



Aplikasi Deteksi *State* (Kondisi) Mata sebagai Rekomendasi Tingkat Pencahayaan

Eye State Detection Application as Recommended Lighting Level

Rohmadi Ahmad Ridwan, Prodi Matematika FMIPA UNY
Sri Andayani*, Prodi Matematika FMIPA UNY
*e-mail: andayani@uny.ac.id

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah mendeteksi kondisi (*state*) mata pada citra sebagai rekomendasi tingkat pencahayaan dengan menggunakan metode *viola-jones* untuk mendeteksi mata dan metode *skin detection* untuk menentukan kondisi mata. Langkah pertama adalah proses pengolahan citra, ukuran citra disesuaikan menggunakan fungsi *resize*; deteksi citra mata dengan metode *viola-jones*; pemisahan citra mata kanan dan mata kiri; serta segmentasi citra area mata dengan metode *skin detection*. Langkah kedua yaitu proses ekstraksi fitur citra, area mata (bukan kulit) yang terdeteksi diubah menjadi berwarna putih atau bernilai satu dalam jenis citra biner sehingga dapat dilakukan proses perhitungan sumbu mayor dan sumbu minor untuk menentukan rasio kerampingan. Selanjutnya, nilai rasio kerampingan digunakan untuk menentukan kondisi (*state*) mata dan rekomendasi tingkat pencahayaan yang masuk ke mata. Langkah terakhir adalah menghitung akurasi sistem aplikasi dan menarik kesimpulan. Hasil penelitian menunjukkan, pendeteksian kondisi mata pada 80 citra sebagai data latih dan 40 citra sebagai data uji dengan jaringan syaraf tiruan menghasilkan nilai akurasi pelatihan sebesar 91,25% dan 82,50% pada proses pengujian.

Kata kunci: pencahayaan, *viola-jones*, *skin detection*, kondisi (*state*) mata.

Abstract

The purpose of this study is to detect eye conditions at image as recommending the lighting levels using the viola-jones method to detect eyes and skin detection methods to determine eye conditions. The first step is image processing, the image size is adjusted using resize function; eye image detection by viola-jones method; separation of the image of the right eye and left eye; and segmentation of the eye area image using the skin detection method. The second step is the image feature extraction process, the detected eye area (not skin) is changed to white or a value of one in a binary image type so that the major axis and minor axis calculation process can be carried out to determine the lean ratio. Furthermore, the lean ratio value is used to determine the state of the eye and recommending the level of light entering the eye. The final step is to calculate the accuracy of the application system and draw conclusions. The results show that eye condition detection on 80 images as training data and 40 images as test data with artificial neural networks resulted training accuracy values of 91,25% and 82,50% in the testing process.

Keywords: lighting, *viola-jones*, *skin detection*, determine the state of the eye.

