

EKSTRAKSI FITUR SECARA OTOMATIS UNTUK PENGENALAN POLA GERAKAN MATA

Eka Dwi Nurcahya, I Ketut Eddy Purnama, Mauridhi Hery Purnomo

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Kampus ITS Sukolilo, Surabaya Telp. (031) 5947274 ext. 1206, Faks. (031) 5931237

E-mail: eka.dwi10@mhs.ee.its.ac.id, ketut@ee.its.ac.id, hery@ee.its.ac.id

Abstrak

Mata manusia menyimpan berbagai informasi, termasuk isyarat dari gerakan mata. Mata manusia digerakkan oleh otot mata (ocular muscle) yang diatur oleh syaraf motorik. Ada beberapa jenis pergerakan mata antar lain pergerakan mata cepat atau tiba-tiba yang disebut gerakan saccadic dan fixation yaitu kontrol mata yang terfokus pada objek yang diam dapat digunakan sebagai penentu pola pergerakan mata. Pola pergerakan mata didapatkan dari perubahan titik tengah mata. Video gerakan mata dengan durasi 6 detik menghasilkan 150 frame sebanyak 72,8% berhasil mengidentifikasi area pupil sebagai titik tengah mata. Pola pergerakan mata yang didapatkan untuk dijadikan fitur adalah saccadic latency, durasi saccadic, kecepatan puncak dan tingkat kecepatan atau deviasi.

Kata kunci : gerak mata, eye tracking, ekstraksi fitur.

1. PENDAHULUAN

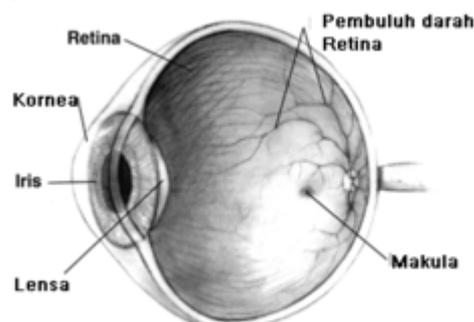
Gerakan mata seseorang mengandung banyak informasi yang menggambarkan kondisi kondisi fisik atau kondisi psikis [1]. Dari kemampuan-kemampuan mata seseorang untuk menunjukkan ketertarikan, merespon dan mengikuti, mempertahankan atau menjaga pandangan pada permasalahan atau obyek tertentu yang bergerak atau diam dapat memberikan informasi mengenai keadaan manusia tersebut. Dari informasi-informasi yang didapat dari gerakan mata tersebut dapat disimpulkan sebuah pola gerakan mata. Mengukur gerakan mata merupakan pekerjaan *psychophysical* dan untuk mendapatkan informasi tentang tingkat perilaku tak sadar seseorang, strategi untuk memproses informasi pergerakan mata ini memerlukan gerak fiksasi dan pengetahuan tentang arah pandangan [3].

Beberapa penelitian sebelumnya untuk mengolah citra mata menggunakan metode morfologi yaitu menggunakan teknik dilatasi dan erosi [2]. Dalam proses pre prosesing penelitian ini menggunakan analisa citra untuk mendapatkan titik tengah mata. Analisa citra yang digunakan adalah transformasi citra, binerisasi, filtering dan edge detection. Pencarian ekstraksi fitur adalah tahapan untuk memunculkan ciri dan mereduksi dimensi citra dari dimesi tinggi ke dimensi lebih rendah [5]. Ekstraksi fitur yang bisa didapatkan dari pergerakan mata antara lain saccadic latency, durasi saccadic, kecepatan puncak dan tingkat kecepatan atau deviasi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mata

Mata adalah organ penglihatan yang mendeteksi cahaya. Yang dilakukan mata yang paling sederhana tak lain hanya mengetahui apakah lingkungan sekitarnya adalah terang atau gelap. Mata yang lebih kompleks dipergunakan untuk memberikan pengertian visual. Mata secara visual sendiri mempunyai warna-warna khusus, seperti pada iris, warna iris berbeda-beda di setiap daerah seperti Eropa mempunyai warna biru dan asia mempunyai warna coklat. Warna pada retina



Gambar 1. Bagian bagian mata.

Pupil adalah daerah pembukaan di tengah mata. Cahaya masuk lewat pupil dan diteruskan melalui lensa mata, yang memusatkan bayangan ke retina. Ukuran pupil dikendalikan oleh otot. Bila perlu banyak cahaya, pupil membesar. Bila cahaya bertambah terang, pupil bertambah kecil.

