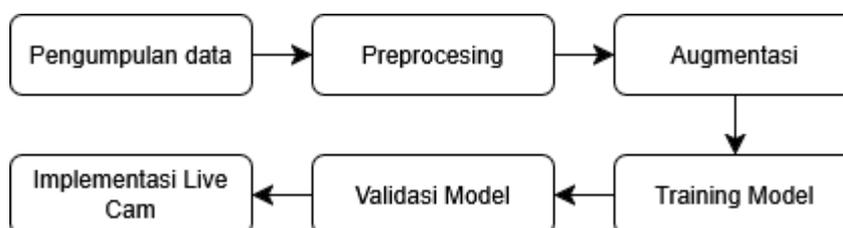
Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan sistem deteksi kantuk yang lebih akurat dan andal. Dengan mengintegrasikan CNN dan preprocessing landmark wajah, sistem yang dikembangkan diharapkan dapat mengatasi keterbatasan dari pendekatan sebelumnya. Selain itu, penelitian ini juga akan menyediakan dataset dan model yang dapat digunakan oleh peneliti lain dalam pengembangan sistem deteksi kantuk. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat diimplementasikan dalam berbagai lingkungan nyata seperti kendaraan atau ruang kerja untuk meningkatkan keselamatan dan produktivitas. Penelitian ini juga akan membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dalam bidang deteksi kantuk dan analisis ekspresi wajah. Dengan demikian, penelitian ini dapat memberikan dampak positif dalam meningkatkan keselamatan berkendara dan produktivitas kerja. Selain itu, penelitian ini juga akan memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi visi komputer dan pembelajaran mesin. Dengan hasil yang dicapai, diharapkan

penelitian ini dapat menjadi referensi bagi peneliti lain dalam mengembangkan sistem deteksi kantuk yang lebih efektif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi kantuk berbasis citra wajah menggunakan arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) dengan peningkatan kualitas gambar melalui rangkaian preprocessing. Sistem dibangun untuk mendeteksi ekspresi wajah yang mengindikasikan kondisi mengantuk tanpa bergantung pada sensor tambahan atau landmark detection. Proses metode penelitian ini mencakup beberapa tahap utama: pengumpulan data, preprocessing gambar, pembangunan dan pelatihan model CNN, serta evaluasi performa sistem.

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas citra wajah manusia yang terbagi ke dalam dua kategori utama, yaitu kondisi aktif (tidak mengantuk) dan kondisi mengantuk (fatigue). Data diperoleh dari sumber terbuka, yaitu *Drowsiness Detection System* yang tersedia di platform Kaggle. Dataset ini mencakup variasi kondisi pencahayaan, orientasi wajah, dan ekspresi mata yang beragam, sehingga merepresentasikan situasi nyata seperti saat berkendara atau bekerja dalam berbagai lingkungan.



Gambar 1. Alur penelitian

Penelitian ini mengembangkan sistem deteksi kantuk berbasis citra wajah dengan memanfaatkan pendekatan berbasis landmark mata. Pengembangan sistem dilakukan melalui lima tahapan utama, yaitu

1. Preprocessing Citra

Proses ini bertujuan untuk menyiapkan input agar lebih konsisten dan layak digunakan dalam pelatihan model. Praproses ini mencakup dua langkah utama:

- Ekstraksi Landmark Mata

Ekstraksi dilakukan menggunakan MediaPipe FaceMesh, yaitu library dari Google yang mampu mendeteksi 468 titik landmark wajah, termasuk area mata, dalam waktu nyata (real-time). Fokus utama penelitian ini adalah pada sekitar 6-8 titik utama di masing-masing mata (total sekitar 12-16 titik). Titik-titik ini merepresentasikan bentuk dan bukaan mata, yang menjadi indikator apakah pengguna dalam kondisi mengantuk atau tidak. Dengan menggunakan koordinat landmark ini sebagai input, sistem dapat menghindari ketergantungan pada seluruh gambar wajah, sehingga meningkatkan efisiensi pemrosesan.

