

Implementasi Convolutional Neural Network (CNN) dengan Arsitektur VGG-19 untuk Deteksi Kelelahan Tubuh Melalui Kondisi Mata

1st M Hidayatullah Pratama
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

mhpratama@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Rita Purnamasari
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ritapurnamasari@telkomuniversity.ac.id

3rd Yulinda Eliskar
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

yulindaeliskar@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Kelelahan merupakan kondisi di mana ketika tubuh seseorang sudah kekurangan kapasitas yang dimiliki, sehingga akan berdampak pada produktifitas kerja. Ada banyak cara atau metode untuk mengetahui kondisi seseorang yang sedang mengalami kelelahan, salah satunya yaitu dengan cara melakukan sesi tanya jawab seperti yang dilakukan pada masinis di PT Kereta Api Indonesia setiap kali ingin bertugas. Meskipun metode ini sudah cukup baik, namun kurang fleksibel jika terus menerus harus dilakukan sesi tanya jawab di setiap sebelum para masinis bekerja. Penelitian ini menerapkan Convolutional Neural Network (CNN) dengan arsitektur VGG-19 untuk membuat sistem yang dapat melakukan deteksi kelelahan tubuh melalui kondisi mata. Dataset yang digunakan terdiri dari 2 kelas, data sakit yang berisi gambar-gambar kondisi mata seseorang yang sedang kelelahan dan data sehat yang berisi gambar-gambar kondisi mata seseorang yang tidak sedang kelelahan. Hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa model yang dibuat mempunyai akurasi %. Model dapat melakukan deteksi tubuh yang lelah dengan akurasi % dan tubuh yang tidak lelah dengan akurasi %.

Kata kunci—PT Kereta Api Indonesia, kelelahan, CNN, VGG-19

I. PENDAHULUAN

Kelelahan merupakan masalah yang sangat serius, bahkan penelitian yang ada di seluruh dunia telah banyak melaporkan prevalensinya [1]. Kelelahan sangatlah umum terjadi di dunia kerja dan memiliki dampak yang sangat buruk bagi efisiensi kerja, yang mengakibatkan hilangnya produktifitas kerja [1]. Seseorang yang mengalami kelelahan akan kehilangan fokus dan kondisi badan tidak optimal, sehingga akan menurunkan kemampuan tubuh untuk melakukan aktivitas [1].

Menurut *International Labour Organization* (ILO), setiap tahunnya terdapat dua juta tenaga kerja meninggal dunia karena kecelakaan kerja yang disebabkan oleh faktor kelelahan. Penelitian yang telah dilakukan menyatakan sebanyak 32,8% dari 58.115 sampel atau sekitar 18.828 diantaranya menderita kelelahan [2]. Menurut data yang diperoleh dari BPJAMSOSTEK, tercatat kecelakaan kerja yang terjadi pada tahun 2019 berjumlah 77.295 kasus.

Kelelahan kerja memberikan kontribusi sebesar 50% menjadi faktor penyebab kecelakaan kerja [2].

Kelelahan kerja dapat disebabkan oleh dua faktor, faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal seperti usia, kualitas tidur, gizi, dan jenis kelamin. Sedangkan faktor eksternal seperti masa kerja, stres kerja, jumlah jam kerja, beban kerja, dan lingkungan kerja [2].

PT Kereta Api Indonesia atau biasa disebut KAI merupakan sebuah badan usaha milik negara Indonesia yang bergerak di bidang perkeretaapian. Sebelum bekerja, setiap masinis diwajibkan untuk melakukan pemeriksaan kesehatan tubuh yang dilakukan oleh unit kesehatan KAI [3]. Hal ini dikarenakan masinis merupakan orang yang sangat berperan penting dalam pengoperasian kereta api. Oleh karena itu, kesehatan dari seorang masinis harus terus dipantau dan dicek agar tetap terjaga sehingga tidak menimbulkan dampak yang tidak diinginkan pada saat melaksanakan tugasnya [3].