Pupil dapat dibandingkan dengan pengatur cahaya pada kamera. Pupil akan lebih jelas terlihat apabila dilihat dengan sebuah mikroskop. Pada penelitian ini pupil diperlukan untuk menentukan titik tengah mata. Untuk mendapatkan daerah pupil diperlukan pengolahan citra digital

2.2 Gerakan mata

Beberapa yang dapat digunakan sebagai acuan untuk menilai gerakan mata dalam penelitian ini adalah

- Saccadic* adalah gerakan inti yang mengatur perubahan titik pandang terhadap suatu objek, gerakan ini bersifat tiba-tiba, dan memiliki kecepatan tinggi. Perlu waktu sekitar 100-300 ms untuk mempersiapkan gerakan *saccadic*, perhitungan waktu ini dimulai saat stimulus yang bergerak, sampai mata melakukan gerakan *saccadic* untuk mengikutinya. Untuk melakukan gerakan *saccadic* secara penuh dibutuhkan waktu 30-120ms, perhitungan waktu ini relatif bergantung hal-hal lain diluar objek yang diamati. *Saccadic* bisa dilakukan secara sadar, tetapi mengingat cepatnya gerakan ini, maka ketika gerakan *saccadic* telah dilakukan, maka ketika gerakan *saccadic* telah dilakukan, kita tidak dapat mengubah arah dan kecepatannya. Kedua hal ini dikendalikan oleh objek yang ingin diamati.
- fixation* yaitu kemampuan mata untuk memproses sebuah sebuah citra yang ditangkap pada retina, bola mata diusahakan agar tidak bergerak atau dalam keadaan diam.

2.3 Pengukuran gerakan mata

- Latency *saccadic* atau keterlambatan pada gerakan mata *saccadic* diperoleh dengan cara membandingkan waktu saat stimulus berpindah tempat, dengan waktu saat lokasi titik tengah mata berpindah
- Durasi *saccadic* adalah waktu yang diperlukan mata untuk melakukan gerakan *saccadic*. Perhitungan waktu dimulai saat mata mulai bergerak, sampai mata mencapai keadaan stabil kembali.
- Kecepatan puncak (Peak Velocity)

Kecepatan puncak ini dicari dengan cara membandingkan nilai dari semua gerakan *saccadic* yang dilakukan oleh mata saat menjalani tes. Pada tes kelelahan kecepatan gerak mata untuk tiap perpindahan objek diperoleh dengan cara menghitung pergeseran lokasi mata dikalikan dengan waktu sampling citra.

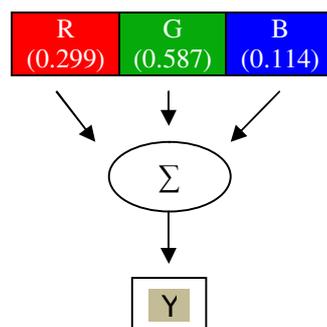
2.4 Pengolahan citra digital

Citra digital yang ditangkap oleh kamera dan telah dikuantisasi dalam bentuk nilai diskrit disebut sebagai citra digital (*digital image*). Citra digital tersusun dari sejumlah nilai tingkat keabuan yang dikenal sebagai *pixel* pada posisi tertentu. Ada dua jenis citra digital, citra diam (*still image*) dan citra bergerak (*moving image*). Pada prinsipnya citra bergerak adalah sekumpulan citra diam dalam bentuk *frame-frame*. Citra digital dapat dinyatakan dengan persamaan 1.

$$f(x, y) = \begin{pmatrix} f(1,1) & f(1,2) & f(1,3) & \dots & f(1,n) \\ f(2,1) & f(2,2) & f(2,3) & \dots & f(2,n) \\ f(3,1) & f(3,2) & f(3,3) & \dots & f(3,n) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(m-1,1) & f(m-1,2) & f(m-1,3) & \dots & f(m-1,n) \\ f(m,1) & f(m,2) & f(m,3) & \dots & f(m,n) \end{pmatrix} \quad (1)$$

Citra digital yang terdiri dari 3 komponen utama yaitu nilai merah (red), nilai hijau (green) dan nilai biru (blue) dikenal sebagai RGB *color* yang nantinya akan membentuk citra warna. Sedangkan jumlah warna citra RGB adalah mengalikan jumlah pada masing-masing komponennya, jumlah dari tiap komponennya, R=225(8 bit), G=255(8 bit) dan B=225 (8 bit). sehingga sering kita menyebut citra dengan intensitas 24 bit.

