

ISSN: 2085-6350

CITEE 2012

**Yogyakarta, Indonesia
July 12, 2012**

**PROCEEDINGS OF CONFERENCE ON
INFORMATION TECHNOLOGY
AND
ELECTRICAL ENGINEERING**

Sesi Indonesia



DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
AND INFORMATION TECHNOLOGY
FACULTY OF ENGINEERING
GADJAH MADA UNIVERSITY



ORGANIZER 2012

Technical Program Committee

- Andreas Timm-Giell (Universität Hamburg-Harburg Germany)
- Ryuichi Shimada (Tokyo Institute of Technology, Japan)
- Ismail Khalil Ibrahim (Johannes Kepler University Linz, Austria)
- Kang Hyun Jo (University of Ulsan, Korea)
- David Lopez (King's College London, United Kingdom)
- Martin Klepal (Cork Institute of Technology, Ireland)
- Tamotsu Nimomiya (Nagasaki University, Japan)
- Ekachai Leelarasmee (Chulalongkorn University, Thailand)
- Marteen Weyn (Artesis University College, Belgium)
- Chong Shen (Hainan University, China)
- Haruichi Kanaya (Kyushu University, Japan)
- Ramesh K. Pokharel (Kyushu University, Japan)
- Ruibing Dong (Kyushu University, Japan)
- Kentaro Fukushima (CRIEPI, Japan)
- Mahmoud A. Abdelghany (Minia University, Egypt)
- Sunil Singh (G B Pant University of Agriculture & Technology, India)
- Abhishek Tomar (G B Pant University of Agriculture & Technology, India)
- Lukito Edi Nugroho (Universitas Gadjah Mada, Indonesia)
- Umar Khayam (Institut Teknologi Bandung, Indonesia)
- Anton Satria Prabuwo (Universiti Kebangsaan Malaysia, Malaysia)
- Eko Supriyanto (Universiti Teknologi Malaysia, Malaysia)
- Kamal Zuhairi Zamli (Universiti Sains Malaysia, Malaysia)
- Sohiful Anuar bin Zainol Murod (Universiti Malaysia Perlis, Malaysia)

Advisory Board

- F. Danang Wijaya
- Risanuri Hidayat

General Chair

- Widyawan

Chair

- Eka Firmansyah
- Indriana Hidayah
- Eny Sukani Rahayu
- Avrin Nur Widyastuti
- Bimo Sunarfri Hantono

Chair (cont.)

- Sigit Basuki Wibowo
- Budi Setiyanto
- Ridi Ferdiana
- Yusuf Susilo Wijoyo
- Adhistya Erna Permanasari
- Prapto Nugroho
- Muhammad Nur Rizal
- Selo Sulisty
- Sunu Wibirama
- Lilik Suyanti
- Indria Purnamasari

Reviewer

- Adhistya Erna Permanasari
- Agus Bejo
- Avrin Nur Widyastuti
- Bambang Sugiyantoro
- Bambang Sutopo
- Bimo Sunarfri Hantono
- Bondhan Winduratna
- Budi Setiyanto
- Danang Wijaya
- Eka Firmansyah
- Enas Duhri Kusuma
- Eny Sukani Rahayu
- Harry Prabowo
- Indriana Hidayah
- Insap Santosa
- Isnaeni
- Iswandi
- Litasari
- Lukito Edi Nugroho
- Noor Akhmad Setiawan
- Prapto Nugroho
- Ridi Ferdiana
- Risanuri Hidayat
- Rudy Hartanto
- Samiadji Herdjunto
- Sarjiya
- Sasongko Pramono Hadi
- Selo
- Sigit Basuki Wibowo
- Silmi Fauziati
- Suharyanto
- Sujoko Sumaryono
- Sunu Wibirama
- T. Haryono
- Teguh Bharata Adji
- Wahyu Dewanto
- Wahyuni
- Warsun Nadjib
- Widyawan
- Yusuf Susilo Wijoyo

