

Penerapan Algoritma Haar Cascade Eye Detection Untuk Sistem Peringatan Keamanan Pada Pengemudi Mobil

Mhd. Riski Fauzi¹, Saniman², Khairi Ibnuutama³

^{1,2}Sistem Komputer, STMIK Triguna Dharma

³Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma

Email: ¹muhammadriskifauzi10@gmail.com, ²sanisani.murdi@gmail.com, ³mr.ibnutama@gmail.com

Email Penulis Korespondensi : muhammadriskifauzi10@gmail.com

Abstrak

Pada tahun 2020 hingga 2021, BPS(Badan Pusat Statistik) mencatat angka jumlah kecelakaan di jalan raya pada tahun 2020 mencapai sebesar 100.028.00 dan pada tahun 2021 mencapai sebesar 103.645.00 adanya peningkatan jumlah kecelakaan terjadi karena beberapa faktor diantaranya adalah mata mengantuk. Dari kasus kecelakaan tersebut maka akan dirancang sistem peringatan keamanan mengemudi mobil untuk deteksi mata pengemudi mobil dalam kondisi mata terbuka dan mata tertutup. Sistem ini menggunakan algoritma Haar Cascade untuk dijadikan sebagai metode pendeteksian mata yang menggunakan pustaka OpenCv Python sebagai pengolahan citra dan Mikrokontroler sebagai pengendali alat-alat elektronika untuk sistem peringatan ketika mata pengemudi mobil tertutup lebih dari 1 detik yang menggunakan buzzer(Alarm) akan menyala dan Motor Vibrator(Getaran) akan bergetar untuk menyadarkan pengemudi mobil yang dipasang pada *seat belt* pengemudi. Dari hasil pengujian sistem yang dirancang menggunakan algoritma Haar Cascade tidak 100% benar-benar berhasil dapat mendeteksi mata pengemudi mobil jika kurangnya pencahayaan yang masuk pada mobil dan berhasil mengendalikan alat-alat elektronika sebagai sistem peringatan ketika mata pengemudi mobil terbuka maupun tertutup.

Kata Kunci: Computer Vision, Haar Cascade, Eye Detection, Mikrokontroler, Sistem Peringatan

Abstract

From 2020 to 2021, BPS (Central Statistics Agency) recorded that the number of road accidents in 2020 reached 100,028.00 and in 2021 it reached 103,645.00. There is an increase in the number of accidents occurring due to several factors including sleepy eyes. From this accident case, a car driving safety warning system will be designed to detect the eyes of car drivers when their eyes are open and their eyes are closed. This system uses the Haar Cascade algorithm to be used as an eye detection method that uses the OpenCv Python library as image processing and a microcontroller as a controller for electronic devices for a warning system when the car driver's eyes are closed for more than 1 second using a buzzer (alarm) to turn on and the motor The vibrator (vibration) will vibrate to awaken the driver of the car which is attached to the driver's seat belt. From the results of testing the system designed using the Haar Cascade algorithm is not 100% successful in being able to detect the driver's eyes if there is insufficient light entering the car and successfully controlling electronic devices as a warning system when the car driver's eyes are open or closed.

Keywords: Computer Vision, Haar Cascade, Eye Detection, Mikrokontroler, warning system

1. PENDAHULUAN

Salah satu hak asasi manusia yang mendasar adalah hak atas rasa aman. Rasa aman adalah hak yang harus didapatkan oleh semua orang sehingga mendapatkan rasa tenang dan nyaman [1]. Pada penelitian ini, tentang mengemudi khususnya untuk kendaraan mobil akan dirancang sistem peringatan untuk mendeteksi mata pengemudi mobil dalam keadaan mata tertutup maupun tidak tertutup.

Tingkat kecelakaan lalu lintas akhir-akhir ini mengalami peningkatan dan banyak menimbulkan kerugian. Banyaknya kendaraan yang ada di jalan raya dan masih kurangnya kesadaran dari masing-masing individu saat ini cukup beresiko menyebabkan terjadinya kecelakaan. Dari data BPS(Badan Pusat Statistik) mengumpulkan data jumlah kecelakaan dari korban mati, luka berat, luka ringan hingga kerugian materi mulai dari tahun 2020 sampai 2021. Di tahun 2020 angka jumlah kecelakaan mencapai hingga sebesar 100.028.00 rb dan di tahun 2021 angka jumlah kecelakaan mencapai hingga sebesar 103.645.00 rb.