Dari RGB nilai bobot R, G dan B dapat ditambahkan secara bersama-sama untuk menghasilkan sebuah sinyal tunggal Y yang mempresentasikan nilai kecerahan. Pengubahan citra 24 bit ke citra abu-abu YUV dengan mengambil komponen Y (luminance) dapat dilakukan dengan mengalikan komponen R, G, B dari nilai taraf intensitas tiap piksel RGB dengan konstanta (0.299R, 0.587G, 0.114B) yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram transformasi RGB ke YUV untuk mengambil nilai Y.

2.5 Binerisasi citra

Untuk memperoleh hasil sesuai dengan tujuan yang diinginkan citra yang telah tersimpan dalam bentuk file digital pada umumnya diperlukan pemrosesan terlebih dahulu. Binerisasi citra adalah proses pengubahan intensitas menjadi dua yaitu 0 atau 255, atau sering digunakan istilah 0 dan 1. Untuk melakukan proses ini digunakan *threshold*, nilai *threshold* dapat diatur sesuai dengan kebutuhan. Pada persamaan 2 merupakan persamaan untuk merubah citra asli menjadi biner.

$$Nf(x,y) = f(x,y) - Th \quad (2)$$

2.6 Noise dan filtering citra

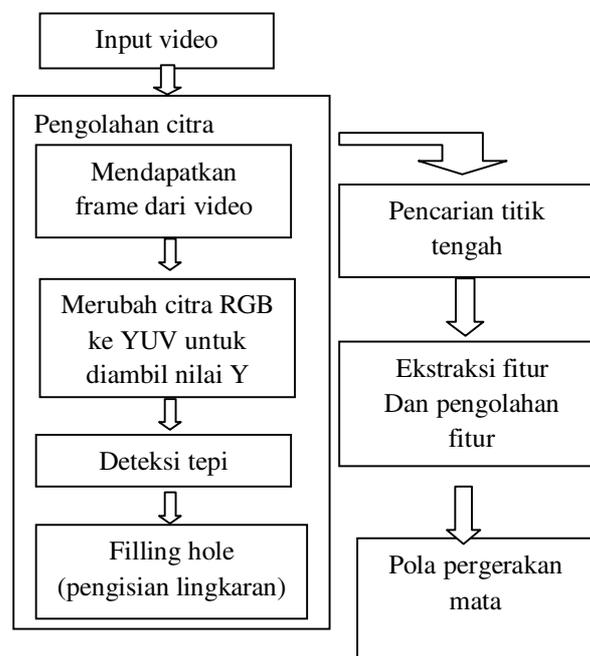
Noise banyak disebabkan oleh gangguan luar. Jika sebuah citra dikirim secara elektronik dari satu tempat ketempat lain melalui satelit, transmisi wireless atau media kabel. Proses perbaikan citra dari gangguan yang muncul tersebut disebut dengan restorasi citra (*Image Restoration*), dengan kata lain operasi tersebut untuk mengurangi noise pada saat akuisisi citra. Ketidak sesuaian citra yang telah didapatkan disebabkan oleh beberapa citra.

- Karena lensa kamera yang kurang bersih, sehingga muncul bintik-bintik (noise)
- faktor cahaya saat pengambilan citra
- Karena adanya gangguan pada saat melakukan pengiriman data

Filtering citra merupakan salah satu bagian dari perbaikan kualitas citra, yaitu menghaluskan dan menghilangkan noise yang ada pada citra, baik secara linear maupun secara non-linear. Mean filter merupakan salah satu filtering linear yang bekerja dengan menggantikan intensitas nilai pixel dengan rata-rata dari nilai pixel tersebut dengan nilai pixel-pixel tetangganya. Sedangkan median filter merupakan salah satu filtering non-linear yang mengurutkan nilai intensitas sekelompok pixel, kemudian mengganti nilai pixel yang diproses dengan nilai mediannya.