- Resize citra

Setelah landmark mata diekstraksi, hasilnya diproyeksikan ke dalam citra kecil berukuran 145×145 piksel. Resize dilakukan agar ukuran input menjadi seragam dan proses pelatihan menjadi lebih cepat dan efisien. Selain itu, konversi warna ke **grayscale** juga dapat diterapkan karena informasi yang dibutuhkan hanya berkaitan dengan bentuk mata, bukan warna wajah.

2. Augmentasi Citra

Untuk meningkatkan performa dan generalisasi model terhadap variasi kondisi nyata, dilakukan teknik augmentasi pada data latih. Augmentasi bertujuan agar model tidak hanya mengingat bentuk mata pada kondisi tertentu saja, tetapi juga mengenali bentuk yang



sedikit berubah akibat sudut pandang atau kondisi cahaya. Teknik augmentasi yang diterapkan antara lain:

- Rotasi ringan antara -15° hingga $+15^\circ$
- Flipping horizontal, untuk mencerminkan pose wajah ke arah sebaliknya
- Penyesuaian kecerahan (brightness adjustment) untuk mensimulasikan cahaya terang dan redup
- Penambahan noise ringan, seperti Gaussian noise, untuk memperkuat ketahanan model terhadap gangguan visual

Setelah proses augmentasi, dataset menjadi lebih bervariasi dan siap digunakan dalam pelatihan model.

3. Pelatihan Model

Model CNN ringan dirancang untuk melakukan klasifikasi biner, yaitu membedakan antara kondisi mengantuk (label 0) dan tidak mengantuk (label 1). Arsitektur model yang digunakan terdiri atas:

- Input layer: menerima gambar landmark dalam ukuran 145×145 piksel (grayscale)
- Beberapa layer konvolusi (Conv2D): untuk mengekstraksi fitur spasial dari citra mata
- MaxPooling layer: untuk mereduksi dimensi fitur dan menghindari overfitting
- Flatten layer: mengubah fitur 2D menjadi vektor 1D
- Dense layer dengan aktivasi ReLU
- Output layer: 1 neuron dengan aktivasi sigmoid sebagai output klasifikasi biner

Model dilatih dengan metode supervised learning, menggunakan fungsi loss `binary_crossentropy`, optimizer Adam, dan learning rate 0.0001. Data dibagi menjadi dua bagian: 80% untuk pelatihan dan 20% untuk validasi. Model dievaluasi menggunakan akurasi pada validation set sebagai indikator utama, serta disimpan pada epoch dengan nilai akurasi terbaik.

4. Evaluasi Model

Setelah pelatihan selesai, performa model dievaluasi menggunakan:

- Akurasi: nilai akurasi pada validation set digunakan sebagai tolok ukur utama keberhasilan model.
- Confusion Matrix: digunakan untuk memahami kesalahan prediksi model secara lebih rinci, seperti jumlah true positive, false positive, true negative, dan false negative. Visualisasi confusion matrix ditampilkan untuk menunjukkan apakah model cenderung bias terhadap salah satu kelas atau tidak.

5. Implementasi Live Camera

Tahap akhir dari pengembangan sistem adalah implementasi secara real-time menggunakan input langsung dari kamera (live cam). Sistem akan secara otomatis mendeteksi wajah pengguna, mengekstraksi landmark mata, dan memprediksi tingkat kantuk berdasarkan hasil klasifikasi dari model terlatih.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari setiap tahapan sistem, dapat disimpulkan bahwa pendekatan deteksi kantuk berbasis landmark mata dan CNN memberikan hasil yang cukup menjanjikan untuk diterapkan dalam skenario nyata, seperti pemantauan kondisi pengemudi secara real-time.