Dari besarnya dan bertambahnya jumlah kasus kecelakaan diatas maka akan dirancang sistem peringatan yang didasarkan deteksi mata pengemudi dalam keadaan mata tertutup maupun tidak tertutup. Pendeteksian mata tersebut membutuhkan sistem yang dapat melakukan pendeteksian mata menggunakan metode-metode tertentu. Pada penelitian ini, metode yang digunakan untuk mendeteksi mata yaitu menggunakan metode Haar

Cascade metode tersebut mampu bekerja untuk mendeteksi objek area wajah seperti objek mata, objek mulut dan objek lainnya. Namun perancangan sistem ini dibuat hanya berfokus untuk mendeteksi objek mata saja [2].

Pada awalnya, mobil akan dipasangkan sebuah kamera yang berperan untuk mendekteksi mata. Setelah itu, kamera akan deteksi mata pengemudi mobil ketika pengemudi sedang mengemudi mobil dengan menutup mata lebih dari 1 detik [3] maka sistem peringatan akan aktif berupa alarm dan getaran yang dapat menyadarkan pengemudi kembali dalam mengemudi mobil.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metodologi Penelitian

Setiap penelitian pastinya memiliki permasalahan yang harus dituntaskan. Dalam penelitian ini, permasalahan tersebut akan diselesaikan dengan 2 studi. Adapun 2 studi tersebut dibutuhkan langkah – langkah yang diambil sebagai berikut [4]:

a. Studi Literatur

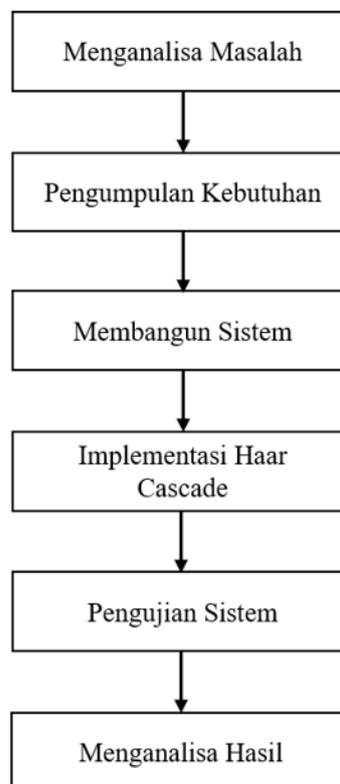
Studi ini menyelesaikan masalah dengan cara mengumpulkan informasi dari sumber – sumber literatur yang berupa jurnal dan artikel ilmiah sebagai referensi di dalam penelitian ini.

b. Melakukan Eksperimen

Studi ini melakukan eksperimen atau percobaan yang dilakukan agar dapat melihat apakah sistem yang sedang dibangun dapat berjalan dengan baik atau tidak dengan tujuan untuk mengetahui langkah – langkah melakukan perbaikan agar sistem yang kita bangun dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

2.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini agar penelitian lebih mudah dipahami dalam adalah dibentuk sebelum penelitian dilakukan [5]. Berikut ini adalah tahapan yang harus dilakukan dalam sebuah penelitian sistem peringatan keamanan mengemudi mobil.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Adapun penjelasan tahapan penelitian diatas yang dapat diuraikan dalam beberapa langkah-langkah yang akan dilakukan diantaranya adalah sebagai berikut [6]:

- a. Menganalisa Masalah
Didalam proses menganalisa masalah akan membuat rumusan masalah yang terjadi dengan mengumpulkan data – data yang terkait dengan alat-alat yang akan disiapkan, setelah masalah sudah terkumpul kemudian mencari solusi, dengan mencari solusi terbaik untuk hasil dalam menyelesaikan permasalahan yang akan diteliti, maka dari itu menganalisa masalah merupakan salah satu bagian penting dalam melakukan penelitian ini.
- b. Pengumpulan Kebutuhan
Untuk pengumpulan kebutuhan ada beberapa kebutuhan yang harus dipersiapkan sebelum merancang alat dalam pembuatan sistem peringatan keamanan mengemudi mobil. Adapun kebutuhan yang harus dipersiapkan meliputi seperti kebutuhan hardware / perangkat keras dan software / perangkat lunak.
- c. Membangun Sistem
Pada tahap membangun sistem akan dibuat sebuah desain yang terdiri dari desain rangkaian alat-alat dalam membangun sistem peringatan keamanan mengemudi mobil seperti tata letak untuk alat yang akan digunakan.
- d. Implementasi Haar Cascade
Untuk mendeteksi mata terbuka dan tertutup dalam pembuatan sistem peringatan mengemudi mobil metode yang digunakan adalah dengan menggunakan metode / algoritma Haar Cascade dan library OpenCV Python serta untuk mengkombinasikan board Arduino Uno sebagai pengendali yang mengendalikan alat-alat elektronika. Alat-alat elektronika yang digunakan disini merupakan alat elektronika yang dapat menghasilkan Outputan seperti buzzer dan Motor Vibrator yang digunakan untuk sistem peringatan nantinya ketika sistem / perancangan alat sudah berjalan [5].
- e. Pengujian Sistem
Pengujian sistem dilakukan untuk mencegah kesalahan dari penelitian yang dilakukan dan diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan yang terjadi pada pembuatan sistem peringatan keamanan mengemudi mobil.
- f. Menganalisa Hasil
Didalam menganalisa hasil didapat setelah melakukan pengujian pada Prototype dimana sistem tersebut sudah dapat berjalan sesuai dengan yang di rancang pada sebelumnya atau tidak dalam menyelesaikan masalah yang ada.

2.3 Metode Perancangan Sistem

Metode perancangan merupakan bagian yang sangat penting dalam membangun sebuah sistem maupun pengembangan. Pada penelitian ini, metode perancangan sistem yang digunakan adalah sebuah metode air terjun yaitu Waterfall [7].

- a. Menganalisa Masalah
Pada tahap menganalisa masalah disini artinya akan menganalisa rumusan masalah yang terjadi dan mengumpulkan data – data yang terkait alat-alat yang akan disiapkan, setelah masalah sudah terkumpul kemudian mencari solusi, dengan mencari solusi terbaik untuk hasil dalam menyelesaikan permasalahan yang akan diteliti..
- b. Mendesain Sistem
Pada tahap mendesain sistem disini artinya akan mendesain sistem berdasarkan perancangan alat yang akan diterapkan dalam penelitian nantinya dengan menggunakan software Fritzing yang berfungsi untuk mendesain rangkaian alat-alat elektronika.Pembuatan Program
- c. Membangun Sistem
Pada tahap mendesain sistem disini artinya akan mendesain sistem berdasarkan perancangan alat yang akan diterapkan dalam penelitian nantinya dengan menggunakan software Fritzing yang berfungsi untuk mendesain rangkaian alat-alat elektronika.
- d. Membuat Program
Pada tahap membuat program disini artinya akan dibuat program agar sistem dapat sesuai berjalan dengan yang diharapkan. Dalam membuat program akan menggunakan 2 bahasa pemrograman yaitu bahasa Python dan bahasa C. namun dalam membuat program untuk membangun perancangan sistem bukan berarti kedua bahasa pemrograman tersebut digabung menjadi satu dan digunakan melainkan kedua bahasa pemrograman tersebut dipisahkan lalu dikombinasikan lewat paket Python yang bernama Serial agar program yang dikendalikan oleh Python dapat saling berkomunikasi dengan program Arduino Uno yang digunakan untuk mengendalikan buzzer dan Motor Vibrator.
- e. Pengujian
Pada tahap pengujian disini artinya akan melakukan pengujian sistem setelah program sudah dibuat. Untuk berhasil atau tidaknya dalam pembangunan sistem akan dilihat pada tahap ini.

f. Pengembangan

Pada tahap pengembangan disini artinya akan melakukan pengembangan sistem jika ada setelah masalah telah dianalisa, telah mendesain sistem dan telah membuat program.

