

DETEKSI MATA MENGANTUK PADA PENGEMUDI MOBIL MENGUNAKAN METODE VIOLA JONES

Imanuddin¹, Fachrid Alhadi², Raza Oktafian³, Ahmad Ihsan⁴

^{1,2,3,4}Teknik Informatika, Fakultas Teknik Universitas Samudra, Kota Langsa

¹Email : imannuddin2096@gmail.com, ²Email : fachridalhadi78@gmail.com,

³Email : razaoktafian@gmail.com, ⁴Email : ahmadihsan@gmail.com

ABSTRAK

Computer Vision adalah salah satu cabang dari Bidang Ilmu Pengolahan Citra (*Image Processing*) yang memungkinkan komputer dapat melihat seperti manusia, seperti mengenali suatu obyek mata dan mengambil suatu keputusan. Banyak dari beberapa sistem pendeteksian wajah menggunakan metode Viola Jones sebagai metode pendeteksi objek. Metode Viola Jones dikenal dengan memiliki kecepatan dan keakuratan yang tinggi karena berguna untuk menggabungkan beberapa konsep seperti (*Haar Features, Integral Image, AdaBoost, dan Cascade Classifier*) menjadi sebuah metode utama untuk mendeteksi objek. Bahasa pemrograman yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman matlab sehingga memudahkan dalam proses pembuatan sistem. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan Viola Jones ke dalam sistem deteksi mata kantuk sederhana dengan memanfaatkan library yang ada pada bahasa pemrograman matlab. Setelah sistem selesai dibuat, dilakukan pengujian sistem terhadap karakteristik deteksi mata kantuk yang dapat dideteksi. Sistem deteksi mata kantuk ini bertujuan untuk menentukan apakah pengendara kendaraan mobil tersebut mengantuk atau tidak pada saat berkendara dengan input berupa deteksi mata yang diambil menggunakan kamera digital kemudian di masukkan ke dalam sebuah bahasa pemrograman GUI Matlab dimana diambil nilai mata biner, mata mengantuk dan tidak mengantuk yang akan menjadi referensi yang nanti akan diolah sehingga dapat menghasilkan output berupa suara peringatan bagi pengendara kendaraan mobil yang mengantuk atau tidak mengantuk secara otomatis. Pada pengujian program ini didapatkan jumlah yang terdeteksi 7 mata dari 10 mata dengan memakai level BW 0.255 yang berguna untuk mempercepat suatu program untuk mendeteksi mata yang mengantuk.

Kata Kunci : *Komputer Vision, Mata Mengantuk, Viola Jones*

ABSTRACT

Computer Vision is one of the branches of Image processing science that allows a combination of human beings, such as identifying an object like an eye and taking a decision. Many of the face detection systems use the Viola Jones method as an object detection method. The method of Viola Jones is known by having high speed and accuracy because it is useful to combine several concepts such as (*Haar Features, Integral Image, AdaBoost, and Cascade Classifier*) into a major method for detecting objects. The programming language used in this study uses the MATLAB programming language to facilitate the process of creating the system. The research aims to implement Viola Jones into a simple eye-sensing drowsiness system by utilizing the existing libraries in the MATLAB programming language. Once the system is completed, a system test is performed against the detected drowsiness detection characteristics. This eye drowsiness detection system aims to determine if the car rider is sleepy or not when driving with an input in the form of eye detection taken using a digital camera and then inserted into a language Programming GUI Matlab where the value is taken binary eyes, sleepy eyes and not sleepy that will be a reference that will be processed later so that it can produce the output of a warning sound to the rider of the sleepy car vehicle or not The sleepy automatically. The testing of the program gained an amount detected 7 eyes of 10 eyes by using BW 0255 level which is useful to accelerate a program to detect sleepy eyes.

Keywords: *Computer Vision, Sleepy Eyes, Viola Jones*

1. PENDAHULUAN

Kecelakaan lalu lintas merupakan salah satu masalah kesehatan yang tergolong dalam penyakit tidak menular. Dampak negatif dari kecelakaan lalu lintas seperti kerugian materi, kesakitan, dan kematian dapat mempengaruhi derajat kesehatan masyarakat [1]. Faktor kendaraan, dan faktor lingkungan. Dari beberapa

faktor penyebab kecelakaan di atas, faktor kecelakaan yang disebabkan oleh manusia, Rasa kantuk saat berkendara adalah salah satu kondisi yang sering diabaikan oleh para pengendara bermobil dan merupakan salah satu penyebab sering terjadinya kecelakaan, terutama pada saat berkendara pada jarak yang cukup jauh. Berdasarkan faktor di atas, maka kecelakaan kendaraan mobil dapat diminimalisir dengan adanya aplikasi deteksi mata mengantuk yang dipasang pada mobil.