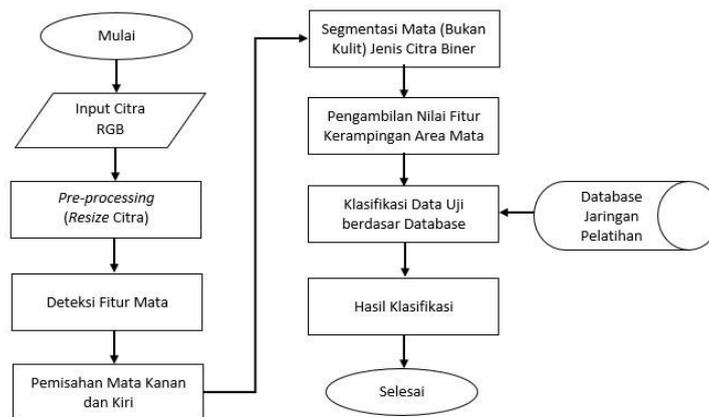
PENDAHULUAN

Pencahayaan atau penerangan dibutuhkan agar seseorang dapat mengamati benda secara jelas, cepat, nyaman dan aman. Gangguan penglihatan dapat terjadi akibat kurangnya pencahayaan yang tidak memenuhi persyaratan tertentu; jika pencahayaan terlalu besar atau kecil, pupil mata harus memicing silau (mata berusaha menghalau silau dengan agak memejamkan mata) atau mata berkontraksi secara berlebihan (Depkes, 2008). Ketika mata berusaha menghalau silau, kelopak mata berperan membantu dalam mengontrol banyaknya cahaya yang masuk ke mata (Downie, et al., 2021). Berdasarkan hal tersebut dibutuhkan aplikasi pendeteksian kondisi mata sebagai rekomendasi tingkat pencahayaan untuk meminimalisir pengaruh buruk yang ditimbulkan dari pencahayaan yang kurang memadai. Salah satu metode deteksi citra mata yaitu Metode *Viola Jones* yang memiliki akurasi cukup tinggi sekitar 93,7% dalam jurnal *EECCIS* kedelapan (Kusmaryanto, 2014). Kondisi mata dapat diklasifikasi menggunakan Algoritma *Backpropagation* yang memiliki kemampuan untuk belajar (bersifat adaptif) dan kebal terhadap kesalahan (*fault tolerance*) sehingga menjadikan sistem tahan kerusakan (*robust*) dan bekerja secara konsisten (Windarto, et al., 2020).

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membangun aplikasi deteksi kondisi mata sebagai rekomendasi tingkat pencahayaan menggunakan GUI (*Graphical User Interface*) Matlab dengan menerapkan Metode *Viola Jones* untuk proses pendeteksian citra mata. Selanjutnya pengambilan nilai fitur rasio kerampingan dengan Metode *Skin Detection* untuk segmentasi area fitur mata. Kemudian nilai fitur rasio kerampingan diklasifikasi menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *Backpropagation* dengan empat kelas *action unit* kondisi mata.

METODE

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra yang dikumpulkan dari *Centro Universitario da FEI Face Database* (<https://fei.edu.br>), *Face Research Lab London* (<https://figshare.com>) dan akun user “tom99763” (<https://www.kaggle.com>) berupa citra wajah (*closeup*). Data citra yang akan diambil adalah fitur kondisi mata dengan mengesampingkan kondisi ekspresi wajah. Langkah kerja dalam penelitian ini terbagi beberapa tahapan yang diilustrasikan dalam gambar diagram alir berikut:



Gambar 1. Diagram Alir

Langkah pertama adalah menyesuaikan ukuran citra yang diinginkan menggunakan fungsi *resize*; kemudian deteksi citra mata dengan metode *viola-jones* yang dilanjutkan pemisahan citra mata kanan dan mata kiri serta segmentasi citra area mata dengan metode *skin detection*. Langkah berikutnya yaitu proses segmentasi citra, area mata (bukan kulit) dalam jenis citra biner agar dapat diambil nilai fitur rasio kerampingan (*elongation*).

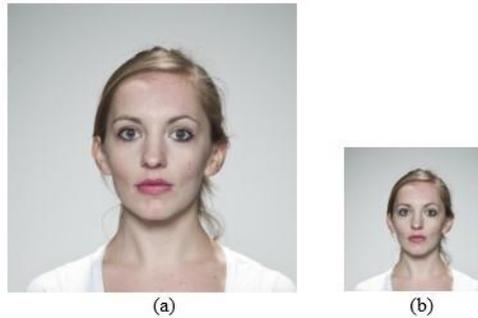
Selanjutnya, nilai rasio kerampingan digunakan untuk klasifikasi kondisi (*state*) mata dan dari hasil klasifikasi tersebut dijadikan dasar dalam menentukan rekomendasi tingkat pencahayaan yang masuk ke mata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. *Resize*

Pengoptimalan ukuran piksel citra bertujuan agar proses pendeteksian selanjutnya berjalan baik dan lancar. Dari hasil percobaan, ukuran resolusi citra diubah dari ukuran awal keukuran piksel horizontal yaitu $x = 600$ dan ukuran piksel vertikal atau y menyesuaikan.