Menurut informasi dari pihak PT Kereta Api Indonesia, para masinis akan melakukan sesi tanya jawab dengan para tenaga kesehatan maupun psikolog untuk mengetahui bagaimana kondisi tubuh masinis dan apa saja aktivitas yang dilakukan masinis sebelum bekerja [3]. Pengecekan tubuh yang masih menggunakan cara manual tanya jawab menjadi kurang efisien dan tidak fleksibel karena mengingat pengecekan harus dilakukan setiap kali masinis ingin melakukan pekerjaannya.

Dalam upaya untuk mengatasi pengecekan kondisi tubuh yang masih kurang efisien dan tidak fleksibel, maka otomatisasi sistem menjadi sangatlah penting untuk dilakukan. Suatu solusi yang inovatif yaitu dengan membuat sebuah sistem deteksi kelelahan melalui kondisi mata dengan menggunakan implementasi *Convolutional Neural Network* (CNN) menggunakan arsitektur *Visual Geometry Group 19* (VGG-19). Sistem ini dirancang untuk dapat melakukan deteksi terhadap kelelahan tubuh melalui kondisi mata dengan memfokuskan pada analisis kelopak mata. Dengan menggunakan teknologi *Deep Learning* (DL) dalam mengklasifikasikan kondisi tubuh yang lelah berdasarkan kondisi kelopak mata, diharapkan akan dapat mengatasi masalah efisiensi dan fleksibilitas yang timbul pada pengecekan kondisi tubuh yang sebelumnya dilakukan secara manual atau tanya jawab dengan psikolog.

II. KAJIAN TEORI

A. Convolutional Neural Network

Convolutional Neural Network (CNN) merupakan algoritma *Deep Learning* (DL) yang digunakan untuk memproses masukan atau data gambar yang berfungsi untuk membedakan objek satu dengan objek lainnya. Metode ini digunakan karena dapat memberikan hasil yang paling relevan dalam pengenalan citra digital. CNN terdiri dari 2 lapisan, yaitu *feature learning* dan *classification layer*. Sistem kerja CNN adalah dengan melakukan pembagian *input* menjadi beberapa bagian dan setiap bagiannya akan melalui proses *filtering*. Proses *filtering* berjalan repetitif hingga mencapai lapisan terakhir, di mana semua bagian yang telah dibagi sebelumnya akan kembali terhubung menjadi satu dimensi. Hasil dari bagian yang sudah terhubung nantinya akan digunakan sebagai penentu dari hasil *output* [4].

Konvolusi merupakan operasi utama dalam CNN yang memungkinkan jaringan untuk mengekstraksi fitur penting dari *input* yang dimasukkan. Menggabungkan dua buah matriks, yaitu *input* dan *filter/kernel* dengan cara mengalikan kemudian menjumlahkannya atau biasa disebut sebagai *dot product* untuk menghasilkan hasil matriks akhir dari konvolusi. *Pooling* merupakan lapisan yang berfungsi untuk menggabungkan nilai-nilai dari beberapa *pixel* terdekat menjadi satu nilai baru untuk mengurangi dimensi data pada gambar *input* [5]. *Fully connected* merupakan beberapa lapisan terakhir dalam proses *Convolutional Neural Network* (CNN) yang berperan sebagai pengklasifikasi dalam keseluruhan jaringan [6]. Setelah memasuki serangkaian proses atau lapisan konvolusi, *pooling*, dan *fully connected*, lapisan *output* akan menghasilkan prediksi untuk gambar *input* yang dimasukkan. Hasil ini kemudian akan bisa digunakan dalam pengembangan sistem deteksi kelelahan melalui kondisi mata yang dijelaskan sebelumnya.