- | | | | |
|-----|---------------|---|-----|
| 17. | P-TEIb
#23 | Sistem Kendali Daya Aktif untuk Inverter Satu Fase yang Terintegrasi dengan Jaringan Distribusi 220 Vrms
<i>F. Danang Wijaya, Yohan Fajar Sidik, dan Eka Firmansyah</i> | 96 |
| 18. | S-Riau
#21 | Segmentasi Tepi Citra CT Scan Paru-paru Menggunakan Metode <i>Chain Code</i> dan Operasi Morfologi
<i>Masfran, Ananda, dan Erwin Setyo Nugroho</i> | 101 |
| 19. | S-Jkrt
#21 | Desain <i>Concurrent Quad-band</i> LNA dengan <i>Quad-resonator</i> untuk Aplikasi GSM, WLAN, WIMAX, dan LTE
<i>Gunawan Wibisono, Doby Prayadinata, dan Teguh Firmansyah</i> | 107 |
| 20. | S-Srby
#21 | Sparse Sampling Sinyal Suara pada Sistem Deteksi Dini Gangguan Pita Suara Secara Jarak Jauh
<i>Vivien Fathuroya, dan Dhany Arifianto</i> | 113 |
| 21. | S-Smrg
#21 | Akurasi Kombinasi Ekstraksi Ciri Warna dan Bentuk untuk Penelusuran Citra Aset
<i>Jumi, dan Azhari S.N.</i> | 117 |
| 22. | S-Yog
#21 | Pengaruh Keserupaan Bentuk Citra pada Sistem Akuisisi Citra Stereo terhadap Akurasi Hasil Pengukuran
<i>Nyoman Jelun, Adhi Susanto, Radianta Triatmadja, dan Thomas Sri Widodo</i> | 122 |
| 23. | S-UGM
#21 | Purwarupa Sistem Otomasi Pengisian Botol Berdasarkan Berat Menggunakan Sensor Load Cell Berbasis PLC OMRON CPM2A
<i>Nuriyanto Eko Saputro, dan R. Sumiharto</i> | 131 |
| 24. | S-UGM
#22 | Purwarupa Sistem Penyortiran Barang Berdasarkan Berat dengan Load Cell sebagai Sensor dan Kendali PLC OMRON CPM2A
<i>Rendra Dwi Firmansyah, dan R. Sumiharto</i> | 136 |
| 25. | S-TEIa
#21 | Pengujian RFID sebagai Pendeteksi Identitas Kendaraan untuk Mengatasi Pelanggaran <i>Traffic Light</i>
<i>Hari Maghfiroh, Luthfi Rizal Listyandi, dan Risanuri Hidayat</i> | 142 |
| 26. | S-TEIa
#22 | <i>Mouse</i> Kamera dengan Deteksi Wajah <i>Realtime</i> dan Deteksi Kedip Berbasis Metode <i>Haarcascade</i> dan SURF
<i>Indra Agustian, Risanuri Hidayat, dan Th. Sri Widodo</i> | 146 |
| 27. | S-TEIa
#23 | Robot Pelacak Objek Berwarna Melalui Proses Segmentasi
<i>Yumus Hadi Sisworo, Adhi Susanto, dan Eka Firmansyah.</i> | 152 |
| 28. | S-TEIb
#21 | Investigasi Peranan <i>Observer</i> pada Pemeliharaan Berbasis Kondisi Sistem
<i>Herdjunanto S, dan Priyatmadi</i> | 157 |
| 29. | C-TEIa
#21 | Reduksi PAPR dengan <i>Selective Mapping</i> dengan Parameter OFDM WLAN 802.11g
<i>Fitriani, Risanuri Hidayat, dan Litasari</i> | 161 |

MOUSE KAMERA DENGAN DETEKSI WAJAH REALTIME DAN DETEKSI KEDIP BERBASIS METODE HAARCASCADE DAN SURF

Indra Agustian^{#1}, Risanuri Hidayat^{#2}, Th. Sri Widodo^{#3}
^{#1}Mahasiswa Pascasarjana Jurusan Teknik Elektro FT UGM
^{#2,#3} Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro FT UGM
Jln. Grafika 2 Yogyakarta 55281 INDONESIA
¹indraunib@gmail.com
²risanuri@te.ugm.ac.id
³thomas@te.ugm.ac.id

Abstract—This research conducted to create a control of computer mouse cursor for users with hand disabilities. Input for the control system is taken by 1.3 MP webcam with average frame rate is 10 fps. Controlling the cursor location is done by realtime face detection using the haarcascade method, and controlling clicking activities carried out by blink detection using SURF. The experiments involving some applications on OS Window 7. The results show that the application of the haarcascade method to function properly for purposes of allocating the mouse cursor, and mouse click events can be used successfully for click activity are not bound by time restrictions.