3. METODE PENELITIAN

Subjek penelitian ini adalah melakukan proses identifikasi pergerakan mata dengan titik tengah mata sebagai acuannya. Segmentasi menggunakan metode deteksi tepi. Dalam penelitian ini menggunakan data citra masukan dari frame-frame video pergerakan mata berekstensi *.AVI

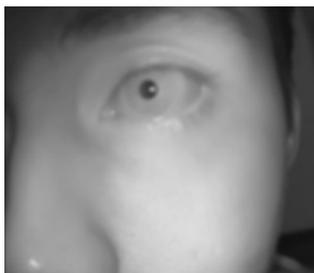


Gambar 3. Alur pengolahan citra dan penentuan parameter

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Filter median

Median filter merupakan tipe khusus dari low pass filter, median tidak membutuhkan konvolusi, namun mengambil nilai titik tengah dari citra setelah nilai pixelnya di urutkan menggunakan ukuran tertentu seperti 8x8 atau lainnya. Median filter telah banyak digunakan untuk mengurangi atau mengubah noise dari citra. Filter median dalam penelitian ini digunakan untuk memfilter noise cahaya yang menyebar dan memantul pada kulit dan area diluar pupil



Gambar 4. Hasil filter median yang mengurangi pengaruh cahaya yang mengurangi pengaruh cahaya.

4.2 Deteksi tepi Canny dan filling (pengisian)

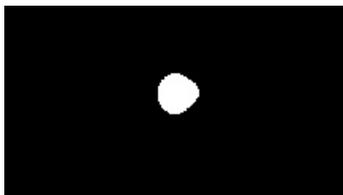
Dari hasil filter kita mendapatkan reduksi warna dan mendapatkan bagian pupil dengan jelas. Untuk melihat batas-batas dari tepi yang ada pada citra mata khususnya pupil dilakukan proses deteksi tepi dengan menggunakan deteksi tepi Canny. Deteksi tepi Canny dipilih karena dapat mendeteksi dengan baik parameter-parameter untuk menandai semua tepi dan melokalisasi dengan baik sehingga dapat dengan mudah dideteksi dan tidak menimbulkan kerancuan pada pengolahan citra selanjutnya. Hasil dari deteksi tepi canny seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Hasil deteksi tepi canny daerah pupil

Deteksi tepi canny diatas menggunakan nilai ambang(threshold) adalah 0.28. Karena dengan nilai ambang kecil akan menghasilkan tepian yang semakin baik, sehingga tepian yang ada pada citra dapat terlihat dengan jelas.

Dari proses deteksi tepi akan didapatkan hole yang merupakan tepi dari pupil. Untuk mempertegas hasil citra hole atau lingkaran yang didapatkan dari deteksi tepi akan diisi dengan warna putih seperti yang ada pada gambar 6



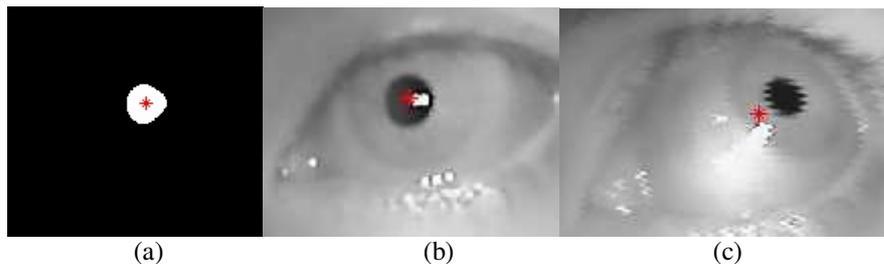
Gambar 6. Hasil *filling hole* dari deteksi canny

4.3 Penentuan titik tengah mata

Hasil dari proses deteksi tepi dan *filling* menghasilkan citra hitam dan putih yang hanya mempunyai nilai 0 dan 1. Dari nilai hitam dan putih kita dapat mencari nilai titik tengah mata dengan proses *scanning* nilai 1 (putih) dari sumbu x dan y. Dengan persamaan 3 dibawah ini.

$$T = [x1+((x2-x1)/2) \ y1+((y2-y1)/2)] \quad (3)$$

Hasil scanning dari sumbu X, posisi nilai 1 yang pertama ditemukan di inisialkan sebagai x1 dan hasil scanning posisi terakhir nilai 1 pada sumbu X di inisialkan sebagai x2. Demikian pula dengan nilai pada sumbu Y, posisi nilai 1 yang pertama ditemukan di inisialkan sebagai y1 dan hasil scanning posisi terakhir nilai 1 pada sumbu Y di inisialkan sebagai y2. Rentang antar posisi x1 dan x2 juga y1 dan y2 bila kita bagi 2 maka akan ditemukan letak titik tengah hasilnya seperti pada gambar 7 berikut ini



Gambar 7. Hasil penentuan titik tengah mata

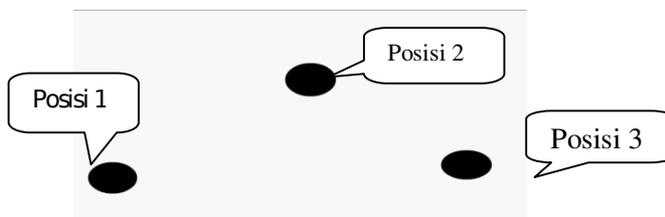
(a) Pencarian titik tengah mata saat edge detection.