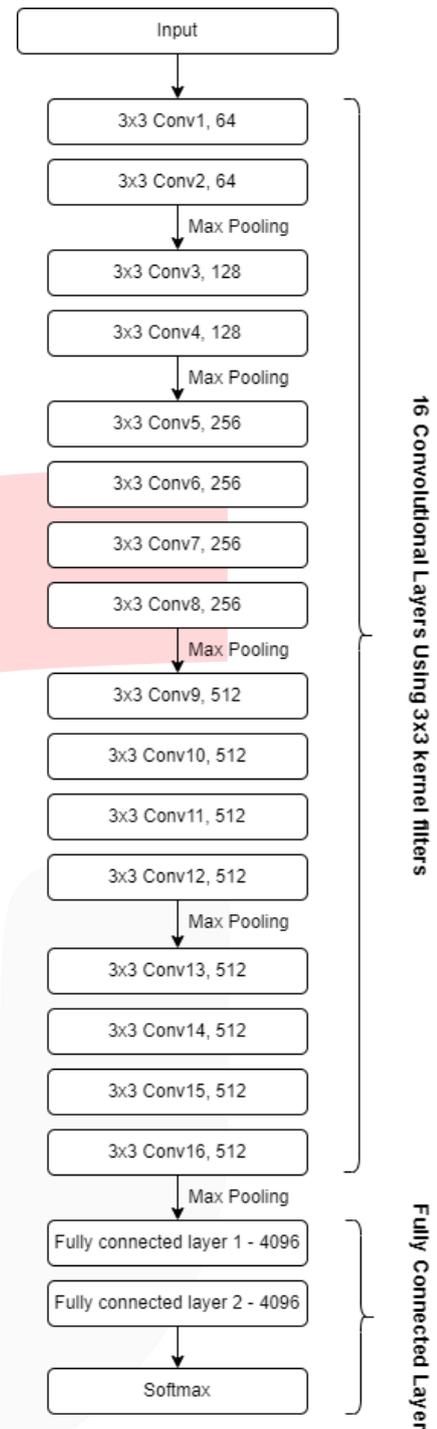
B. Visual Geometry Group 19 (VGG-19)

Visual Geometry Group-19 (VGG-19) merupakan arsitektur yang terdiri dari 19 layer, yang terbagi menjadi 16 *convolutional layer*, 2 *fully connected layer*, dan 1 *softmax layer*. *Input image resize* yang digunakan pada arsitektur VGG-19 adalah 224x224 pixel, memiliki *filter/kernel* berukuran 3x3, dan memiliki 5 blok yang berisi *convolutional layer* pada setiap bloknya yang dipisahkan dengan *max pooling* di tiap-tiap blok [7].

Pada lapisan *fully connected* arsitektur VGG-19, ditambahkan beberapa layer seperti *layer flatten* untuk mengubah matriks menjadi vektor satu dimensi, *layer Dense* dengan aktivasi *Rectified Linear Unit* (RELU) untuk mengklasifikasikan data, *layer Dropout* untuk mencegah *overfitting*, dan *Softmax* untuk menghasilkan skor probabilitas pada setiap kelas. Lapisan *fully connected* akan digunakan untuk menetapkan gambar/*input* pada suatu kelas data yang ada [7].

III. METODE

Berikut ini merupakan metode yang dirancang untuk digunakan pada sistem deteksi kelelahan melalui kondisi mata.



GAMBAR 1.
Arsitektur VGG-19

A. Identifikasi Masalah

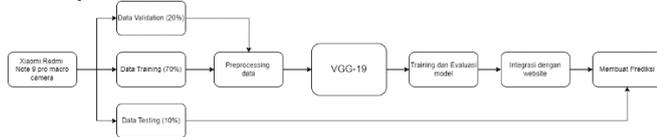
Dalam sistem pengecekan kondisi tubuh sebagai syarat wajib masinis dalam bekerja, dibutuhkan kecepatan dan keakuratan dalam diagnosis terhadap kondisi yang tepat. Sistem pengecekan dengan cara sesi tanya jawab dengan psikolog sudah sangatlah tepat dikarenakan dapat langsung berkonsultasi antara psikolog dan masinis. Namun, pengecekan secara manual masih terbilang kurang fleksibel, mengingat pengecekan harus dilakukan setiap sebelum masinis melaksanakan tugasnya, sehingga akan tidak efektif jika terus-menerus harus dilakukan sesi tanya jawab. Oleh

karena itu, otomatisasi sistem pengecekan diperlukan untuk mengatasi sistem pengecekan yang tidak fleksibel.