Gambar 2. (a) Citra Awal Ukuran 1350 x 1350 (b) Citra Baru Ukuran 600 x 600

2. Metode *Viola Jones*

Selanjutnya proses deteksi citra bertujuan area citra sepasang mata. Citra masukan akan diproses dengan cara memotong area citra sepasang mata. Tahapan proses pendeteksian dapat dijelaskan:

a. *Haar-Like Feature*

Nilai *Haar-Like Feature* diperoleh dari selisih jumlah nilai *pixel* daerah gelap dengan jumlah nilai *pixel* daerah terang (Santoso dan Harjoko 2013).

$$F_{haar} = | \text{Total pixel hitam} - \text{Total pixel putih} | \quad (2.1)$$

Keterangan:

F_{haar} = Nilai fitur total

Pixel putih = Nilai fitur pada daerah terang

Pixel hitam = Nilai fitur pada daerah gelap

2	4	7	5	8
1	5	9	7	7
4	6	8	5	6
3	5	6	6	7
4	4	5	3	6

Gambar 3. Daerah gelap dan terang (Syafitri & Andri, 2017)

$$\begin{aligned}
 F_{haar} &= | \text{Total pixel hitam} - \text{Total pixel putih} | \\
 &= | (\text{jumlah nilai pixel baris-2 kolom-2 sampai nilai pixel baris-5 kolom-3}) - \\
 &\quad (\text{jumlah nilai pixel baris-2 kolom-4 sampai nilai pixel baris-5 kolom-5}) | \\
 &= | (5+9+6+8+5+6+4+5) - (7+7+5+6+6+7+3+6) | \\
 &= | 48 - 47 | \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

b. *Integral Image*

Pada umumnya, pengintegrasian tersebut berarti menambahkan unit-unit kecil secara bersamaan. Dalam hal ini unit-unit kecil tersebut adalah nilai-nilai piksel. Nilai integral untuk masing-masing piksel adalah jumlah dari semua piksel-piksel dari atas sampai bawah.

Dimulai dari kiri atas sampai kanan bawah, keseluruhan gambar itu dapat dijumlahkan dengan beberapa operasi bilangan bulat per piksel. (Kusumanto, Pambudi, & Tomponu, 2012).

$$s(x,y) = i(x,y)+s(x,y-1)+s(x-1,y)-s(x-1,y-1) \quad (2.2)$$

Keterangan:

$s(x, y)$ = nilai piksel hasil pengintegralan

$i(x, y)$ = nilai piksel citra awal koordinat (x, y)

$s(x-1,y)$ = nilai piksel citra integral koordinat $(x-1, y)$

$s(x,y-1)$ = nilai piksel citra integral koordinat $(x, y-1)$

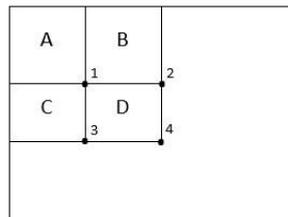
$s(x-1,y-1)$ = nilai piksel citra integral koordinat $(x-1, y-1)$ atau nilai piksel diagonal

Pengintegralisasi citra masukan menghasilkan *integral image* dengan nilai *pixel* sebagai berikut:

2	6	13	18	26
3	12	28	40	55
7	22	46	63	84
10	30	60	83	111
14	38	73	99	133

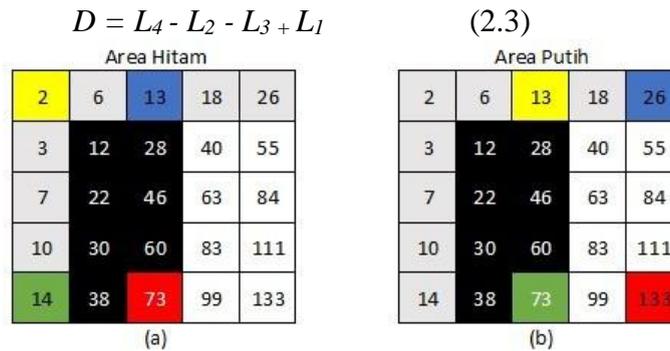
Gambar 4. *Integral Image* Citra 5x5 (Syafitri & Andri, 2017)

Untuk mengetahui nilai piksel di dalam suatu area hanya menggunakan empat nilai piksel gambar integral di sudut-sudut area tersebut. Diilustrasikan area segi empat D pada gambar.



Gambar 5. Ilustrasi *Integral Image* (Viola & Jones, 2001)

Nilai piksel area D dihitung dengan cara menggabungkan jumlah piksel pada area segi empat $A+B+C+D$ atau nilai *integral image* pada lokasi 4 (L_4), dikurangi jumlah dalam segi empat $A+B$ atau nilai lokasi 2 (L_2) dan $A+C$ atau nilai lokasi 3 (L_3), ditambah jumlah piksel di dalam A atau nilai lokasi 1 (L_1). Sehingga hasil dari D dapat dikomputasikan. (Kusumanto, Pambudi, & Tomponu, 2012).