Keywords- Camera mouse, face detection, blink detection, haarcascade, SURF

I. PENDAHULUAN

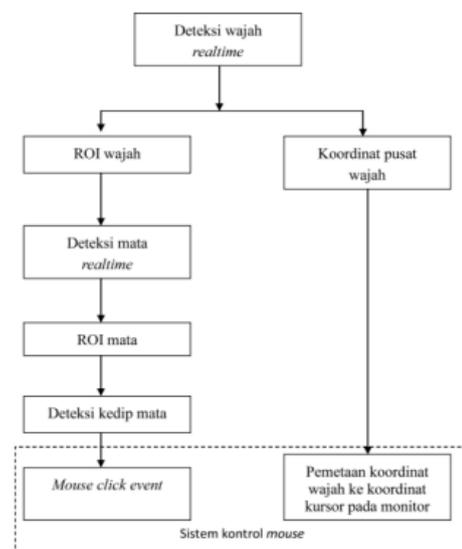
Mouse merupakan sarana vital dalam interaksi dengan komputer, dan pada umumnya dikendalikan dengan menggunakan tangan dan jari, sehingga pengguna yang memiliki cacat tangan dan jari tidak dapat menggunakan mouse tersebut. Untuk keperluan ini sudah ada beberapa penelitian yang merancang aplikasi pengendali kursor mouse menggunakan pengolahan citra dari gerakan bagian tubuh lainnya melalui webcam, salah satunya adalah tracking gerakan kepala berdasarkan deteksi wajah.

Mouse kamera pada penelitian-penelitian sebelumnya menggunakan sistem tracking wajah dengan metode optical flow Lukas Kanade dengan keadaan inisial posisi wajah menggunakan sistem deteksi wajah[1][2][3][4][5] berbasis metode Haarcascade Boosted Classifier yang dikembangkan pertama kali oleh Viola-Jones dan Linehart[6][7][8]. Sedangkan untuk mouse click event dapat dilakukan dengan sistem deteksi berbasis pengolahan citra bagian-bagian tertentu dari wajah[1][3] atau pengenalan suara[2][4][5] dan durasi lokasi kursor dalam keadaan diam[3].

Berbeda dengan penelitian-penelitian di atas, pada penelitian ini, proses pengendalian lokasi kursor mouse hanya berdasarkan metode haarcascade, tanpa menggunakan metode tambahan seperti metode optical flow, sedangkan pengendalian klik difokuskan kepada pemanfaatan klik kiri dengan menggunakan deteksi kedip mata berbasis metode SURF[9]. Penelitian tentang deteksi kedip sebelumnya berbasis metode gradien[10][11] dan tapis Gabor[12].

II. METODOLOGI

Sistem kontrol mouse kamera pada penelitian ini terdiri dari dua fungsi utama, yaitu fungsi alokasi kursor mouse dan fungsi mouse click event. Pada gambar 1, pemetaan koordinat wakil wajah ke layar monitor merupakan fungsi alokasi kursor mouse, sedangkan mouse click event merupakan pemetaan durasi kedip mata untuk fungsi klik kiri, klik kanan, klik dua kali(double click), klik drag and drop.



Gambar 1. Skema utama sistem

A. Alokasi Kursor Mouse

Deteksi wajah dengan haarcascade menggunakan variabel $scalefactor = 1.1$, variabel $minSize = 200 \times 200$, variabel $minNeighbors = 2$. Koordinat pusat (x, y) ditentukan sebesar 0,5 kali lebar dan 0,4 kali tinggi area bujur sangkar hasil deteksi haarcascade.