B. Perancangan Sistem

Untuk mengatasi permasalahan yang ada, maka dirancanglah sebuah sistem pendeteksi kelelahan melalui kondisi mata dengan menerapkan Convolutional Neural Network (CNN). Perancangan sistem terdiri dari beberapa tahap, tahap pengumpulan data, *preprocessing*, *processing*, *training*, dan evaluasi website

C. Implementasi Sistem



GAMBAR 2.
Blok Diagram Implementasi Sistem

Gambar 2 merupakan alur dari proses pembuatan sistem. Langkah awal yang harus dilakukan yaitu melakukan pengumpulan data. Akan ada 2 jenis kelas data, yaitu kelas sehat/tidak lelah dan kelas sakit/lelah. Data akan dikumpulkan dan dibagi menjadi data *training*, validasi, dan *testing*, dengan rasio pembagian 70%, 20%, dan 10%. Setelah pembagian data, *preprocessing* akan dilakukan untuk meningkatkan kualitas data dan memudahkan pembelajaran model. Data yang sudah dilakukan *preprocessing* akan dilatih menggunakan model CNN dengan arsitektur VGG-19 dengan menyesuaikan parameter pelatihan seperti *learning rate* dan jumlah *batch* untuk dapat mencapai konvergensi yang baik. Model yang sudah dilakukan pelatihan terhadap data akan dilakukan integrasi dengan *dat* sistem agar dapat melakukan prediksi kelelahan. Model ini menggunakan dua jenis *dataset*, *dataset* primer yang diambil secara langsung kepada sukarelawan dan *dataset* sekunder yang diambil dari Google.

D. Evaluasi Sistem

Evaluasi sistem dilakukan untuk mengetahui seberapa baik kinerja dari model yang telah dibuat. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan beberapa metode, seperti hasil akurasi, *confusion matrix*, grafik ROC, *precision*, *recall*, dan *F1-score*. *Dataset* yang digunakan untuk melakukan evaluasi dan pengujian dari model CNN yang dibuat terdiri dari 2 kondisi data, yaitu data dengan kondisi kelopak mata yang mengalami kelelahan tubuh dan data tidak mengalami kelelahan tubuh.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

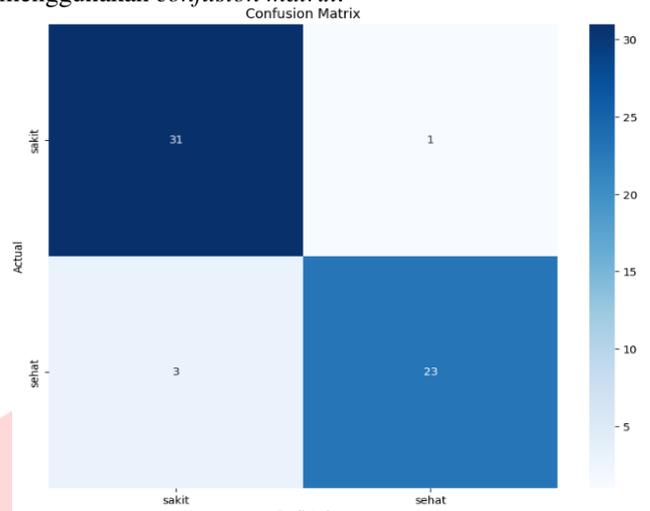
```

12/12 [-----] - 314s 25s/step - loss: 0.1714 - accuracy: 0.9349
Train loss: 0.17143017053604126
Train accuracy: 0.9348958134651184
3/3 [=====] - 79s 23s/step - loss: 0.1684 - accuracy: 0.9271
Val loss: 0.16835200786590576
Val accuracy: 0.9270833134651184
1/1 [-----] - 22s 22s/step - loss: 0.1027 - accuracy: 0.9688
Test loss: 0.10266168415546417
Test accuracy: 0.96875
  