2.4 Algoritma Sistem

Algoritma sistem adalah langkah-langkah dari salah satu bagian untuk memecahkan masalah dalam membangun sebuah sistem yang akan dikembangkan kedalam sebuah program dengan tujuan mendapatkan hasil yang diinginkan [8]. Algoritma Haar Cascade untuk sistem peringatan keamanan mengemudi mobil digunakan agar dapat mendeteksi mata pengemudi mobil dalam keadaan mata terbuka atau mata tertutup. Berikut ini adalah 4 metode yang terdapat pada algoritma Haar Cascade [9].

- Haar Like Feature adalah metode untuk melakukan pendeteksian terhadap objek seperti fitur persegi panjang disebut fitur Haar.
- Integral Image adalah metode untuk melakukan pendeteksian perhitungan fitur dengan cepat melakukan perhitungan luas dari kiri atas sampai kanan bawah dalam pendeteksian objek.
- Adaboost adalah metode untuk melakukan pendeteksian fitur menjadi lebih kuat.
- Cascade Of Classifier adalah metode untuk melakukan pendeteksian yang mengkombinasikan semua metode untuk menentukan objek yang diteliti terdeteksi atau tidaknya objek.

2.5 Pengujian Haar Cascade Eye Detection Pada OpenCV

Didalam pengujian algoritma Haar Cascade untuk mendeteksi mata yang dilakukan tentunya memiliki proses untuk mengenali atau mengklasifikasi pengenalan mata adalah dengan menggunakan file template. file template atau berkas tambahan merupakan tahap awal bagian penting yang dilakukan untuk pendeteksian pada pengenalan mata yang dilakukan oleh program. Untuk melakukan pendeteksian mata Haar Cascade memiliki salah satu jenis dalam pendeteksian pengenalan objek yang sudah tersedia berupa File yang berformat XML untuk dapat melakukan pendeteksian mata [10].

```
6
7
8
9
10
11 # File Template atau berkas tambahan untuk mendeteksi mata
12 deteksi_mata = cv.CascadeClassifier("xml/eye_detection.xml")
13
14
15
16
17
18
```

Gambar 2. Potongan File Template XML Untuk Deteksi Mata

Gambar diatas adalah potongan dari program yang menunjukkan bagaimana cara penerapan File eye_detection.xml untuk deteksi mata di dalam sebuah program. Didalam File Template tersebut memiliki 24 tahapan (tahapan 1 sampai tahapan 24) untuk mendeteksi mata mulai dari kiri atas sampai kanan bawah. Jadi setiap citra yang akan diseleksi akan melewati masing-masing tahapan tersebut. Jika pendeteksian tersebut berhasil melewati keseluruhan tahapan, maka akan diasumsikan bahwa pendeteksian tersebut merupakan citra mata.

Berdasarkan template file untuk deteksi mata. Berikut ini adalah gambar dari beberapa potongan program yang menunjukkan isi File eye_detection.xml untuk deteksi mata di dalam sebuah program Python.

```

45 <opencv_storage>
46 <cascade_type_id="opencv-cascade-classifier"><stageType>BOOST</stageType>
47 <featureType>HAAR</featureType>
48 <height>20</height>
49 <width>20</width>
50 <stageParams>
51 <maxWeakCount>93</maxWeakCount></stageParams>
52 <featureParams>
53 <maxCatCount>0</maxCatCount></featureParams>
54 <stageNum>24</stageNum>
55 <stages>
56 <>
57 <maxWeakCount>6</maxWeakCount>
58 <stageThreshold>-1.4562760591506958e+00</stageThreshold>
59 <weakClassifiers>
60 <>
61 <internalNodes>
62 0 -1 0 1.2963959574699402e-01</internalNodes>
63 <leafValues>
64 -7.7304208278656006e-01 6.8350148200988770e-01</leafValues></_>
65 <>
66 <internalNodes>
67 0 -1 1 -4.6326808631420135e-02</internalNodes>
68 <leafValues>
69 5.7352751493453979e-01 -4.9097689986228943e-01</leafValues></_>
70 <>
71 <internalNodes>
72 0 -1 2 -1.6173090785741806e-02</internalNodes>
73 <leafValues>
74 6.0254341363906860e-01 -3.1610709428787231e-01</leafValues></_>
75 <>
76 <internalNodes>
77 0 -1 3 -4.5828841626644135e-02</internalNodes>
78 <leafValues>
79 6.4177548885345459e-01 -1.5545040369033813e-01</leafValues></_>
80 <>
81 <internalNodes>
82 0 -1 4 -5.3759619593620300e-02</internalNodes>
83 <leafValues>
84 5.4219317436218262e-01 -2.0480829477310181e-01</leafValues></_>
85 <>
86 <internalNodes>
87 0 -1 5 3.4171190112829208e-02</internalNodes>
88 <leafValues>
89 -2.3388190567493439e-01 4.8410901427268982e-01</leafValues></_></weakClassifiers></_>
90 <>
    
```