Pada mulanya mobil akan dipasangkan sebuah kamera berfungsi untuk mendeteksi mata. Kemudian kamera tersebut dihubungkan dengan laptop. Pada saat program dijalankan, maka pada saat pengendara mengalami kegantukan (mata mulai tertutup) maka alarm dari program deteksi mata akan berbunyi sehingga dengan frekuensi yang tinggi sehingga pengendara tersadarkan kembali.

Dengan adanya deteksi mata kantuk maka diharapkan akan mampu mengurangi tingkat kecelakaan yang sering terjadi akibat dari faktor kelalaian manusia dan dapat membantu mengawasi para pengendara kendaraan agar lebih waspada dengan kondisi yang ada. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penulis membuat suatu system "Deteksi Mata Mengantuk pada Pengendara Mobil Menggunakan Metode Viola Jones".

Didalam jurnal ini menjelaskan tentang bagaimana cara kerja metode Viola Jones. Metode Viola-Jones merupakan metode pendeteksian obyek yang memiliki tingkat keakuratan yang cukup tinggi yaitu sekitar 93,7 % dengan kecepatan 15 kali lebih cepat daripada detektor Rowley Baluja-Kanade dan kurang lebih 600 kali lebih cepat daripada detektor Schneiderman-Kanade. Metode ini, diusulkan oleh Paul Viola dan Michael Jones pada tahun 2001. Metode Viola-Jones menggabungkan

empat kunci utama yaitu Haar Like Feature, Integral Image, Adaboost learning dan Cascade classifier[2].

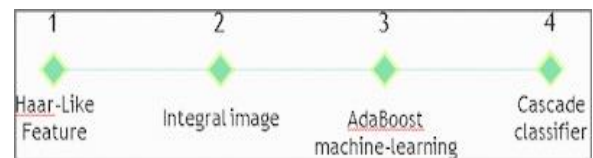
1.1 Viola Jones

Metode Viola-Jones merupakan metode pendeteksian obyek yang memiliki tingkat keakuratan yang cukup tinggi yaitu sekitar 93,7 % dengan kecepatan 15 kali lebih cepat daripada detektor Rowley Baluja-Kanade dan kurang lebih 600 kali lebih cepat dari pada detektor Schneiderman-Kanade[3].

Algoritma Viola-Jones merupakan algoritma yang paling banyak digunakan untuk mendeteksi wajah. Viola-Jones telah memperkenalkan sebuah framework deteksi wajah yang mampu memproses gambar dengan sangat cepat dengan tingkat deteksi yang tinggi. Viola-Jones menerapkan algoritma Adaboost (adaptive boosting) algoritma yang dapat meningkatkan kinerja pendeteksian. Dalam prosesnya algoritma Adaboost memainkan peran dalam memilih fitur yang cocok untuk mendeteksi objek yang menarik[4].

Dalam framework Viola-Jones disediakan banyak library untuk melakukan proses seleksi fitur, fitur yang merupakan fungsi dasar untuk meningkatkan proses seleksi dikenal sebagai HaarLike feature. Didorong oleh hasil karya Tieu dan Viola, Viola-Jones terhambat oleh seleksi fitur yang harus berdasarkan pada setiap classifier yang lemah sehingga tergantung pada satu fitur tunggal. Viola-Jones memperkenalkan sebuah representasi image baru yang dikenal sebagai Integral Image yang tidak terpisahkan. Dengan metode ini Haar-Like features dapat dihitung pada setiap skala atau lokasi dalam waktu yang konstan.