```

GAMBAR 3.
Hasil Akurasi *Train*, Validasi, dan *Testing*

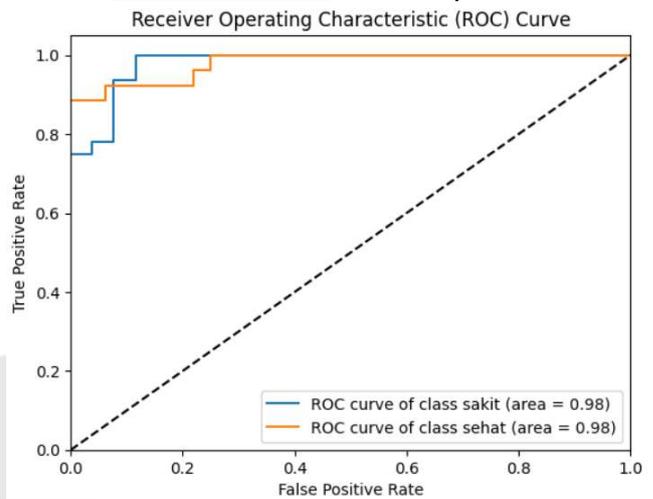
Pada Gambar 3 didapatkan tingkat akurasi sebesar 93% dengan loss sebesar 17% untuk data *training*, 92% untuk data validasi dengan loss sebesar 16%, dan 96% untuk data *testing* dengan loss sebesar 10%. Setelah sudah didapatkan hasil

akurasi dan loss dari masing-masing data, selanjutnya hasil klasifikasi akan dipetakan atau akan dilakukan evaluasi menggunakan *confusion matrix*.



GAMBAR 4.
Confusion Matrix

Gambar 4 merupakan pemetaan yang dilakukan menggunakan *confusion matrix* dengan membandingkan jumlah data benar yang berhasil dibaca oleh model. Data sakit/lelah memiliki kebenaran prediksi data sebesar 31 data dan memiliki 1 kesalahan prediksi data. Sedangkan untuk data sehat/tidak lelah memiliki kebenaran prediksi data sebesar 23 data dan memiliki 3 kesalahan prediksi data.



GAMBAR 5.
Kurva ROC

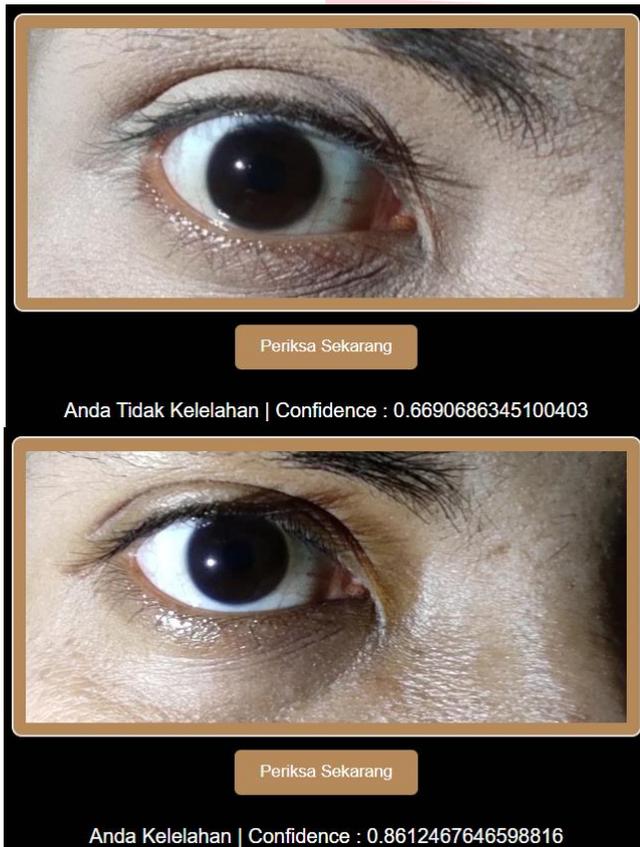
Selain evaluasi model dengan cara pemetaan menggunakan *confusion matrix*, evaluasi juga dilakukan menggunakan kurva *Receiver Operating Characteristic* (ROC). Gambar 5 menunjukkan tampilan dari kurva ROC dari masing-masing kelas, di mana kedua kelas sama-sama memiliki nilai ROC sebesar 0.98.