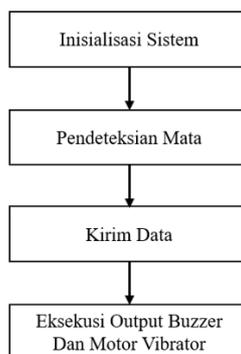
Gambar 3. Potongan Isi File Template XML Untuk Deteksi Mata

Pada bagian awal kode terdapat pendefinisian ukuran untuk height dan width yang berukuran 20 x 20 yang akan digunakan dalam mengklasifikasikan setiap citra yang ada. Hal ini menunjukkan bahwa setiap citra yang akan diklasifikasi, berapapun ukurannya, akan diubah terlebih dahulu kedalam ukuran 20 x 20. Misalnya, pada penelitian ini ketika program dijalankan ukuran jendela terdapat berukuran 480 x 640, maka ukuran jendela wilayah untuk pendeteksian akan dikonversi menjadi ukuran 20 x 20. Begitu juga sebaliknya, jika terdapat ukuran jendela yang lebih kecil dari 20 x 20 misalnya 5 x 5, ukuran jendela wilayah tersebut akan diubah ke dalam ukuran 20 x 20. Dengan melakukan pengkonversian ini, maka citra yang berukuran sekecil apapun dapat diklasifikasi oleh program tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tahapan Proses

Berikut merupakan gambar tahapan proses yang menunjukkan urutan cara kerja sistem :



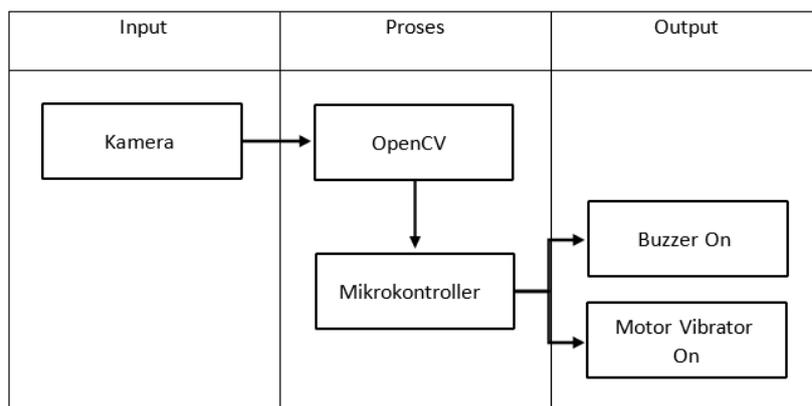
Gambar 4. Tahapan Sistem

Dibawah ini penjelasan tahapan proses diatas [11]:

- Tahap inisialisasi sistem merupakan tahap dimana merupakan tahap awal setiap kebutuhan sistem baik dari bentuk segi hardware (Perangkat Keras) maupun dari bentuk segi software (Perangkat Lunak) sudah siap sedia telah tersiapkan dan akan siap untuk dijalankan sehingga sistem pada saat itu sudah benar-benar dapat di eksekusi dengan baik.
- Pada tahap ini ketika sistem sudah dijalankan maka sistem langsung melakukan pendeteksian mata terbuka dan tertutup menggunakan algoritma Haar Cascade pada pengemudi mobil.
- Pada tahap kirim data merupakan tahap dimana terjadinya kombinasi program antara program Python dengan program Arduino melalui paket Serial Python. Untuk mengendalikan alat-alat elektronika, maka ketika sebelumnya sistem sudah melakukan pendeteksian mata dari program Python pada saat itu akan mengirimkan perintah ke program Arduino antara 1 dan 0 jika data yang di kirim adalah 1 maka Buzzer akan berbunyi dan Motor Vibrator akan bergetar dan sebaliknya jika data yang dikirim adalah 0 maka Buzzer tidak akan berbunyi dan Motor Vibrator tidak akan bergetar. Klasifikasi karakter. Setelah citra gambar sudah diambil maka dilakukannya tahap klasifikasi karakter menggunakan *tensorflow*, sehingga hasil yang didapatkan akan berupa teks / *string*.
- Pada tahap ini merupakan tahap dimana eksekusi Output Buzzer dan Motor Vibrator bekerja ketika program Arduino Uno mendapatkan data dari program Python yang saling berkomunikasi melalui paket Serial Python.

3.2 Blok Diagram

Berikut merupakan gambar blok diagram sistem dari input, proses dan output [12]:



Gambar 5. Blok Diagram

- Kamera
Kamera yang digunakan adalah Webcam yang berfungsi untuk mengambil citra gambar area mata.
- OpenCV
OpenCV digunakan untuk melakukan Computer Vision.
- Komputer
Komputer digunakan sebagai jembatan antara program Arduino dengan program Python.
- Mikrokontroler
Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler yang terdapat pada Arduino Uno berfungsi sebagai otak pengendali pada komponen alat-alat elektronika.
- Buzzer
Buzzer berfungsi sebagai alat untuk bunyi alarm.
- Motor Vibrator
Motor Vibrator berfungsi sebagai alat untuk melakukan getaran.

3.3 Rangkaian Keseluruhan Sistem

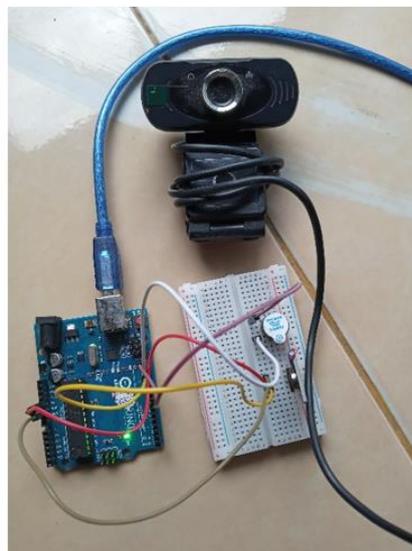
Berikut merupakan rangkaian keseluruhan dari sistem peringatan keamanan mengemudi mobil yang di desain menggunakan Software Sketchup.



Gambar 6. Rangkaian Keseluruahn Sistem

3.4 Rancangan Keseluruhan Sistem

Berikut ini merupakan rancangan keseluruhan sistem peringatan keamanan mengemudi mobil yang telah dibentuk dan berupa *prototype*.



Gambar 7 Rancangan Keseluruhan Sistem

3.5 Pengujian Sistem

Pendeteksian mata dalam penelitian ini merupakan salah satu bagian penting untuk masukan kepada sistem keluaran apakah mata pengemudi mobil terbuka atau tertutup selama lebih dari 1 detik yang nantinya akan secara otomatis memberikan *feedback* kepada pengemudi mobil bahwa sistem peringatan hidup atau menyala. Berikut tabel pengujian.

