

Deteksi Rasa Kantuk pada Pengendara Kendaraan Bermotor Berbasis Pengolahan Citra Digital

Ekawati Pratiwi Poli, Arie S. M. Lumenta, Brave A. Sugiarto, Janny O. Wuwung
Jurusan Teknik Elektro-FT, UNSRAT, Manado-95115, Email: ekawati050213049@gmail.com

Abstract - Traffic accident rate in Indonesia is increasing. One of the main causes of the condition are sleepy motorists. Things like this need to be taken to ensure that the number of accidents due to these factors can be avoided. Thus conducted a study using digital image processing system for drowsiness detection motorists.

Digital image processing is intended to determine whether the motorist was not sleepy or when driving with the input in the form of eye images taken using a digital camera then put in a Matlab GUI programming language in which the image is taken the value bwarea sleepy eyes and not a reference image which will be processed by image processing such as cropping, grayscale, iris extraction, thresholding, and analyzed by the method bwarea than it was with the images to be identified. The output of information motorists sleepy or not.

Keywords: Bwarea, Iris Eyes, Digital Image Processing, Thresholding

Abstrak - Angka kecelakaan lalu-lintas di Indonesia semakin meningkat. Salah satu faktor penyebab utamanya yaitu kondisi pengendara kendaraan bermotor yang mengantuk. Keadaan seperti ini perlu lebih diperhatikan agar angka kecelakaan karena faktor tersebut dapat dihindari. Dengan demikian dilakukan suatu penelitian menggunakan pengolahan citra digital untuk sistem deteksi rasa kantuk pada pengendara kendaraan bermotor.

Pengolahan citra digital ini bertujuan untuk menentukan apakah pengendara kendaraan bermotor mengantuk atau tidak pada saat berkendara dengan *input* berupa citra mata yang diambil menggunakan kamera digital kemudian di masukkan ke dalam sebuah bahasa pemrograman GUI Matlab dimana diambil nilai *bwarea* citra mata mengantuk dan tidak mengantuk menjadi citra referensi yang nanti akan diolah dengan pengolahan citra seperti *cropping*, *grayscale*, ekstraksi iris, *thresholding*, dan dianalisa dengan metode *bwarea* dibandingkan nilainya dengan citra-citra yang akan diidentifikasi. *Outputnya* berupa informasi pengendara kendaraan bermotor mengantuk atau tidak.

Kata kunci : Bwarea, Iris Mata, Pengolahan citra digital, Thresholding

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Di Indonesia, angka kecelakaan lalu lintas tiap tahun meningkat. Manado sebagai salah satu kota di Indonesia juga menunjukkan kecenderungan yang sama. Banyaknya kecelakaan disebabkan oleh berbagai faktor diantaranya faktor manusia, faktor kendaraan, dan faktor lingkungan.

Dari beberapa faktor penyebab kecelakaan di atas, faktor kecelakaan yang disebabkan oleh manusia atau dalam hal ini pengendara kendaraan bermotor menjadi perhatian penulis dalam menyusun tugas akhir ini. Rasa kantuk saat berkendara adalah salah satu kondisi yang sering diabaikan oleh para pengendara kendaraan bermotor dan merupakan salah satu penyebab sering terjadinya kecelakaan, terutama pada saat berkendara pada jarak yang cukup jauh. Penulis melihat berdasarkan faktor di atas, maka kecelakaan kendaraan bermotor dapat diminimalisir dengan mendeteksi penyebab kecelakaan yaitu dari rasa kantuknya.

Dengan adanya deteksi rasa kantuk maka diharapkan akan mampu mengurangi tingkat kecelakaan yang sering terjadi akibat dari faktor kelalaian manusia dan dapat membantu dan mengawasi para pengendara kendaraan bermotor agar lebih waspada dengan kondisi yang ada. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penulis membuat suatu sistem "Deteksi Rasa Kantuk Pada Pengendara Kendaraan Bermotor Berbasis Pengolahan Citra Digital".