(b) Titik tengah mata yang berhasil.

(c) Kegagalan identifikasi titik tengah mata karena faktor cahaya.

Kesalahan identifikasi dalam penentuan titik tengah mata pada penelitian ini disebabkan banyaknya pengaruh cahaya luar yang masuk ke dalam mata. Bila cahaya berkumpul didalam pupil maka tidak akan menjadi masalah. Akan tetapi bila cahaya memedar di retina maka akan membentuk *edge* baru atau mempengaruhi *edge* dari pupil itu sendiri yang akan mempengaruhi pencarian titik tengah mata.

Sebagai alat pemicu gerakan mata digunakan stimulus objek bergerak seperti gambar 8. Stimulus ini bergerak berganti posisi secara kontinu selama 6 detik.



Gambar 8. Stimulus gerakan mata

Dari pergerakan mata yang mengikuti stimulus diatas maka akan didapatkan titik (x,y) sebagai nilai-nilai yang akan menentukan pola gerakan mata seseorang. Akan tetapi penelitian ini hanya menggunakan nilai x dikatrenakan pergerakan yang dinilai adalah pergerakan yang horisontal.

Tabel 1. Contoh data pergerakan titik tengah

Posisi 1			Posisi 2			Posisi 3			Posisi 4			Posisi 5			Posisi 6		
frame	x	y															
1	292	167	26	295	178	51	302	186	76	286	179	101	304	189	126	325	197
2	292	167	27	295	178	52	309	187	77	286	179	102	304	189	127	325	197
3	291	168	28	300	184	53	309	187	78	304	191	103	304	189	128	325	198
4	291	170	29	300	184	54	319	169	79	304	191	104	304	189	129	324	200
5	292	171	30	300	184	55	322	166	80	304	191	105	304	189	130	324	200
6	294	172	31	301	184	56	325	166	81	304	191	106	304	189	131	324	200
7	295	173	32	301	185	57	328	167	82	307	193	107	304	189	132	324	200
8	297	171	33	301	184	58	329	167	83	307	193	108	304	189	133	324	200
9	297	174	34	301	185	59	326	165	84	308	194	109	304	189	134	324	200
10	297	176	35	301	185	60	325	167	85	308	192	110	304	189	135	324	200
11	297	176	36	301	183	61	323	168	86	307	193	111	307	190	136	323	199
12	297	176	37	301	183	62	321	170	87	308	193	112	307	190	137	328	197
13	297	176	38	300	185	63	321	170	88	308	191	113	306	191	138	328	197
14	297	176	39	300	184	64	322	170	89	308	191	114	306	191	139	329	196
15	297	176	40	300	184	65	323	165	90	308	191	115	306	191	140	329	195
16	298	182	41	298	186	66	318	163	91	303	192	116	306	191	141	329	198
17	298	181	42	298	186	67	318	163	92	303	192	117	306	191	142	329	198
18	298	182	43	298	186	68	318	163	93	303	192	118	306	191	143	329	197
19	298	182	44	264	177	69	289	175	94	303	192	119	307	190	144	328	198
20	298	180	45	262	174	70	288	176	95	304	189	120	322	197	145	328	199
21	298	179	46	262	174	71	287	177	96	304	189	121	324	198	146	328	198
22	298	179	47	262	174	72	286	177	97	304	189	122	324	198	147	338	199
23	297	181	48	262	174	73	286	179	98	304	189	123	324	199	148	328	198
24	297	180	49	297	183	74	286	179	99	304	189	124	325	198	149	329	197
25	296	178	50	301	185	75	286	179	100	304	189	125	325	197	150	334	199

4.4 Pengolahan data

Dari data tabel 1 terdapat 150 kordinat x,y yang mewakili titik tengah mata, dapat dihitung besarnya frekuensi sampling

$$\text{sampling} = \frac{fs}{n} \quad (4)$$

Ts = 6, n = 150, jadi untuk contoh data di atas, frekuensi sampling sebesar = 0,04