Hasil deteksi realtime memiliki penyimpangan sebesar ± 1 hingga ± 3 piksel setiap framenya, sehingga diperlukan suatu tapis untuk mengurangi penyimpangan ini, yaitu berdasarkan besar perbedaan lokasi koordinat pusat antara frame sekarang dan sebelum $(diffx, diffy)$, dan akan ada respon pergeseran jika nilai salah satu atau kedua nilai tersebut lebih besar dari ± 3 .

Pemetaan koordinat pusat dilakukan sebagai berikut:

$$x_m = \left(\frac{screenx}{w}\right) \left(rasio_h \left(y - \frac{w}{2}\right) + \left(\frac{w}{2}\right)\right) \quad (1)$$

$$x_m = \left(\frac{screeny}{h}\right) \left(rasio_v \left(y - \frac{h}{2}\right) + \left(\frac{h}{2}\right)\right) \quad (2)$$

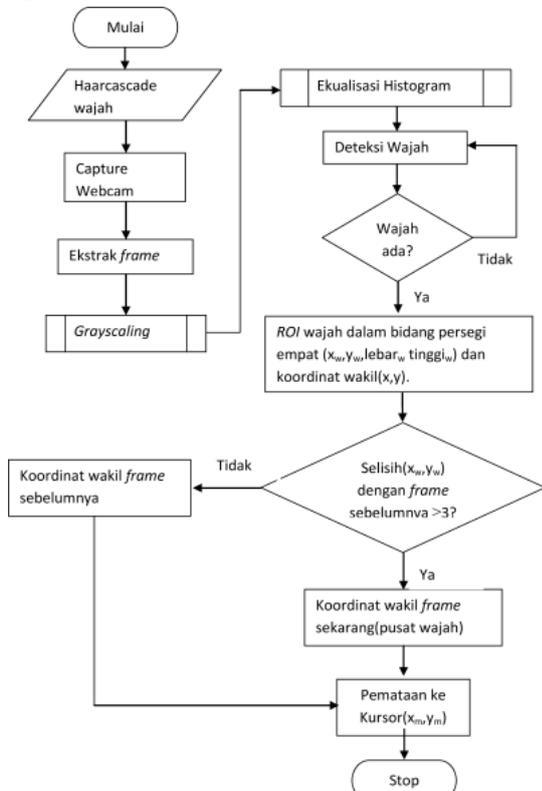
dengan $rasio_h$ dan $rasio_v$ masing-masing merupakan perbandingan tinggi frame *capture* vertikal dan horizontal dengan resolusi akselerasi horisontal ($reslx$) dan vertikal ($resly$) yang ditentukan, (x_m, y_m) koordinat cursor terpetakan.

Agar pergeseran cursor dapat menguasai seluruh area monitor maka digunakan pergeseran pusat inisial dari pemetaan awal, yaitu dengan merubah pengali rasio horisontal pada persamaan (1) dengan $(w - x_f - f_i)$ dan pengali rasio vertikal persamaan (2) dengan $(h - y_f - f_i)$, f_i merupakan toleransi perubahan pusat inisial.

Aktivasi perubahan pusat inisial dengan cara membuat $diffx > 20$ untuk horisontal dan $diffy > 15$ untuk vertikal, dengan aturan:

- Jika pergeseran > 20 ke arah kiri atau > 15 ke arah atas, $f_i = reslx/8$
- Jika pergeseran > 20 ke arah kanan atau > 15 ke arah bawah, $f_i = -resly/8$.

Gambar 2 Berikut ini merupakan diagram alir keseluruhan sistem alokasi cursor *mouse* yang diajukan pada penelitian ini.