a. Cara Kerja Viola Jones



b. Haar –Like Feature

Haar-like feature merupakan metode feature extraction dan classification yang diperkenalkan pertama kali oleh Paul Viola dan Michael Jones. Haar-like feature ialah rectangular feature, yang dapat memberikan indikasi secara spesifik pada sebuah citra atau image. Haar-Like Feature

digunakan dalam mendeteksi objek pada image digital[5]. Istilah Haar menunjukkan suatu fungsi matematika (Hhaar Wavelet) yang berbentuk kotak, prinsipnya sama seperti pada fungsi Fourier[6]. Contoh Haar-Like Feature disajikan dalam gambar :



c. Integral Image

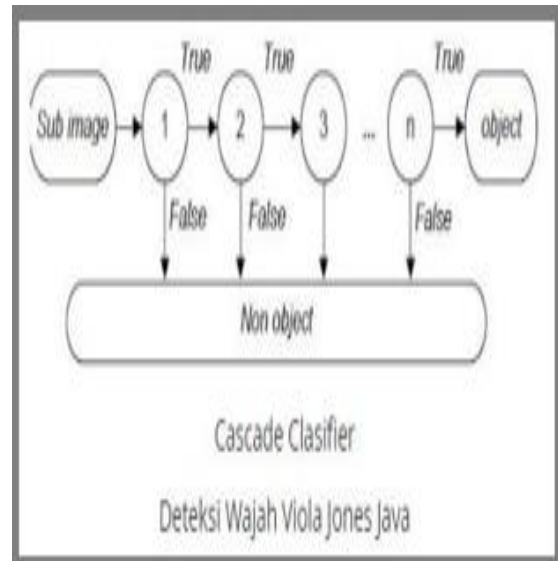
Integral Image berfungsi untuk menentukan ada atau tidaknya dari ratusan fitur Haar pada sebuah gambar dan pada skala yang berbeda secara efisien digunakan. Untuk menentukan ada atau tidaknya ratusan fitur Haar pada suatu citra secara efektif, metode Viola-Jones menggunakan teknik yang disebut Integral image[4].

Contoh Integral Image :



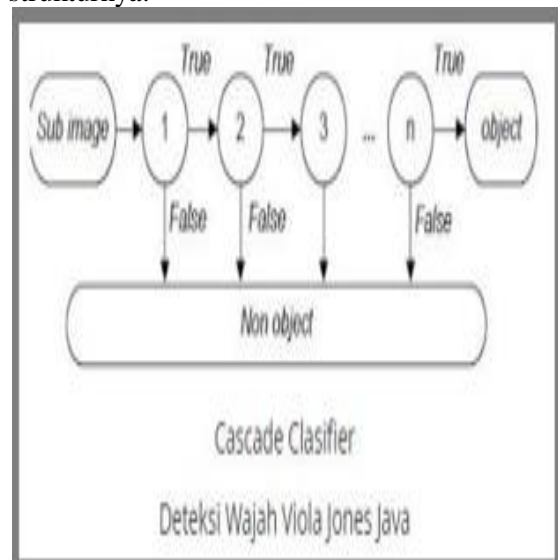
d. AdaBoost Machine Learning

AdaBoost merupakan suatu algoritme machine learning yang bertujuan untuk melakukan seleksi secara spesifik terhadap fitur yang dianggap penting dan melakukan training pada beberapa classifier yang telah dibentuk. AdaBoost Learning juga dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja klasifikasi dengan pembelajaran sederhana untuk menggabungkan banyak classifier lemah menjadi satu classifier kuat. Classifier lemah adalah suatu jawaban benar dengan tingkat kebenaran yang kurang akurat[7].



e. Cascade Classifier

Cascade classifier menggunakan sebuah metode yang dipublikasikan oleh Paul Viola dan Michael Jones tahun 2001 Umumnya disebut metode Haar Classifier, metode ini merupakan metode yang menggunakan statistical model (classifier)[8]. Cascade Classifier merupakan sebuah classifier (penggolong) yang digunakan untuk mendeteksi objek yang telah dilatih sebelumnya[9]. Berikut strukturnya.



2.3 Deteksi kelelahan Mata

Kelelahan mata adalah ketegangan pada mata yang disebabkan oleh penggunaan indera penglihatan dalam bekerja yang memerlukan kemampuan untuk melihat dalam jangka waktu

yang lama dan biasanya disertai dengan kondisi pandangan yang tidak nyaman[10].

Menemukan posisi mata adalah tugas yang sulit karena banyak orang faktor-faktor seperti kondisi pencahayaan, ekspresi, wajah membayangi, dll. Dengan menggunakan fitur mata, tindakan yang berbeda dapat dilakukan dihitung dengan persentase penutupan kelopak mata, maksimum durasi penutupan, frekuensi kedipan, tingkat pembukaan rata-rata mata, membuka kecepatan mata, dan kecepatan penutupan mata dan pendeteksi kantuk pengemudi yang efektif model dapat dibuat yang dapat bekerja di bawah bervariasi kondisi unconstrained dan luminance[11].