Dari data yang telah diperoleh, pada tabel 1 dapat dihitung besarnya parameter yang berupa saccadic, durasi, deviasi, serta kecepatan puncak. Mata sangat sulit untuk selalu diam maka pergerakan mata yang dianggap bergerak jika nilai gerakannya selisih 5 atau lebih pada x.

a. saccadic

Dari data diketahui perpindahan lokasi stimulus posisi 1 ke 2 terjadi pada frame 25 dan perpindahan mata mengikuti pada 28

$$\begin{aligned} \text{saccadic} &= (tm - ts) \times \text{sampling} \\ &= (28-25) \times 0.04 \\ &= 0.12 \text{ detik} \end{aligned} \quad (5)$$

b. Durasi

Dari tabel 1 terlihat bahwa untuk saccadic pertama waktu yang diperlukan untuk melakukan gerakan saccadic hanyalah 2 waktu sampling. Jadi besarnya durasi = 2x waktu sampling yaitu sebesar 0.08 detik.

c. Deviasi

Perhitungan deviasi dicari dengan cara mencari x max dan x min dalam rentang antara satu gerakan saccadic berikutnya. Misalnya pada data diatas, saccadic 1 pada t1=28 dan saccadic 2 pada t2=52. Maka dicari nilai x max dan x min dalam range tersebut.

$$\begin{aligned} \text{Deviasi} &= X_{max} - X_{min} \\ &= 309 - 262 \\ &= 47 \text{ pixel} \end{aligned} \quad (6)$$

d. Kecepatan puncak

Dicari dengan cara membandingkan kecepatan perpindahan antar tiap sampling, dan diambil nilai maksimumnya. Dari data di atas kecepatan puncak sebesar diperoleh saat perpindahan dari x= 262 ke x 309 besar perpindahan adalah 47 pixel

$$\text{kecepatan} = \frac{\text{perpindahan}}{\text{sampling}} \quad (7)$$

$$= \frac{47}{0.08} = 587,5 \text{ pixel}$$

Saccadic, durasi, deviasi, kecepatan puncak ini merupakan nilai fitur dan pola gerakan mata seseorang pada waktu seseorang diperiksa gerakan matanya

5. KESIMPULAN

Pengolahan citra mata menggunakan segmentasi dan restorasi citra dapat mendapatkan area pupil. Dengan pencarian titik tengah pupil yang dapat di tentukan titik tengah mata. Perpindahan titik tengah mata pada x dapat menghitung besar dari gerakan saccadic, durasi, deviasi dan kecepatan puncak mata. Kesalahan yang diakibatkan banyaknya cahaya yang masuk ke dalam mata akan menyebabkan kesalahan dalam menentukan pola pergerakan mata. Maka saat pengambilan data video diusahakan minim cahaya untuk mengurangi kesalahan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]Zainal Arief, Djoko Purwanto, Dadet Pramadihanto, tetsuoSATO, Kotaro MINATO, 2009, *Relation between eye movement and fatigue: Classification of morning and afternoon measurement based on Fuzzy rule*. Bandung, EEE.org., Bandung, page 1-6
- [2] Tjokorda Agung Budi Wirayuda. 2006. *Pemanfaatan Operasi Morphologi Untuk Proses Pendeteksian Sisi Pada Pengolahan Citra Digital*. Seminar Nasional Sistem dan Informatika. Bali. SNSI06-018.
- [3] Aryuanto, Koichi Yamada, F. Yudi Limpraptono. 2008. *Segmentasi Warna untuk Ekstraksi Simbol dan Karakter Pada Citra Rambu Lalu Lintas.*. Jurnal Ilmu Komputer dan Informasi.
- [4] Frans W. Cornelissen, Enno M. Peters, 2002. *The Eyelink Toolbox: Eye tracking with MATLAB and the Psychophysics Toolbox.*. Behavior Research Methods, Instruments, & Computers. Page 613-617
- [5] Brenner, E., & Cornelissen, F. W. 2000. *Separate Simultaneous Processing of Egocentric and Relative Positions*. Vision Research, 40, 2557-2563.

- [6] Fajria Falah, 2006. *Identifikasi Pola Gerakan Mata untuk Deteksi Kelelahan Fisik Menggunakan Algoritma Backpropagation*. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [7] Mauridhi Hery Purnomo, Arif Muntasa. 2010, *Konsep Pengolahan Citra Digital dan Ekstraksi Fitur*. Yogyakarta, Graha ilmu.
- [8] Darma Putra, 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta. ANDI