Gambar 6. (a) Mencari Nilai Area Hitam (b) Mencari Nilai Area Putih

Nilai *Haar-Like Feature* dapat dihitung:

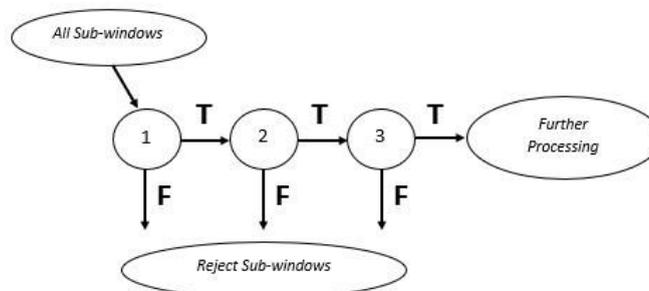
$$\begin{aligned}
 F_{Haar} &= | \text{Total pixel hitam} - \text{Total pixel putih} | \\
 &= | (L_4 - L_2 - L_3 + L_1) - (L_4 - L_2 - L_3 + L_1) | \\
 &= | (73 - 13 - 14 + 2) - (133 - 26 - 73 + 13) | \\
 &= | 48 - 47 | \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

c. *Adaboost*

Algoritma *Adaboost* (*Adaptive Boosting*) bertujuan untuk membentuk suatu template objek yang akan dideteksi. Algoritma *adaboost* berusaha membangun *strong classifier* dengan mengkombinasikan sejumlah *simple* atau *weak classifier* secara linier. Algoritma *adaboost* menggunakan prinsip dari pohon keputusan, dimana dapat berupa satu tingkatan cabang atau beberapa tingkatan cabang. *Classifier* akhir yang didapatkan merupakan gabungan dari semua *classifier* lemah yang didapatkan dari setiap tahap *boosting*. (Wahyusari & Haryoko, 2014).

d. *Cascade Classifier*

Cascade classifier merupakan metode klasifikasi bertingkat, di mana setiap input pada setiap tingkatan merupakan hasil atau *output* dari tingkatan sebelumnya. Diilustrasikan pada gambar, tingkatan *classifier* pertama *input*-annya adalah semua citra *sub-windows*. Untuk citra *sub-windows* yang melewati *classifier* pertama akan menjadi *input*-an bagi *classifier* selanjutnya dan seterusnya. Apabila ada citra *sub-windows* yang melewati semua tingkatan *classifier* maka citra *sub-windows* dinyatakan sebagai citra objek yang diinginkan. Sedangkan *sub-window* yang gagal melewati *classifier* akan dieliminasi. (Wahyusari & Haryoko, 2014).



Gambar 7. *Cascade Classifier* (Viola & Jones, 2004)

Citra sepasang mata hasil deteksi kemudian dipisah antara mata kanan dan mata kiri menggunakan fungsi *crop*.



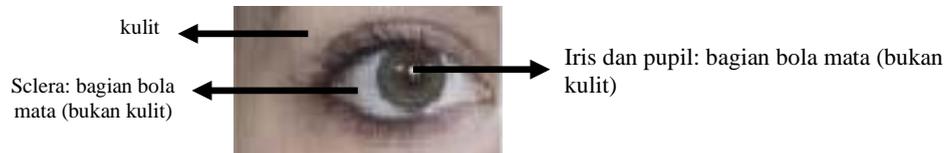
Gambar 8. Citra Sepasang Mata Hasil Pendeteksian



Gambar 9. (a) Mata Kanan (b) Mata Kiri

3. Segmentasi Mata (Bukan Kulit)

Segmentasi dilakukan dengan metode *skin detection* yang bertujuan memisahkan objek bagian bola mata dan kulit.