Setelah posisi wajah telah diperoleh, cari Mata bisa dilakukan dengan akurasi yang lebih baik. Kami akan menyajikan metode untuk mendeteksi mata menggunakan ruang warna yang dapat dengan mudah membedakan area wajah dan non-wajah. Sebagai apa yang dikatakan sebelum metode ini tidak kuat untuk berpose variasi. Namun kami menggunakan kecacatan ini sebagai keuntungan dalam sistem deteksi gangguan. Jika mata tidak terdeteksi kita dapat berasumsi bahwa pengemudi tidak melihat ke depan. Jadi ini situasi dapat dikategorikan dalam keadaan gangguan dan harus alarm driver.

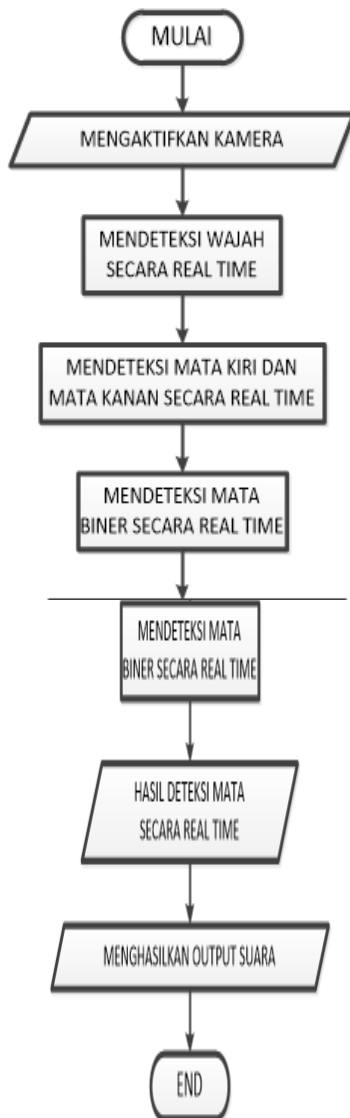
2.4 Survei Literatur

Pada tahun 2008, Hong Su et. Al. menggambarkan 'A Partial Least Squares Regression-Based Fusion Model untuk Memprediksi Tren Kantuk'. Mereka mengusulkan yang baru teknik pemodelan driver kantuk dengan multiple fitur gerakan kelopak mata berdasarkan pada perpaduan informasi teknik-sebagian regresi kuadrat terkecil (PLSR), yang untuk mengatasi masalah hubungan collinear kuat antara fitur-fitur gerakan kelopak mata dan, dengan demikian, memprediksi kecenderungan kantuk. Presisi prediktif dan kekokohan dari model yang ditetapkan divalidasi, yang menunjukkan bahwa ia menyediakan cara baru menggabungkan multi-fitur bersama untuk meningkatkan kemampuan kita mendeteksi dan memprediksi keadaan mengantuk. Pada Juni 2010, Bin Yang et. Al.

mendeskripsikan 'Rujukan Mengantuk Berbasis-Kamera untuk Klasifikasi Negara Driver dalam Kondisi Mengemudi Nyata'. Mereka mengusulkan bahwa ukuran mata pengemudi prediksi kelelahan kendaraan dievaluasi. Langkah-langkah ini dinilai secara statistik dan dengan metode klasifikasi berdasarkan dataset besar 90 jam drive jalan nyata. Hasilnya menunjukkan bahwa deteksi kelambatan pelacakan mata berfungsi dengan baik untuk beberapa driver selama deteksi kedipan berfungsi dengan baik. Bahkan dengan beberapa perbaikan yang diusulkan, bagaimanapun masih ada masalah dengan kondisi cahaya yang buruk dan untuk orang yang memakai kacamata. Sebagai ringkasan, langkah-langkah kantuk berbasis kamera memberikan kontribusi yang berharga untuk referensi ngantuk, tetapi tidak cukup andal untuk menjadi satu-satunya referensi.

II. METODOLOGI

Metodologi penelitian merupakan cara yang digunakan untuk melakukan pengamatan dengan pemikiran yang tepat secara terpadu melalui tahapan-tahapan yang disusun secara ilmiah untuk mencari, menyusun serta menganalisis dan menyimpulkan data yang digunakan, sehingga dapat untuk menemukan, mengembangkan dan menguji kebenaran sesuai ilmu pengetahuan.