B. Identifikasi Masalah

- Pengendara kendaraan yang sering memaksakan kondisi tubuh dalam berkendara.
- Kurangnya kesadaran dari para pengendara.
- Banyaknya jumlah kecelakaan lalu-lintas saat berkendara untuk jarak yang cukup jauh karena pengendara yang mengantuk.

C. Pembatasan Masalah

Hal-hal yang akan dilakukan dalam tugas akhir ini dibatasi pada masalah yang akan dibahas yaitu :

1. Merupakan suatu rancang bangun sistem deteksi rasa kantuk pada pengendara kendaraan bermotor dilihat dari kondisi mata.
2. Sistem dalam mode *offline*.
3. Menggunakan program Matlab.
4. Citra yang diolah adalah pada bagian mata yaitu pupil mata.
5. Pada pengolahan citra menggunakan metode *bwarea*.
6. Hasil pengolahan citra yaitu mengantuk atau tidak.

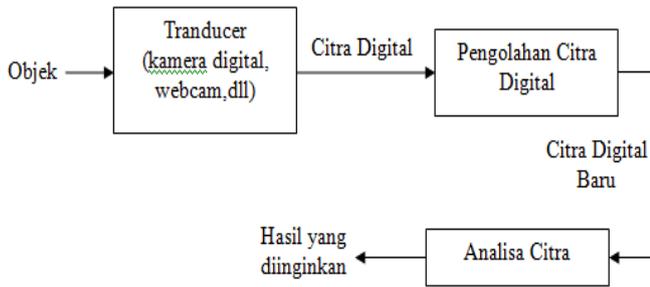
D. Tujuan Penulisan

Tujuan yang ingin dicapai penulis dalam penyusunan tugas akhir ini ialah merancang suatu sistem deteksi rasa kantuk pada pengendara kendaraan bermotor dengan memanfaatkan teknologi pengolahan citra.

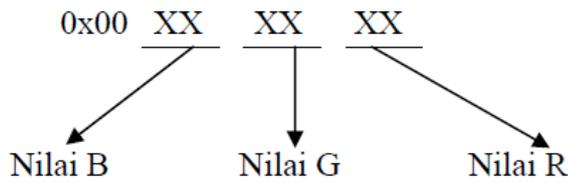
II. LANDASAN TEORI

A. Sistem Pengolahan Citra

Pada dasarnya sistem pengolahan citra terdiri dari objek yang akan diolah, *transducer* yang digunakan untuk merepresentasikan objek dalam bentuk citra digital, pengolahan citra digital untuk menghasilkan suatu citra digital baru untuk dianalisa, serta proses analisa citra untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Secara garis besar sistem di atas dapat digambarkan dalam diagram pada gambar 1.



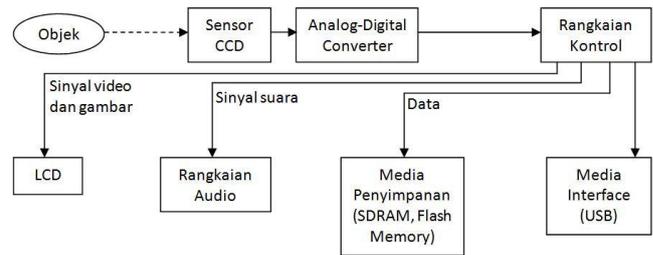
Gambar 1. Sistem Pengolahan Citra



Gambar 2. Nilai warna RGB dalam heksadesimal

TABEL I. CONTOH-CONTOH WARNA DALAM HEKSADESIMAL

No	Nilai	Warna	No	Nilai	Warna
1	0x00000000	Hitam	9	0x0000AAFF	Orange
2	0x000000FF	Merah	10	0x00888888	Abu-abu
3	0x0000FF00	Hijau	11	0x00FF00AA	Ungu
4	0x00FF0000	Biru	12	0x00AAFF00	Hijau Muda
5	0x0000FFFF	Kuning	13	0x00AA00FF	Merah Muda
6	0x00FF00FF	Magenta	14	0x00AAFFFF	Kuning Muda
7	0x00FFFF00	Cyan	15	0x000088AA	Coklat
8	0x00FFFFFF	Putih	16	0x00AA0088	Ungu



Gambar 3. Gambaran sistem kamera digital

1. Citra Warna

Citra warna atau lebih sering dikenal citra RGB (*red, green, blue*). Citra RGB adalah citra yang warna dasar penyusunnya adalah warna merah, hijau, dan biru. Warna selain itu adalah warna hasil perpaduan dari ketiga warna tersebut.