No	Kamera	Mata Tertutup	Mata Terbuka
1	Deteksi Mata	0	> 0
2	Deteksi Mata	0	> 0
3	Deteksi Mata	0	> 0
4	Deteksi Mata	0	> 0

Tabel 1. Pengujian Pendeteksian Mata

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian serta pengujian sistem yang telah dirancang maka disimpulkan bahwa algoritma Haar Cascade untuk deteksi mata terbuka dan tertutup berhasil dapat mendeteksi mata pada pengemudi mobil jika cahaya yang masuk pada mobil tidak terlalu gelap dan sistem peringatan keamanan mengemudi yang mengendalikan alat-alat elektronika juga 100% telah berhasil dirancang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ucapkan Terima Kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Saniman, S.T., M.Kom dan Bapak Khairi Ibutama, S.Kom., M.Kom sebagai dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan penelitian ini. Serta semua pihak – pihak terkait yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Anggraini, F. Martunus, I. M. Shofi, and L. K. Wardhani, "IMPLEMENTASI FACE RECOGNITION DENGAN OPENCV PADA 'SMART CCTV' UNTUK KEAMANAN BRANKAS BERBASIS IOT," *Jurnal Ilmiah FIFO*, vol. 13, no. 1, pp. 41–50, Dec. 2021, doi: 10.22441/FIFO.2021.V13I1.005.
- [2] "Badan Pusat Statistik." <https://www.bps.go.id/indicator/17/513/1/jumlah-kecelakaan-korban-mati-luka-berat-luka-ringan-dan-kerugian-materi.html>.
- [3] "Gunakan Convolutional Neural Networks, OpenCV, Tensorflow untuk Mendeteksi Rasa Kantuk | Menuju Ilmu Data." <https://towardsdatascience.com/drowsiness-detection-using-convolutional-neural-networks-face-recognition-and-tensorflow-56cdfc8315ad/> (accessed April. 13, 2021).
- [4] R. A. Putra and F. A. Hermawati, "SISTEM DETEKSI KELELAHAN PENGEMUDI BERDASARKAN PENGUKURAN KEDIPAN MATA," *KONVERGENSI*, vol. 13, no. 2, Sep. 2019, doi: 10.30996/KONV.V13I2.2755.
- [5] Y. Iman Taufik, Y. Zakaria, D. Ayu Setyowati, and R. Mersis Brilianto, "SISTEM PENDETEKSI KANTUK MENGGUNAKAN WEBCAM DAN RASPBERRY PI."
- [6] M. Fauzan Rabbani and D. Wahiddin, "Seminar Nasional Hasil Riset Prefix-RTR HAARCASCADE CLASSIFIER DAN EYE ASPECT RATIO UNTUK MENGIDENTIFIKASI MATA KANTUK PADA PENGEMUDI MOBIL," 2021.
- [7] A. Aditya Permana and R. Destriana, "PENGAMANAN TEKS MENGGUNAKAN METODE ALGORITMA RSA DENGAN VERIFIKASI REALTIME BIOMETRIK MENGGUNAKAN OPENCV," *Universitas Muhammadiyah Tangerang*, vol. 7, no. 2, 2018.
- [8] T. Kurniawan, "JURNAL DASAR PEMROGRAMAN: INPUT DAN OUTPUT DALAM PYTHON," *JURNAL DASAR PEMROGRAMAN: INPUT DAN OUTPUT DALAM PYTHON*, Jun. 2018, Accessed: Oct. 11, 2022. [Online]. Available: https://www.academia.edu/36762577/JURNAL_DASAR_PEMROGRAMAN_INPUT_DAN_OUTPUT_DALAM_PYTHON
- [9] H. al fatta, *Dasar Pemrograman C++ disertai dengan Pengenalan Pemrograman Berorientasi Objek*. 2006.

- [10] B. Eckel, "Thinking in C++: Introduction to Standard C++, Volume One (2nd Edition) (Vol 1)," vol. 1, p. 814, 2000, Accessed: Sep. 19, 2022. [Online]. Available: <http://www.amazon.com/Thinking-Introduction-Standard-Volume-Edition/dp/0139798099>
- [11] Bjarne. Stroustrup, "The C++ programming language," p. 1347.
- [12] S. Abidin *et al.*, "Deteksi Wajah Menggunakan Metode Haar Cascade Classifier Berbasis Webcam Pada Matlab," *Jurnal Teknologi Elekerika*, vol. 2, no. 1, pp. 21–27, May 2018, doi: 10.31963/ELEKTERIKA.V2I1.2102.