Gambar 3.1 Flowchart program mata kantuk

a. Menampilkan Gambar

Proses pertama yaitu menangkap gambar secara realtime. Pada proses ini program akan terlebih dahulu mengatur resolusi agar gambar yang didapat berkualitas bagus jadi disarankan untuk menggunakan kamera Webcam atau kamera Output.

b. Proses Mendeteksi Mata Biner

Proses ini berfungsi untuk mendeteksi mata biner, mata biner ini yang nantinya digunakan untuk perhitungan apakah mata mengantuk atau tidak. jadi Mta Biner tersebut adalah suatu proses warna yang seperti hitam putih dan akan

lebih cepat mendapatkan suatu nilai agar bisa mendeteksi bola mata kita dengan benar.

c. Mendeteksi Mata tidak Mengantuk

Proses ini berfungsi untuk mendeteksi mata biner, mata biner ini yang nantinya digunakan untuk perhitungan apakah mata mengantuk atau tidak. kalau program ini mendeteksi mata tidak mengantuk maka tidak akan mengeluarkan suara apapun dari program ini.

d. Hasil deteksi mata yang mengantuk

Pada proses ini aplikasi telah mendeteksi matayang mengantuk yang ditandai dengan pemberitahuan pada menu bar yang berwarna merah dan pada proses ini alarm telah berbunyi sebagai peringatan bahwa mata telah mengantuk,yang mana suara alarm pemberitahuan tersebut dihasilkan dari suara music yang bisa kita ganti-ganti suaranya supaya menjadi unik dan lebih mudah mendengar suara alarm dari aplikasi mata mengantuk ini.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Implementasi Sistem

Implementasi sistem Bertujuan untuk menjelaskan Tahapan - tahapan implementasi tersebut berupa implementasi perangkat lunak, implementasi perangkat keras dan hasil dari program aplikasi ini.

b. Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi Perangkat Lunak merupakan Proses Instalasi perangkat Lunak, sehingga aplikasi bisa berjalan dengan Benar. Proses Instalasi Perangkat Lunak meliputi :

Tabel 3.1 Implementasi Perangkat Lunak

Perangkat Lunak	Keterangan
Microsoft Windows 7 Ultimate	Sistem Operasi
Matlab R2015b	Aplikasi Pembangun System

c. Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras merupakan realisasi dari analisis dan perancangan kebutuhan perangkat keras. Implementasi perangkat keras yang dilakukan meliputi perangkat keras yang digunakan dalam pembangunan sistem dan perangkat keras yang diperuntukan bagi komputer yang akan menggunakan aplikasi ini. Berikut ini merupakan spesifikasi perangkat keras untuk komputer dan juga webcam yang digunakan dalam pembangunan sistem :

Tabel 3.2 Implementasi Perangkat Keras

Perangkat Keras	Keterangan
Komputer	<ul style="list-style-type: none"> Sistem Operasi Windows 7 Ultimate 64 bit Processor Intel (R) Core (TM) i5 CPU M450 @ 2.40GHz 2.40 GHz Ram 4 GB
Webcam	<ul style="list-style-type: none"> A4TECH 1080p

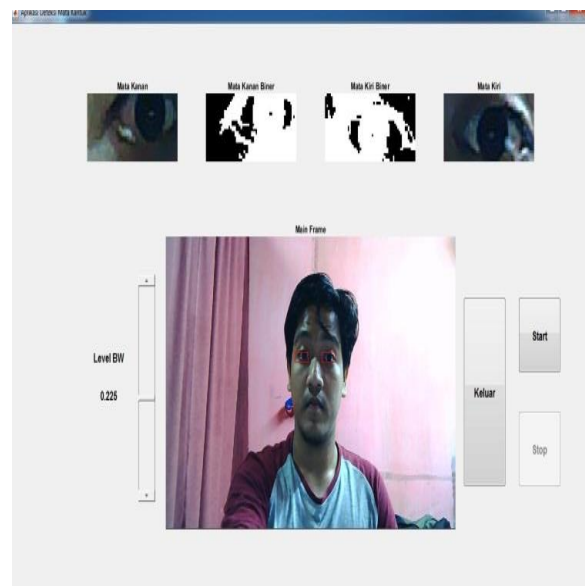
d. Hasil Program

Metode Viola Jones merupakan sebuah metode yang paling banyak digunakan karena memiliki tingkat keakurasian paling tinggi diantara metode lainnya. Hasil daripada aplikasi ini berupa peringatan yang berupa suara akan berbunyi apabila mata pengendara mobil sudah mengantuk. Program deteksi mata mengantuk ini berbasis GUI, terdapat beberapa tombol button yang digunakan untuk mengoperasikan aplikasi ini. Pada aplikasi ini terdapat tombol scroll yang berfungsi untuk mengatur tingkatan mata biner. Setelah mengatur mata biner maka tekan tombol start untuk memulai program. Dan terdapat juga tombol keluar yang berfungsi untuk keluar dari aplikasi.