Dasar dari pengolahan citra adalah pengolahan warna RGB pada posisi tertentu. Dalam pengolahan citra warna dipresentasikan dengan nilai heksadesimal dari 0x00000000 sampai 0x00ffffff. Warna hitam adalah 0x00000000 dan warna putih adalah 0x00ffffff. Definisi nilai warna di atas seperti gambar 2, variabel 0x00 menyatakan angka dibelakangnya adalah heksadesimal.

Dari definisi gambar 2, untuk menyajikan warna tertentu dapat dengan mudah dilakukan, yaitu dengan mencampurkan ketiga warna dasar RGB. Tabel I menunjukkan contoh pencampuran warna RGB.

2. Citra Grayscale

Citra *grayscale* atau citra skala keabuan mempunyai kemungkinan warna antara hitam (minimal) dan putih (maksimal). Jumlah maksimum warna sesuai dengan bit penyimpanan yang digunakan. Jika pada skala keabuan 4 bit, maka jumlah kemungkinan adalah $2^4 = 16$ warna, dengan kemungkinan warna 0 (minimal) sampai 15 (maksimal).

3. Citra Ekstraksi Iris Mata

Beberapa proses yang dilakukan dalam fungsi pengekstrakan iris ini adalah sebagai berikut:

1. Citra *grayscale* mata dilakukan binerisasi, untuk *grayscale* 0 – 40 dan 115 – 255 diubah nilai intensitasnya menjadi 0 (*background*). Sedangkan 41 – 114 menjadi 1 (*foreground*). *Threshold* ini diambil dari beberapa sampel data dan disimpulkan bahwa nilai *grayscale* iris rata-rata adalah 41 – 114.
2. Melakukan penyambungan piksel yang terputus.

3. Kemudian daerah kosong (hitam) pada bagian iris yang ikut terbawa menjadi *background* diisi dengan nilai 1 agar menjadi *foreground* (bagian iris).

4. Membuang daerah citra biner yang jumlah pikselnya < jumlah piksel iris. Hal ini untuk menghilangkan detail-detail kecil yang mempunyai kemiripan nilai intensitas dengan iris.
5. Untuk menutup bagian iris yang masih berlubang di bagian luar dan dalam (samping pupil) maka dilakukan dilasi dengan *strel* yang cukup untuk menyambungkannya.
6. Daerah yang masih berlubang diisi kembali, kemudian dilakukan erosi dengan *strel* yang sama pada langkah 5.
7. Citra biner siap untuk dilakukan ekstraksi bagian citra iris mata.

4. Citra Biner

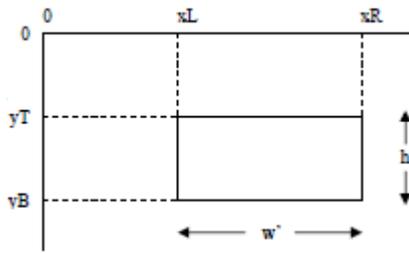
Citra biner adalah citra yang setiap titik atau pikselnya bernilai 0 atau 1 dengan representasi warna hitam = 0, dan warna putih = 1.