Gambar 10. Mata Hasil *Cropping*

Kulit disegmentasi menggunakan batasan *thresholding* dengan *range* nilai warna yang ditentukan pada jenis warna YCbCr ke jenis citra biner. Aturan yang dikembangkan oleh Wu sebagai berikut (Wu, 2003):

$$\text{Warna Kulit} = \begin{cases} 1, & \begin{cases} 60 \leq Y \leq 255 \\ 77 \leq Cb \leq 127 \\ 133 \leq Cr \leq 173 \end{cases} \\ 0 & \text{bukan kulit} \end{cases} \quad (2.4)$$

Nilai citra bukan kulit (mata) awalnya bernilai nol (hitam) diubah bernilai satu (putih) dan nilai citra kulit bernilai satu (putih) menjadi bernilai nol (hitam).

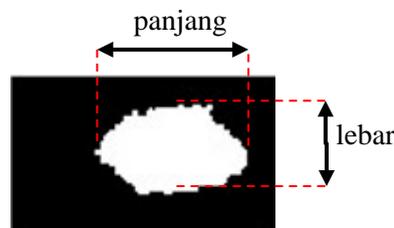


Gambar 11. Mata Biner

4. Nilai Fitur Rasio Kerampingan

Kerampingan bentuk atau rasio kerampingan adalah perbandingan antara lebar (sumbu minor) dengan panjang (sumbu mayor) yang dinyatakan dengan rumus (Kadir & Adhisuseno, 2012):

$$\text{kerampingan} = \frac{\text{lebar}}{\text{panjang}} \quad (2.5)$$



Gambar 12. Kerampingan Mata

Contoh nilai fitur rasio kerampingan yang diperoleh ditampilkan seperti pada Gambar 13.

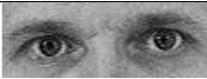
Sumbu Minor	25.2451
Sumbu Mayor	40.8569
Rasio Kerampingan	0.617892

Gambar 13. Nilai Fitur Rasio Kerampingan

5. Klasifikasi JST *Backpropagation*

Dalam proses klasifikasi nilai fitur rasio kerampingan yang digunakan merupakan rerata jumlah nilai rasio kerampingan dari mata kanan dan mata kiri. Kondisi (*state*) mata dikelompokkan empat *action unit* (Au's) kondisi mata dengan tingkat pencahayaannya berbeda disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kondisi Mata dan Rekomendasi Tingkat Pencahayaan

Kondisi (<i>State</i>) Mata	Contoh Gambar	Rekomendasi Tingkat
Au's 1 (Pandangan Normal)		Pencahayaan sudah efektif
Au's 5 (Pandangan Mendelik/ Melebar)		Pencahayaan kurang direkomendasikan menaikkan tingkat pencahayaan
Au's 6 (Pandangan Menyempit/ Memipih)		Pencahayaan berlebih direkomendasikan menurunkan tingkat pencahayaan
Au's 43 (Pandangan Tertutup)		Pencahayaan sangat berlebih direkomendasikan segera menaikkan tingkat pencahayaan

Dalam proses klasifikasi dengan JST *backpropagation* digunakan 120 citra wajah yang dibagi dalam dua dataset dengan perbandingan 2:1 yaitu 80 citra untuk dataset pelatihan dan 40 citra untuk dataset pengujian. Dataset pelatihan terdiri atas 20 citra mata melebar (melotot), 20 citra mata normal (netral), 20 citra mata memipih dan 20 citra mata menutup (terpejam), sedangkan dataset pengujian yang terdiri atas 10 citra mata melebar (melotot), 10 citra mata normal (netral), 10 citra mata memipih dan 10 citra mata menutup (terpejam). Dalam perancangan arsitektur jaringan *backpropagation* dilakukan beberapa kali percobaan untuk mendapatkan akurasi pelatihan yang optimal. Beberapa percobaan ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Percobaan Akurasi Pelatihan

<i>Hidden Layer</i>	Jumlah <i>Neurons</i>	<i>Mean Squared Error</i>	<i>Perfomance</i>	Akurasi (%)
2	1-5	0,15797	0,0671	75
2	5-1	0,00486	0,0961	88,75
2	5-5	0,15362	0,0512	87,5
2	5-10	0,12039	0,0675	86,25
2	10-5	0,09883	0,0537	91,25
2	10-10	0,10489	0,0507	75

Didapatkan akurasi pelatihan terbaik sebesar 91,25 % pada arsitektur dengan rincian 10 *neurons* pada *hidden layer* 1 dan 5 *neurons* pada *hidden layer* 2 dengan hasil sesuai target sebanyak 73 citra dari 80 citra.