Proses Ekstraksi Fitur

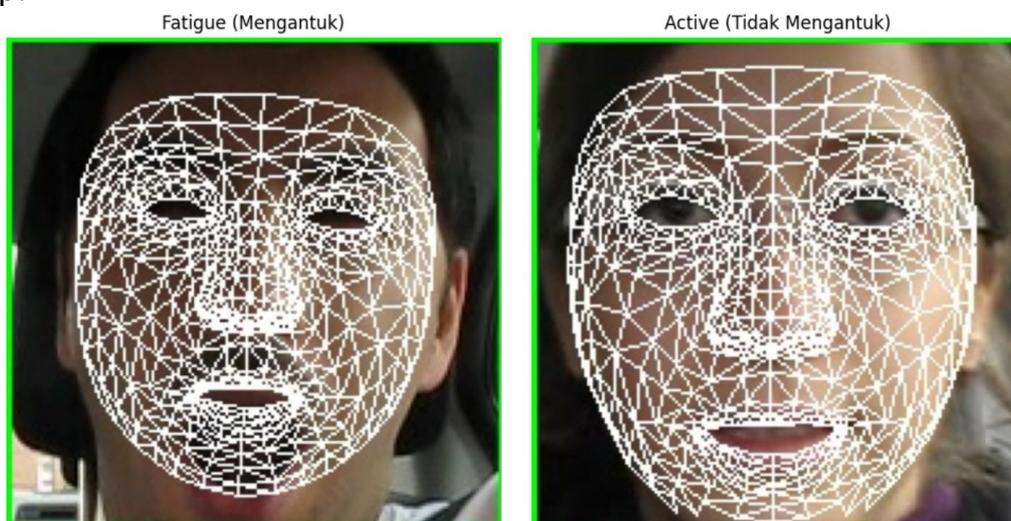
Tahap pertama dalam sistem ini adalah mendeteksi dan mengekstrak fitur penting dari wajah yang berkaitan dengan kondisi kantuk. Proses dimulai dengan menggunakan metode Haar

Cascade Classifier yang berfungsi untuk menemukan lokasi wajah secara otomatis pada setiap frame gambar dari video. Detektor ini sangat efisien dalam mengenali wajah dalam berbagai posisi dan pencahayaan.

Setelah wajah terdeteksi, area tersebut dipotong menjadi Region of Interest (ROI) yang berfokus pada wajah saja, agar analisis lebih terfokus dan tidak terganggu oleh bagian lain dalam gambar. Selanjutnya, pada ROI wajah tersebut diterapkan model Face Mesh dari MediaPipe. Face Mesh mampu menandai hingga 468 titik landmark di seluruh wajah, yang meliputi kontur wajah, hidung, bibir, serta bagian mata secara sangat detail.

Dalam penelitian ini, perhatian utama adalah pada landmark yang berada di sekitar mata, karena posisi dan bentuk mata merupakan indikator yang paling kuat untuk mendeteksi kantuk. Misalnya, mata yang mulai tertutup sebagian atau penuh adalah tanda khas seseorang sedang mengantuk.

Agar data yang dimasukkan ke dalam model CNN konsisten, setiap ROI wajah diseragamkan ukurannya menjadi 145×145 piksel. Penyeragaman dimensi ini penting untuk menjaga kestabilan proses pelatihan dan prediksi, karena CNN memerlukan input dengan ukuran tetap.



Gambar 2. Preprocessing landmark

Labeling dan Augmentasi Data

Setelah proses ekstraksi fitur, setiap citra wajah yang sudah diproses diberi label numerik untuk keperluan pelatihan model:

- Label 0 untuk kategori Fatigue Subjects (orang yang mengantuk)
- Label 1 untuk kategori Active Subjects (orang yang tidak mengantuk)

Data kemudian dibagi menjadi dua bagian: data latih (training set) dan data uji (testing set). Untuk meningkatkan kemampuan model dalam mengenali variasi wajah dan posisi, serta untuk menghindari risiko overfitting (dimana model hanya "menghafal" data latih tanpa bisa menggeneralisasi ke data baru), dilakukan proses data augmentation pada data latih.