B. Kamera Digital

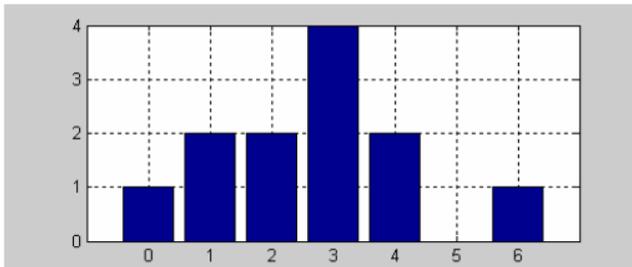
Kamera digital adalah alat untuk membuat gambar dari objek untuk selanjutnya dibiarkan melalui lensa kepada sensor CCD (*charge coupled device*) yang hasilnya kemudian direkam dalam format digital ke dalam media simpan digital. Karena hasilnya disimpan secara digital maka hasil rekam gambar ini harus diolah menggunakan pengolah digital pula semacam komputer atau mesin cetak yang dapat membaca media simpan digital tersebut. Pada gambar 3 menunjukkan gambaran sistem dari kamera digital secara keseluruhan.

C. Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital atau sering disebut *digital image processing* merupakan suatu proses dari citra asli menjadi citra lain yang sesuai dengan keinginan kita. Misal suatu citra yang kita dapatkan terlalu gelap maka *digital image*



Gambar 4. Pemotongan



Gambar 5. Contoh histogram

processing citra tersebut bisa kita proses sehingga mendapat citra yang jelas.

Fase pengolahan citra digital adalah pemrosesan citra dua dimensi atau tiga dimensi oleh komputer atau pemrosesan digital data dua atau tiga dimensi. Pada dasarnya pengolahan citra terbagi menjadi :

- Peningkatan kualitas citra (*image enhancement*)
- Pemulihan citra (*image restoration*)
- Registrasi citra
- Analisis citra
- Pemampatan citra
- Segmentasi citra, dan lain-lain.

Dalam Tugas Akhir ini pengolahan citra digital ini lebih dititikberatkan pada analisis citra.

1. Pemotongan (*Cropping*)

Adalah pengolahan citra dengan kegiatan memotong satu bagian citra seperti pada gambar 4. Rumus yang digunakan:

$$x' = x - xL \quad \text{untuk } x = xL \text{ sampai } xR \quad (1)$$

$$y' = y - yT \quad \text{untuk } y = yT \text{ sampai } yB \quad (2)$$

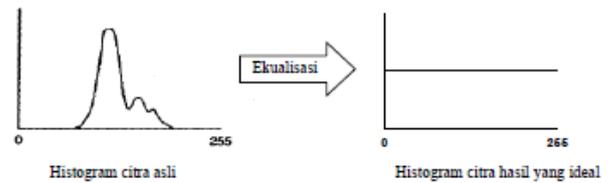
2. Histogram Equalization

Histogram adalah dasar dari sejumlah teknik pemrosesan citra pada domain spasial, seperti perbaikan, kompresi dan segmentasi citra. Histogram mudah untuk dikalkulasikan dalam suatu *software* dan hanya membutuhkan *hardware-hardware* yang ekonomis dalam penerapannya. Hal ini yang menjadikannya sebagai alat yang populer dalam hal pengolahan citra. Contoh histogram ditunjukkan pada gambar 5.

Histogram equalization adalah suatu proses perataan histogram, dimana distribusi nilai derajat keabuan pada suatu citra dibuat rata seperti yang digambarkan pada gambar 6.

3. Bwarea

Bwarea merupakan teknik pengolahan citra yang memperkirakan jumlah daerah dalam piksel yang



Gambar 6. Proses perataan histogram

terkandung pada sebuah gambar yang sudah dibinerisasi. Suatu daerah adalah pengukuran ukuran latar depan (*foreground*) dari citra atau dapat juga dikatakan sebagai jumlah piksel pada citra. Fungsi ini tidak secara sederhana hanya menghitung jumlah piksel, tetapi juga melakukan pembobotan pola piksel yang berbeda ketika menghitung suatu area.

Total = bwarea (BW) memperkirakan wilayah objek dalam citra biner BW. total adalah skala yang nilainya sesuai dengan jumlah total pada piksel dalam gambar, tapi mungkin tidak persis sama karena pola yang berbeda dari bobot piksel.