Pada tahap pengujian, jaringan (*net*) yang terbentuk dalam proses pelatihan dipanggil dan dari data pengujian didapatkan hasil akurasi sebesar 82,50 %, artinya jaringan berhasil memetakan 33 citra sesuai target dari 40 citra yang di-*input*-kan atau sebanyak 7 citra tidak sesuai target.

6. Tampilan Aplikasi

Aplikasi deteksi *state* (kondisi) mata sebagai rekomendasi tingkat pencahayaan dirancang menggunakan GUI Matlab. Aplikasi yang dibangun memiliki tiga halaman utama yaitu Halaman Beranda, Program dan Bantuan. Gambar 14 menampilkan halaman beranda yang memuat informasi tentang aplikasi.



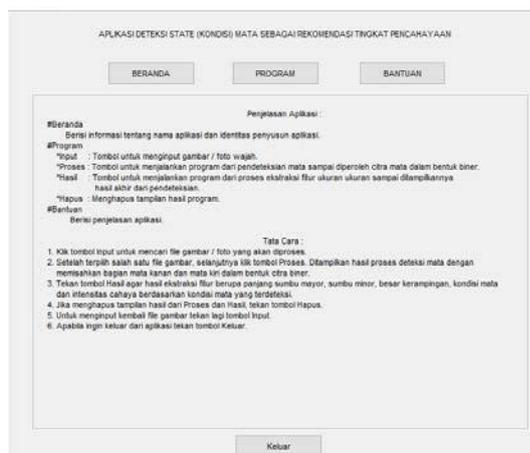
Gambar 14. Tampilan Halaman Beranda

Gambar 15 menyajikan halaman program dengan proses pendeteksian hingga hasil akhir rekomendasi.



Gambar 15. Tampilan Halaman Program

Gambar 16 memuat halaman bantuan yang berisi penjelasan dan tata cara aplikasi.



Gambar 16. Tampilan Halaman Bantuan

SIMPULAN

Simpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan, pertama dengan menggunakan JST backpropagation hasil program memberikan tingkat akurasi pada proses pelatihan sebesar 91,25 % dan pada proses pengujian sebesar 82,50 %. Kedua, aplikasi deteksi kondisi mata sebagai rekomendasi tingkat pencahayaan yang dibangun dengan GUI Matlab berjalan dengan baik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada koordinator Prodi Matematika dan seluruh Dosen Prodi Matematika yang telah memberikan ilmu dan bimbingan hingga terselesainya artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Depkes, R. (2008). Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 1202/MENKES/SK/VIII/2008. Retrieved from <http://www.litbang.depkes.go.id/download/Indikator.pdf>
- Downie, L. E., Bandlitz, S., Bergmanson, J. P., Craig, J. P., Dutta, D., Maldonado-Codina, C., . . . Wolffsohn, J. S. (2021). CLEAR - Anatomy and Physiology of the Anterior Eye. Contact Lens & Anterior Eye.
- Kadir, A., & Adhisuseno. (2012). Pengolahan Citra. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Kusmaryanto, S. (2014). Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation untuk Pengenalan Wajah Metode Ekstraksi Fitur Berbasis Histogram. Jurnal EECCIS Vol.8, No.2.
- Kusumanto, R., Pambudi, W. S., & Tomponu, A. N. (2012). Aplikasi Sensor Vision untuk Deteksi MultiFace dan Menghitung Jumlah Orang. SEMANTIK, 26-33.
- Syafitri, N., & Andri. (2017). Prototype Pendeteksi Jumlah Orang Dalam Ruangan. IT Journal Research and Development, 36-48.
- Viola, P., & Jones, M. (2001). Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features. ACCEPTED CONFERENCE ON COMPUTER VISION AND PATTERN RECOGNITION.
- Wahyusari, R., & Haryoko, B. (2014). PENERAPAN ALGORITMA VIOLA JONES UNTUK DETEKSI WAJAH. Majalah Ilmiah STTR Cebu, 44-49.
- Windarto, A. P., Nasution, D., Wanto, A., Tambunan, F., Hasibuan, M. S., Siregar, M. N., . . . Nofriansyah, D. (2020). Jaringan Saraf Tiruan: Algoritma Prediksi dan Implementasi. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Wu, M. W. (2003). Automatic Facial Expressions Analysis System. National Cheng King University.