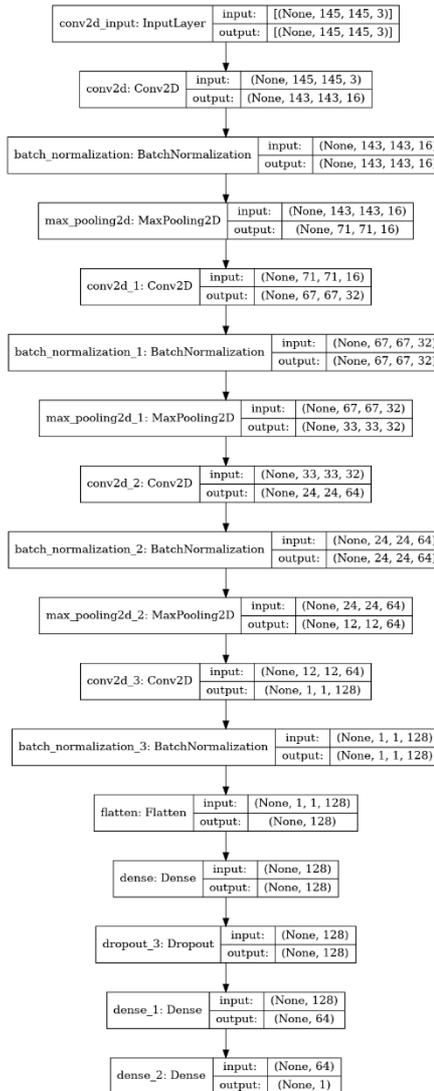
Teknik augmentasi yang digunakan meliputi:

- Zooming: memperbesar sebagian gambar untuk mensimulasikan jarak kamera yang berbeda
- Rotasi: memutar gambar dengan sudut tertentu agar model tahan terhadap posisi kepala yang berubah-ubah
- Flip horizontal: membalik gambar secara horizontal untuk memperbanyak variasi arah wajah

Sementara itu, pada data uji hanya dilakukan proses rescaling (normalisasi ukuran piksel) agar tetap merepresentasikan kondisi nyata tanpa manipulasi berlebih.

Arsitektur Model CNN

Model utama yang digunakan adalah Convolutional Neural Network (CNN), yang dirancang khusus untuk mengekstrak fitur visual dari gambar secara efektif. Model ini terdiri dari empat blok konvolusi bertingkat, yang masing-masing mengaplikasikan filter dengan ukuran kernel berbeda dan jumlah filter bertambah secara bertahap untuk menangkap fitur dari yang sederhana hingga kompleks.



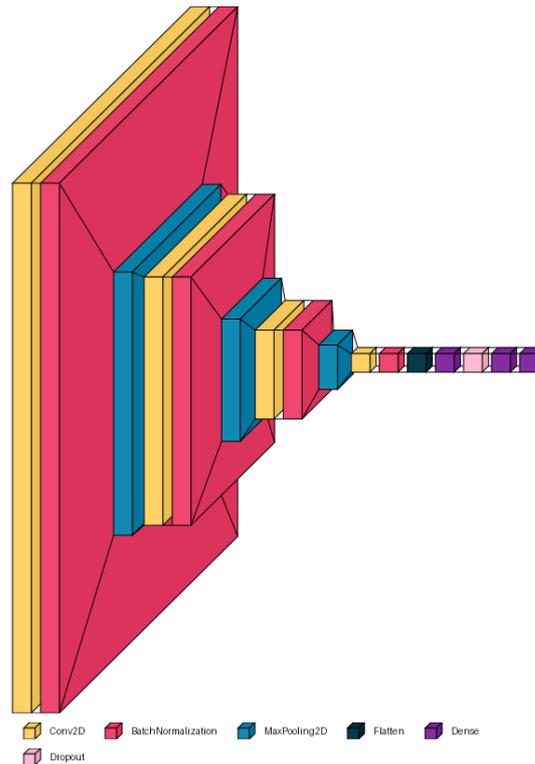
Gambar 3. Layer model

Detail arsitektur:

- Layer 1: Conv2D dengan 16 filter ukuran kernel 3×3, diikuti Batch Normalization dan MaxPooling2D, menghasilkan output ukuran 71×71×16
- Layer 2: Conv2D dengan 32 filter kernel 5×5, Batch Normalization, MaxPooling2D, output 33×33×32
- Layer 3: Conv2D dengan 64 filter kernel 10×10, Batch Normalization, MaxPooling2D, output 12×12×64
- Layer 4: Conv2D dengan 128 filter kernel 12×12, Batch Normalization, MaxPooling2D, output 1×1×128

Setelah itu, data diflatten dan diproses oleh:

- Dense (128 neuron) → Dropout
- Dense (64 neuron)
- Output layer dengan aktivasi sigmoid



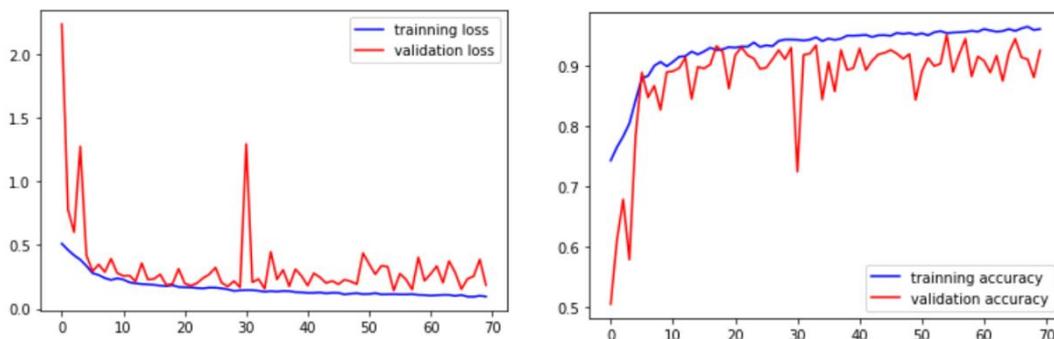
Gambar 4. Model CNN

Setiap blok konvolusi dilengkapi dengan Batch Normalization yang berfungsi mempercepat proses pelatihan dan meningkatkan stabilitas model dengan menormalkan output setiap layer. Setelah fitur-fitur berhasil diekstraksi, hasil konvolusi diratakan melalui layer Flatten agar dapat diolah oleh lapisan fully connected (Dense).

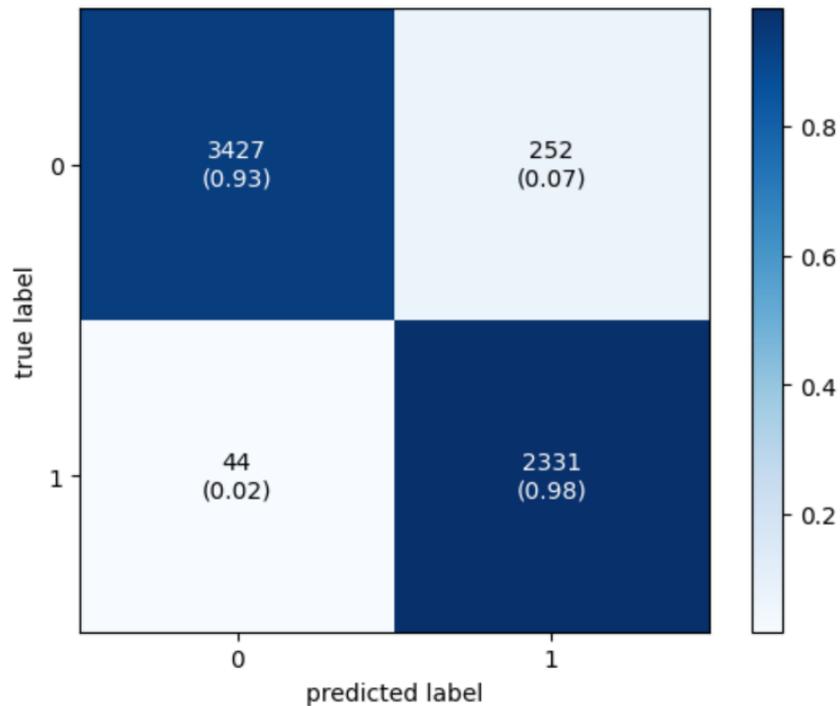
Kemudian, terdapat dua layer Dense berturut-turut dengan jumlah neuron 128 dan 64, di mana di antara keduanya disisipkan layer Dropout untuk mencegah overfitting dengan secara acak "mematikan" beberapa neuron saat pelatihan.

Evaluasi Model

Hasil pelatihan menunjukkan bahwa model mencapai akurasi sebesar 95.97%, yang menandakan performa klasifikasi yang sangat baik.