BW dapat berupa numerik atau logis. Untuk input numerik, setiap piksel nol dianggap ada. Algoritma bwarea memperkirakan luas dari semua piksel di dalam gambar dengan menjumlahkan bidang setiap pixel dalam gambar.

D. Deteksi Rasa Kantuk

Rasa kantuk yang datang tiba-tiba diawali dengan beberapa gejala yang umum, seperti menguap berulang kali, mata terasa pedih, badan terasa lesu tak bertenaga dan sulit berkonsentrasi. Ada banyak penyebab kelelahan dan rasa kantuk, diantaranya, jam tidur yang kurang, bekerja dalam waktu yang tidak sewajarnya, atau memang memiliki masalah dengan jam tidur.

1. Mata

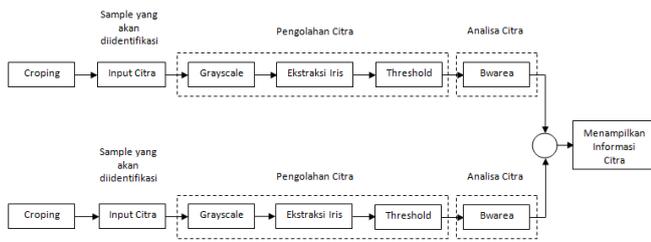
Mata merupakan indera penglihatan atau kamera alamiah yang merupakan jendela untuk melihat dunia.

2. Iris Mata

Iris merupakan bagian yang berwarna yang tampak pada bola mata. Bagian iris terlihat sebagai bagian lingkaran mata yang meliputi bagian hitam pupil dengan warna-warna tertentu. Secara anatomi iris merupakan sebuah organ internal yang dilindungi, terletak dibelakang *kornea* dan *aqueous humour*, serta berada di depan lensa mata. Iris merupakan satu-satunya organ internal tubuh yang dapat terlihat dari luar. Iris dapat terlihat cukup jelas pada jarak satu meter.

Lewat iris kita dapat mengintip kondisi tubuh kita, yaitu dengan mengamati perubahan-perubahan pada bentuk dan warna iris. Beberapa tanda yang bias dilihat lewat iris mata yaitu:

- Pupil membesar mengindikasikan kelelahan/mengantuk.
- Warna iris sebelah kiri memudar menunjukkan tekanan darah yang tidak normal (terlampau tinggi/rendah).
- Lingkaran di dalam iris menunjukkan stres.



Gambar 7. Diagram blok program

E. Matlab (Matrix Laboratory)

Matlab merupakan bahasa pemrograman dengan kemampuan tinggi dalam bidang komputasi. Saat ini, bahasa pemrograman tidak hanya dituntut memiliki kemampuan dari segi komputasi, tetapi juga kemampuan visualisasi yang baik. Matlab memiliki kemampuan untuk mengintegrasikan komputasi, visualisasi, dan pemrograman. Dalam memvisualisasikan sebuah objek, matlab memiliki kemampuan merotasi obyek tanpa mengubah programnya. Penggunaan matlab meliputi bidang-bidang :

- Matematika dan komputasi
- Pembentukan algoritma
- Akuisisi data
- Pemodelan, simulasi, dan pembuatan prototype
- Analisa data, eksplorasi, dan visualisasi
- Grafik keilmuan dan bidang rekayasa

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Bahan dan Peralatan

Dalam pengerjaan tugas akhir ini bahan dan peralatan yang digunakan adalah:

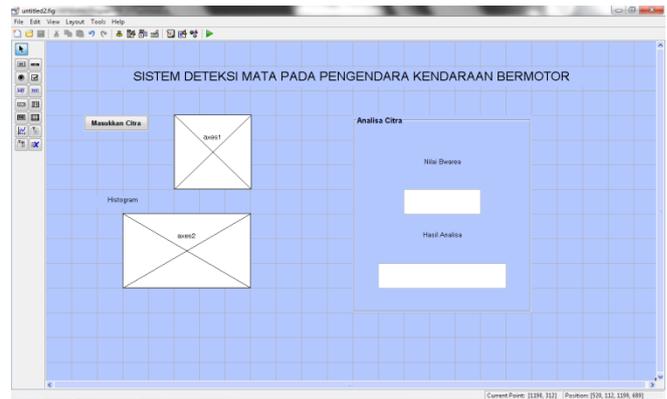
- Laptop AXIOO Zetta Series (*Intel Core 2 Duo 2.0 GHz*).
- *Camera digital Nikon*.
- *Software Matlab 2008a*.
- *Software Microsoft Office 2007*.
- Citra mata pada bagian pupil pengendara kendaraan bermotor.

B. Pengambilan Sample Citra

Data yang diambil didapat lewat pengambilan citra mata pengendara kendaraan bermotor melalui kamera. Citra mata referensi diambil pada pengendara kendaraan bermotor yang sama dalam dua waktu yang berbeda yaitu pada pagi hari pukul 09.00-11.00 dan pada sore hari pada pukul 02.00-04.00. Data yang diolah adalah pada bagian pupil mata setelah melalui proses pemotongan pada bagian iris mata.

C. Perancangan Sistem

Perancangan sistem dibuat dalam dua bagian, yaitu bagian pemasangan referensi serta pengidentifikasian mengantuk atau tidak berdasarkan referensi seperti pada diagram blok program gambar 7 dimana citra akan melalui proses pemotongan (*cropping*), kemudian citra diolah dengan mengubahnya ke citra *grayscale*, citra di ekstrak untuk memisahkan bagian pupil, dan diubah menjadi citra *threshold*. Setelah citra menjadi citra biner selanjutnya di



Gambar 8. Tampilan rancangan program

analisa dengan metode bwarea yaitu menghitung wilayah dari citra dan kemudian informasi yang ada ditampilkan.

D. Metode Analisa yang Digunakan

Metode analisa citra yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah metode *bwarea*. Metode ini akan menghitung nilai wilayah sehingga bisa dibedakan mana mata yang mengantuk dan mana yang tidak.

E. Perancangan GUI Matlab

Seperti pada gambar 8 program dirancang menggunakan 1 *push button*, 1 *button group*, 2 *axes*, 2 *edit text* dan 4 *static text*. *Push button* digunakan untuk membuka citra dan analisa citra. *Axes* digunakan untuk menampilkan citra dan histogram. *Edit text* digunakan untuk menampilkan nilai bwarea dan hasil analisa.

F. Gambaran Sistem

Pada tugas akhir ini, akan dibuat sistem identifikasi mengantuk atau tidak menggunakan pengolahan citra digital serta metode bwarea. Dimana citra iris mata adalah citra iris mata pengendara kendaraan bermotor yang diambil menggunakan kamera dan citra mata yang dianalisa adalah pada bagian pupil mata. Sistem ini berjalan dalam mode *offline*.

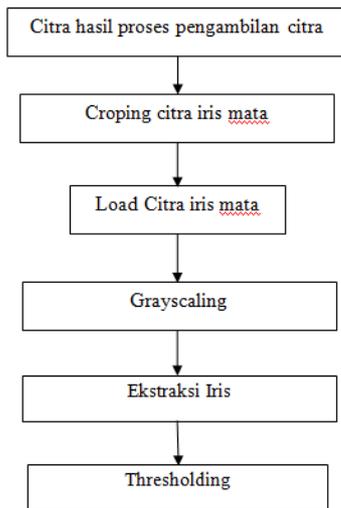
Sistem dibagi dalam beberapa bagian yaitu pengambilan citra, pengambilan referensi, pengidentifikasian mengantuk atau tidak. Proses pengolahan citra digital pada pengambilan referensi kurang lebih sama dengan pada pengidentifikasian iris mata.