Gambar 3.1 Mendeteksi Mata

Pada gambar 3.1 merupakan tampilan awal ketika program mendeteksi mata kiri dan mata kanan.



Gambar 3.2 Mendeteksi Mata Biner

Pada gambar 3.2 merupakan tampilan ketika berhasil mendeteksi mata biner yang mana bisa kita lihat mata biner yang berguna untuk melihat dengan jelas bola mata sebelah kiri dan sebelah kanan dengan menggunakan level BW 0.225 yang berguna untuk mendeteksi mata yang mengantuk dengan cepat.



Gambar 3.3 Mendeteksi Mata tidak Mengantuk

Pada gambar 3.3 merupakan tampilan ketika mata tertutup maka program tidak akan bisa terbaca dan tidak akan bisa membunyika suara, karena program ini hanya mendeteksi mata yang mengantuk dari gambar bola mata sebelah kanan dan mata sebelah kiri.



Gambar 3.4 Mata kantung terdeteksi dan alarm berbunyi.

Pada gambar 3.4 merupakan tampilan ketika mata dalam keadaan terbuka dan mendeteksi bola mata yang mengantuk menggunakan gambar biner. selanjutnya ketika mata berhasil terdeteksi dengan keadaan mengantuk maka deprogram akan mendandakan ada warna hijau dan mengeluarkan suara bahwa mata anda sedang mengantuk.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Program

No.	Nama	Jarak	Level Biner	Hasil Penelitian
1	Kelvin Frasetia	20cm	0.345	Berhasil Mendeteksi
2	Rahmat Maulana	10cm	0.235	Berhasil Mendeteksi
3	Dwiki Aditya Utama	5cm	0.13	Tidak berhasil
4	Fachrid Alhadi	55 cm	0.34	Tidak berhasil
5	Lukas Raesmana PA	20cm	0.34	Berhasil Mendeteksi
6	Zulfa Fauzal	10cm	0.13	Berhasil Mendeteksi
7	Haviz Fazlullah	60 cm	0.39	Tidak berhasil
8	Riki Altamba	25cm	0.39	Berhasil Mendeteksi
9	Raza Oktavian	25cm	0.13	Berhasil Mendeteksi
10	Feri Fadli Aiyub	40cm	0.275	Berhasil Mendeteksi

Keterangan pada tabel 4.1 merupakan program mata kantung ini tidak berjalan 100% disebabkan juga mungkin dengan jarak yang membuat program tidak berjalan 100%, jadi kalau jarak mata dengan webcam semakin jauh maka hasil yang dicapai bukan tidak berhasil tetapi hasilnya tidak akurat mendeteksi mata yang mengantuk tersebut dan pada tabel tersebut hanya terdeteksi 7 mata dari 10 mata.

Implementasi dari pada aplikasi ini dipakai untuk pengemudi mobil dan bisa juga dipakai pada saat proses belajar mengajar. pada umumnya program ini sangat berguna untuk menghindari kecelakaan mobil yang disebabkan oleh pengemudi yang terlalu letih hingga jadi mengantuk. Jadi aplikasi ini akan berguna bila dipasangkan pada mobil, apalagi digunakan