Grafik menunjukkan tren peningkatan yang stabil pada akurasi, baik pada data pelatihan maupun validasi. Fluktuasi kecil pada validasi masih dalam batas wajar dan tidak menunjukkan indikasi overfitting signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa model memiliki performa generalisasi yang baik terhadap data baru.



Gambar 5. Confusion matrix

Confusion matrix menunjukkan bahwa model deteksi kantuk bekerja sangat baik:

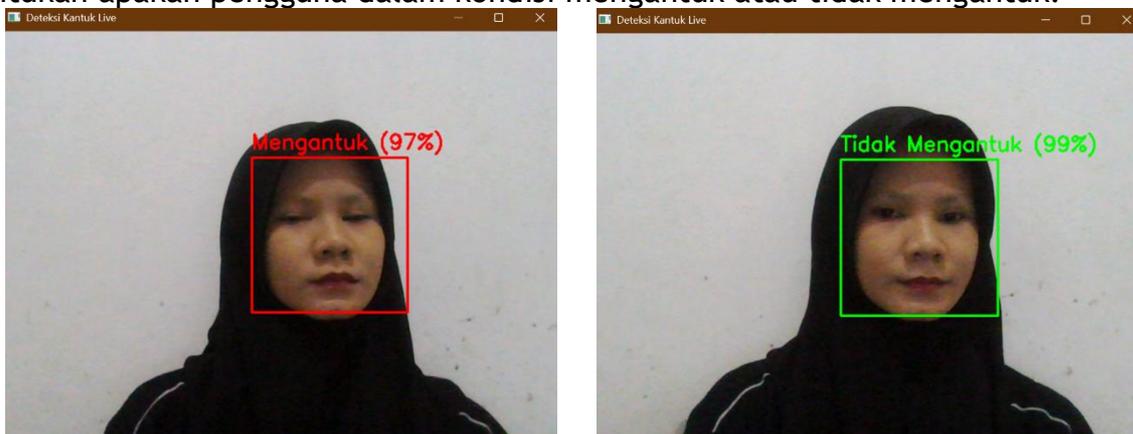
- 3427 gambar mengantuk berhasil dikenali dengan benar.
- 2331 gambar tidak mengantuk juga dikenali dengan benar.
- Hanya terdapat 252 kesalahan saat model mengira orang mengantuk sebagai tidak mengantuk.
- Dan hanya 44 kesalahan saat model mengira orang tidak mengantuk sebagai mengantuk.

Secara keseluruhan, model mencapai akurasi sekitar 95%, yang artinya dari 100 gambar, sekitar 95 gambar diklasifikasikan dengan benar.

Ini membuktikan bahwa model cukup akurasi dan andal untuk membedakan antara kondisi mengantuk dan tidak mengantuk.

Implementasi Live-Cam

Pada tahap ini, sistem deteksi kantuk diujikan secara langsung menggunakan kamera (live-cam). Sistem akan memproses tampilan wajah pengguna secara real-time untuk menentukan apakah pengguna dalam kondisi mengantuk atau tidak mengantuk.



Gambar di atas menunjukkan dua contoh hasil deteksi:



- Gambar kiri menunjukkan kondisi mengantuk (97%), artinya sistem mendeteksi bahwa pengguna terlihat mengantuk dengan tingkat kemiripan ciri-cirinya sebesar 97% terhadap data orang mengantuk yang pernah dipelajari oleh sistem.
- Gambar kanan menunjukkan kondisi tidak mengantuk (99%), artinya ciri-ciri wajah pengguna saat itu sangat mirip (99%) dengan data orang yang sedang terjaga.

Persentase ini menggambarkan seberapa besar tingkat kesesuaian ciri-ciri wajah pengguna dengan kategori tertentu berdasarkan prediksi model. Nilai probabilitas ini dihasilkan oleh fungsi aktivasi sigmoid di output layer CNN.