1. Proses Pengambilan Citra

Pengambilan citra dilakukan dalam mode *offline*. Proses pengambilan citra iris mata ini menggunakan *camera*, dengan cara memposisikan iris mata di daerah yang bisa terambil oleh *camera*, setelah itu *camera* akan mengambil citra tersebut dan menyimpannya dalam format *.jpg*. Bagian citra iris mata dari citra yang diambil akan digunakan nantinya untuk proses selanjutnya.

2. Proses Pengolahan Citra Digital

Proses selanjutnya adalah proses memasukkan citra referensi serta citra yang akan dikenali. Keduanya melalui proses yang sama yaitu proses pengolahan citra digital serta proses analisa citra. Berikut bagan proses pengolahan citra digital pada gambar 9.



Gambar 9. Bagan Proses Pengolahan Citra digital

3. Proses Analisa Citra

Setelah citra iris mata melalui proses pengolahan citra digital, maka citra siap untuk dianalisa. Proses analisa mencakup analisa citra dengan menggunakan metode bwarea. Bwarea digunakan agar dapat membedakan nilai citra referensi dengan nilai citra yang akan diidentifikasi. Dengan bwarea ini kita bisa mengetahui nilai wilayah yang terkandung dalam suatu gambar, sehingga bisa ditentukan dengan sendirinya batas nilai area yang mengantuk dengan batas nilai area yang tidak mengantuk, nilai-nilai area tersebut di ambil rata-ratanya kemudian menjadi pembandingan antara citra sekarang dengan citra referensi.

Setelah melewati proses pengolahan citra di atas, citra mata baik citra referensi atau citra yang akan diidentifikasi dihitung *bwareanya*, dengan memanggil citra-citra yang sudah di simpan melalui perintah pada program matlab dan hasil nilainya akan langsung ditampilkan dan di catat untuk perbandingan nantinya agar bisa diketahui batas – batas nilai area yang mengantuk dan yang tidak mengantuk.

Selanjutnya diberi batas nilai untuk citra-citra mata yang mengantuk dan yang tidak mengantuk. Untuk mata mengantuk batas nilai areanya yaitu 0 sampai 299999 dan untuk mata tidak mengantuk batas nilain areanya lebih dari 299999.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

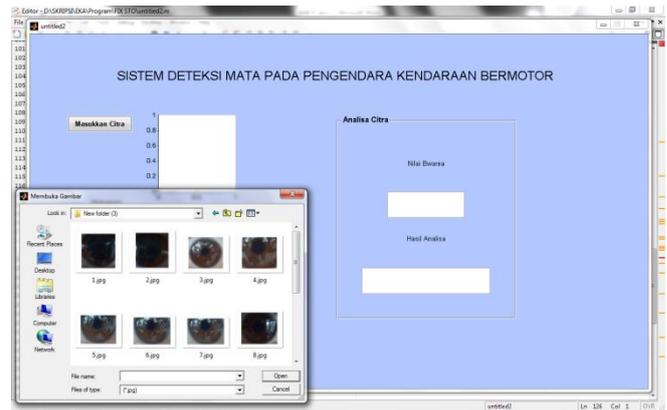
A. Citra Mata

Citra yang diambil oleh kamera masih belum bisa langsung dimasukkan ke dalam program. Citra tersebut akan melalui proses analisa citra dalam program aplikasi yang dibuat.

B. Pengenalan Objek

Proses pengujian untuk identifikasi mata mengantuk atau tidak dilakukan dengan program yang dibuat dengan bahasa pemrograman GUI Matlab.

Program yang dibuat terbagi atas dua bagian yaitu bagian referensi dan bagian untuk pengidentifikasian. Citra



Gambar 10. Pemasukan Citra Mata



Gambar 11. Pengujian Citra Mata 1

referensi di ambil nilainya sebagai patokan mata mengantuk dan mata tidak mengantuk.