2/2 [=====] - 40s 17s/step

Classification Report				
	precision	recall	f1-score	support
sakit	0.91	0.97	0.94	32
sehat	0.96	0.88	0.92	26
accuracy			0.93	58
macro avg	0.94	0.93	0.93	58
weighted avg	0.93	0.93	0.93	58

GAMBAR 6.
Classification Report

Gambar 6 menunjukkan nilai *precision*, *recall*, dan *F1-score* dari masing-masing jenis kelas, terdapat juga nilai akurasi sebesar 93% dengan waktu komputasi selama 40 detik.



GAMBAR 7.
Pengujian Deteksi Kelelahan

Setelah melakukan pengujian dan evaluasi, model dapat melakukan deteksi kelelahan melalui kondisi mata dengan status dan akurasi data yang dilakukan deteksi. Untuk kondisi mata dengan ciri kelopak mata yang terlihat baik dan tidak menghitam, model mendeteksi sebagai kondisi tidak kelelahan dengan nilai akurasi sebesar 66%. Sedangkan untuk kelopak mata yang terlihat sedikit membengkak dan menghitam, model mendeteksi sebagai kondisi kelelahan dengan nilai akurasi sebesar 86%, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.

V. KESIMPULAN

Model yang dibuat untuk melakukan deteksi kelelahan melalui kondisi mata sudah dilakukan pengujian dan menunjukkan hasil akurasi yang cukup baik, mencapai nilai

akurasi sebesar 93%. Namun tetap saja tidak terlepas dari kekurangan yang ada, dikarenakan jumlah *dataset* yang tidak terlalu banyak, terkadang terdapat beberapa kesalahan dalam melakukan deteksi terhadap kondisi tubuh. Contohnya jika memasukan gambar kondisi dari kedua mata, maka hasil yang keluar terkadang tidak sesuai dan kurang akurat. Kekurangan-kekurangan yang ada akan menjadi batasan-batasan dalam penggunaan sistem deteksi kelelahan melalui kondisi mata.

REFERENSI

- [1] K. Aoki, H. Nishikawa, Y. Makihara, D. Muramatsu, N. Takemura, and Y. Yagi, "Physical Fatigue Detection from Gait Cycles via a Multi-Task Recurrent Neural Network," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 127565–127575, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3110841.
- [2] J. Keselamatan, K. Kerja, D. Lingkungan, A. Agustin, T. Ihsan, and R. A. Lestari, "GAMBARAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KELELAHAN KERJA PADA PEKERJA INDUSTRI TEKSTIL DI INDONESIA: REVIEW," vol. 2, no. 2, 2021, [Online]. Available: <http://jk31.fkm.unand.ac.id/>
- [3] Nadia Intan Fajarlie, "Sebelum Jalankan Kereta Api, Masinis PT KAI Wajib Tes Kesehatan hingga Patuhi SOP Pekerjaan," *Kompas.tv*.
- [4] K. Azmi, S. Defit, and U. Putra Indonesia YPTK Padang Jl Raya Lubuk Begalung-Padang-Sumatera Barat, "Implementasi Convolutional Neural Network (CNN) Untuk Klasifikasi Batik Tanah Liat Sumatera Barat," vol. 16, no. 1, p. 2023.
- [5] S. U. Masruroh, A. Fiade, M. I. Tanggok, R. A. Putri, and L. A. Pratiwi, "Convolutional Neural Network for Colorization of Black and White Photos," *MATRIK : Jurnal Manajemen, Teknik Informatika dan Rekayasa Komputer*, vol. 22, no. 2, pp. 393–404, Mar. 2023, doi: 10.30812/matrik.v22i2.2652.
- [6] R. Sustika, A. Subekti, H. F. Pardede, E. Suryawati, O. Mahendra, and S. Yuwana, "Evaluation of deep convolutional neural network architectures for strawberry quality inspection," *International Journal of Engineering and Technology(UAE)*, vol. 7, no. 4, pp. 75–80, 2018, doi: 10.14419/ijet.v7i4.40.24080.
- [7] D. Marcella and S. Devella, "Klasifikasi Penyakit Mata Menggunakan Convolutional Neural Network Dengan Arsitektur VGG-19," vol. 3, no. 1, pp. 60–70, 2022.