Dengan implementasi live-cam ini, sistem dapat memberikan peringatan secara real-time kepada pengemudi apabila kondisi kantuk terdeteksi, sehingga dapat mengurangi risiko kecelakaan akibat mengantuk saat berkendara.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem deteksi ekspresi kantuk berbasis citra wajah menggunakan pendekatan Convolutional Neural Network (CNN). Proses deteksi dilakukan melalui serangkaian tahapan, mulai dari deteksi wajah, ekstraksi landmark mata dengan MediaPipe Face Mesh, hingga klasifikasi kondisi mengantuk atau tidak mengantuk. Model CNN yang dirancang cukup ringan namun mampu memberikan hasil akurasi yang tinggi, yaitu sebesar 95.97%. Augmentasi data turut berperan penting dalam meningkatkan generalisasi model terhadap data baru. Evaluasi menggunakan confusion matrix menunjukkan performa klasifikasi yang sangat baik, dengan kesalahan klasifikasi yang rendah di kedua kelas. Model juga tidak menunjukkan tanda-tanda overfitting selama pelatihan, yang berarti stabil. Sistem yang dibangun juga mampu berjalan secara real-time menggunakan input live camera. Hal ini membuktikan bahwa sistem dapat diimplementasikan langsung pada aplikasi deteksi kantuk dunia nyata.

Dengan akurasi tinggi dan performa yang stabil, sistem ini berpotensi digunakan sebagai alat bantu keselamatan, khususnya dalam konteks mengemudi atau pemantauan kelelahan. Hasil ini juga menunjukkan bahwa pendekatan berbasis landmark mata cukup efektif dalam mendeteksi kondisi kantuk dari ekspresi wajah. Implementasi preprocessing yang tepat seperti penyeragaman ukuran dan augmentasi visual mampu meningkatkan performa sistem secara keseluruhan. Confusion matrix sudah cukup menggambarkan efektivitas model. Penggunaan arsitektur CNN sederhana membuktikan bahwa deteksi kantuk tidak selalu membutuhkan model berat. Penelitian ini juga membuka peluang pengembangan lebih lanjut, seperti integrasi dengan sistem IoT atau sensor tambahan. Pengujian pada kondisi nyata juga perlu diperluas untuk memastikan ketahanan model di berbagai skenario. Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan telah menunjukkan hasil yang sangat memuaskan dan layak dikembangkan ke tahap selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Iswahyudi, R., Fauzi Ikhsan, A., Muhamad, I., & Matin, M. (n.d.). *Fuse-teknik Elektro DETEKSI KANTUK MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) BERDASARKAN KEDIPAN MATA*.
- Janardhana Rao Associate Professor, M. S., Venkata Sai Thushar BTech, V., & Tejith BTech, K. (n.d.). *Real-Time Drowsiness Detection Using Eye Aspect Ratio and Facial Landmark Detection*.
- Putu, I., Eka, A., Udayana, D., Putu, N., Kherismawati, E., Gede, I., & Sudipa, I. (2022). Detection of Student Drowsiness Using Ensemble Regression Trees in Online Learning During a COVID-19 Pandemic Deteksi Kantuk Peserta Didik Menggunakan Ensemble Regression Trees Pada Pembelajaran Daring Dimasa Pandemi COVID-19. *Jurnal Informatika Dan Teknologi Informasi*, 19(2), 229-244. <https://doi.org/10.31515/telematika.v19i2.7044>



- Ramadhani, N., Aulia, S., Suhartono, E., & Hadiyoso, S. (2021). Deteksi Kantuk pada Pengemudi Berdasarkan Penginderaan Wajah Menggunakan PCA dan SVM. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 17(2). <https://doi.org/10.17529/jre.v17i2.19884>
- Shrestha, S., Acharya, P., Shrestha, P., Sharma, S., & Baral, A. (n.d.). *REAL TIME DROWSINESS DETECTION SYSTEM USING FACIAL LANDMARKS*. <https://www.researchgate.net/publication/377187209>
- World Health Organization. (2022). *Risk assessment of road traffic accidents related to sleepiness during driving: A systematic review*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240062595>
- Badan Pusat Statistik. (2011). *Statistik Transportasi DKI Jakarta 2011*. <https://jakarta.bps.go.id/publication/2011/12/01/7d9e939e3f1b9a44e02e7f45/statistik-transportasi-dki-jakarta-2011.html>