1. Penentuan Keputusan

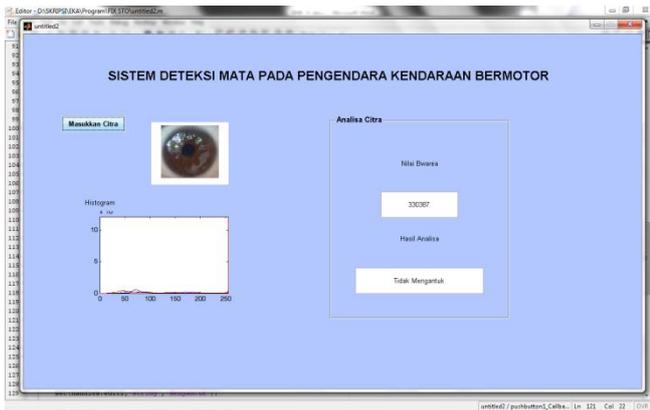
Citra mata mengantuk dan tidak mengantuk referensi telah disimpan kedalam program terlebih dahulu, sehingga saat *button masukkan citra* di tekan akan muncul menu membuka gambar sehingga bisa dipilih citra mata mana yang akan diidentifikasi. Semua prosesnya berada dalam program sehingga GUI Matlab tinggal menampilkan informasi dari hasil eksekusi program. Gambar 10 menggambarkan proses pemasukkan citra mata.

2. Penetapan Identitas Objek

Jika nilai area hasil identifikasi citra mata memiliki nilai antara 0 sampai 299999 maka citra mata tersebut adalah mata mengantuk. Dan jika nilai area hasil identifikasi citra mata memiliki nilai antara >299999 maka citra mata tersebut adalah mata tidak mengantuk. Saat tombol Masukkan Citra di tekan maka program akan berjalan dengan sendirinya mengeksekusi hasil analisa citra.

C. Pengujian Hasil

Pada pengujian citra mata 1 seperti pada gambar 11 citra yang dimasukkan ditampilkan pada program matlab beserta histogramnya. Nilai bwareanya 172440 tergolong pada mata mengantuk.



Gambar 12. Pengujian Citra Mata 2

Gambar 12 menunjukkan pengujian citra mata 2 dimana nilai bwareanya adalah 330387 sehingga digolongkan pada mata tidak mengantuk.

V. KESIMPULAN

1. Keakurasian sistem pemantau dan penentuan mata mengantuk dan mata tidak mengantuk dari citra *sample* yang ada menggunakan pengolahan citra dengan metode *bwarea* yaitu 99 %.
2. Sistem akan semakin baik jika citra referensi untuk setiap citra mata pengendara kendaraan bermotor ditambah.
3. Kondisi pupil mata pada pengolahan citra harus bebas dari gangguan pencahayaan saat pengambilan citra karena akan mempengaruhi proses identifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Abdia, Away, *"The Shortcut of MATLAB Programming"*, Informatika, Bandung, 2010.
- [2] W. Caesarendra, ST. M.eng., Aryanto, ST. *"Panduan Belajar Mandiri MATLAB"*, Media Komputindo, Jakarta, 2011.
- [3] Rafael C, Gonzales., dan Richard E, Woods., *"Digital Image Processing"*, Prentice Hall, 2008.
- [4] Grafika Komputer & Pengolahan Citra, *"Pengolahan Citra : Konsep Dasar"*, Universitas Gunadarma, 2006.
- [5] Imaging & Image Processing Research Group, *"Modul Praktikum Pengolahan Citra"*, Institut Teknologi Bandung.
- [6] F. Irawan, *"Buku Pintar Pemrograman Matlab"*, Media Komputindo, Yogyakarta, 2012.
- [7] Intip Kondisi Tubuh Lewat 'Iris' Mata, tersedia di : <http://www.berita8.com/>
- [8] *Modul Praktikum Pengolahan Citra*. PENS-ITS.
- [9] Eko Prasetyo, *"Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya Menggunakan Matlab"*, Andi, Yogyakarta, 2011.
- [10] T. Sutoyo, S.Si, M.Kom., E. Mulyanto, S.Si, M.Kom., Suhartono, Dr., Nurhayati, Oky Dwi, M.T., Wijanarto, M.Kom., *"Teori Pengolahan Citra Digital"*, Andi, Yogyakarta, 2009.