pada kendaraan mobil yang sedang melakukan perjalanan yang jauh apalagi disaat bulan ramadhan pasti banyak sekali pengemudi yang pulang kampung dengan jarak yang cukup jauh yang bisa membuat pengemudi itu letih hingga mengantuk, Jadi apabila aplikasi telah dipasang, dan pada saat pengemudi terasa mengantuk maka suara peringatan dari program sistem tersebut yang menyatakan mata anda mengantuk dengan keras sehingga ketika pengemudi mendengar suara tersebut maka pengemudi bisa mencari tempat untuk beristirahat sejenak sampai pengemudi tersebut tidak mengantuk lagi.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Aplikasi mata mengantuk sangat terpengaruh oleh beberapa faktor seperti kamera, semakin bagus kamera yang digunakan maka resolusi gambar yang didapat akan semakin bagus dan kecepatan dalam mendeksi sebuah wajah maupun mata akan lebih cepat apabila menggunakan kamera yang bagus. Hasil yang dicoba pada program ini mata yang terdeteksi hanya 7 mata dari 10 mata yang digunakan jadi untuk supaya hasil gambar menjadi bagus gunakan kamera Output atau Webcam.pada program ini level Bw yang dipakai yaitu 0.225, agar dapat mendeteksi mata dengan cepat, dan level BW ini bisa berubah-berubah tergantung tempat cahaya yang ada ketika menggunakan program ini dan pada program ini masih diuji pada suatu ruangan yang mendapatkan hasil yang tidak lumayan buruk.

4.2 Saran

Aplikasi ini sangat rentang akan cahaya yang masuk, dan pada aplikasi ini akan mengalami kendali seperti apabila mendeteksi pengemudi yang menggunakan kacamata atau sejenis lainnya yang menutupi area bola mata akan sangat sulit untuk terdeteksi pada program ini, sehingga kalau tidak ada yang menutupi bola mata maka akan lebih cepat mendapatkan hasil . diharapkan pada program ini untuk menambahkan metode agar program ini lebih cepat dan tepat lagi untuk mendeteksi mata yang mengantuk baik menggunakan pelindung mata atau tidak menggunakan pelindung mata.

REFERENSI

- [1] P. Jalur, D. A. N. Kecepatan, R. Analysis, F. K. M. Ua, D. Epidemiologi, dan F. K. M. Ua, “Analisis risiko kecelakaan lalu lintas berdasar pengetahuan, penggunaan jalur, dan kecepatan berkendara,” no. October 2016, hal. 275–287, 2015.
- [2] Prasetya dkk, “Deteksi wajah metode viola jones pada opencv menggunakan pemrograman python,” *Simp. Nas. RAPI XI FT UMS*, hal. 18–23, 2012.
- [3] A. Hendrotriatmoko, S. Hadi, dan H. S. Dachlan, “Penggunaan Metode Viola-Jones dan Algoritma Eigen Eyes dalam Sistem Kehadiran Pegawai,” vol. 8, no. 1, hal. 41–46, 2014.
- [4] Y. Indrianingsih, P. Studi, T. Informatika, S. Tinggi, dan T. Adisutjipto, “Deteksi jerawat pada wajah menggunakan metode viola jones,” *Compiler*, vol. 5, no. 1, 2016.
- [5] A. Pendeteksian, P. Wajah, M. Metode, H. Feature, dan F. Method, “(Journal of Informatics and Telecommunication Engineering),” vol. 2, no. 2, hal. 69–76, 2019.
- [6] S. Al-aidid dan D. S. Pamungkas, “Jurnal Rekayasa Elektrika Cascade dan Local Binary Pattern Histogram,” vol. 14, no. 36, 2018.
- [7] A. R. Syafira dan P. Viola, “Sistem Deteksi Wajah Dengan Modifikasi Metode Viola Jones,” vol. 17, no. 01.
- [8] R. D. Kusumanto, W. S. Pambudi, A. N. Tompunu, dan B. Maria, “RANCANG BANGUN CAMERA FACE TRACKER DENGAN MENGGUNAKAN METODE HAAR-LIKE FEATURE DAN PID,” vol. 5, no. 1, hal. 44–52, 2013.
- [9] R. A. Firmansyah dan E. Alfianto, “Pembuatan Haar-Cascade Dan Local Binary Pattern Sebagai Sistem Pendeteksi Halangan Pada Automatic

Guided Vehicle,” *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 2, hal. 1073–1082, 2018.

- [10] S. Naqiyah, K. Adi, E. Widodo, D. Fisika, F. Sains, dan U. Diponegoro, “Pendeteksi kelelahan mata pengemudi kendaraan menggunakan metode segmentasi warna dalam ruang warna YCBCR,” vol. 6, no. 3, hal. 263–271, 2017.
- [11] H. Singh, J. S. Bhatia, dan J. Kaur, “Eye tracking based driver fatigue monitoring and warning system,” *India Int. Conf. Power Electron. IICPE 2010*, vol. 3, no. 3, hal. 190–194, 2011.