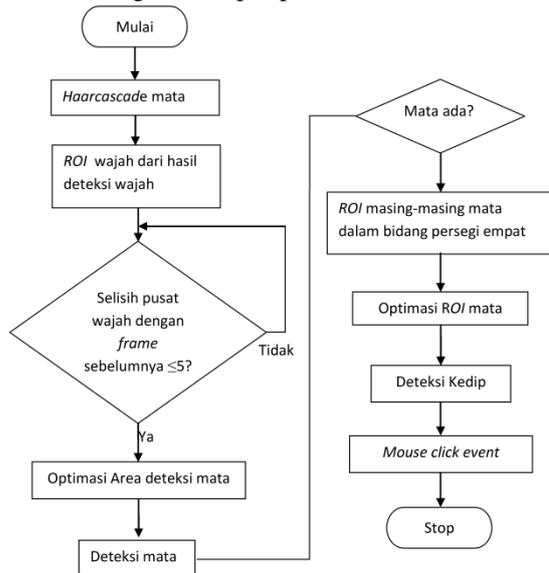
Gambar 2. Diagram alir alokasi cursor *mouse*

B. Mouse Click Event

Mouse click event terdiri atas pra-proses deteksi kedip, deteksi kedip, dan *mouse click event mapping*.

B.1. Pra-Proses Deteksi Kedip

Berikut diagram alir pra-proses *mouse click event*:

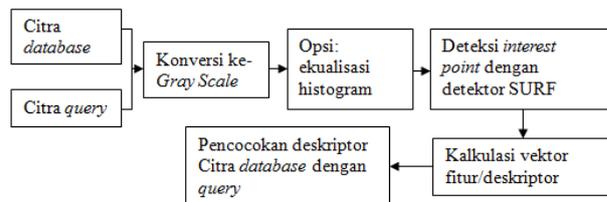


Gambar 3. Diagram alir pra-proses *mouse click event* dengan deteksi kedip mata

Area deteksi mata merupakan area wajah terdeteksi dengan lebar yang sama dan tinggi yang diperkecil dan disesuaikan dengan perkiraan keberadaan lokasi mata secara umumnya, kemudian dibagi dua untuk deteksi mata kiri dan kanan secara terpisah. Area hasil deteksi *haarcascade* mata diperkecil untuk keperluan deteksi kedip dengan pusat mata tetap.

B.2 Deteksi Kedip SURF

Deteksi kedip dengan SURF pada dasarnya adalah mencari *interest point* antara mata terbuka dan mata tertutup pada beberapa lokasi dan orientasi *photometric* wajah yang terdeteksi. Langkah pertama adalah membandingkan ada dan tidaknya *interest point* pada keadaan-keadaan tersebut yang dapat dijadikan parameter yang cukup kuat untuk mendefinisikan mata terbuka dan tertutup. Untuk langkah pertama ini diperkuat dengan membuat nilai minimal hessian yang bisa dikalibrasi sebelum mengaktifasi proses deteksi. Berikut ini adalah skema utama SURF yang digunakan:



Gambar 4. Skema SURF yang digunakan untuk deteksi kedip

Jika parameter yang diperoleh pada langkah pertama belum cukup kuat, maka proses dilanjutkan ke pencocokan (*matcher*) setiap *interest point* pada keadaan yang diketahui sebagai mata terbuka dan mata tertutup. Proses pencocokan dapat dilakukan dengan metode *Brute force matcher* atau *Flann matcher* dan diperbaiki untuk mengeliminasi pasangan-pasangan *interest point* yang kurang tepat dengan menggunakan jarak *euclidian*. Untuk melakukan pencocokan maka diperlukan citra database

keadaan mata terbuka yang diambil sebelum aktivasi proses deteksi.

B.3 Mouse Click Event Mapping

Sistem yang diujicobakan hanya untuk fungsi klik kiri yang dirancang dengan menggunakan deteksi kedip mata kiri, yang diatur dengan berdasarkan durasi mata menutup, untuk membedakan fungsi klik kiri drag(*on*), drop(*off*), klik kiri *ON-OFF*, dan klik kiri ganda. Durasi dirancang dengan *delay* berdasarkan *counter(tick-count)*. Untuk respon pengguna ditambahkan suara indikator klik(*beep*), untuk membedakan masing-masing klik.

Algoritma *mouse click event mapping* berdasarkan *counter* dirancang dengan mengaktifkan *counter* pada saat mata terdeteksi menutup dan mencatat nilai *counter* saat mata kembali membuka dan reset *counter*. Sistem ini hanya terdiri atas boolean keadaan inisial kedip = *false* untuk fungsi pewaktuan dengan *counter*. Sehingga:

- Jika kedip = *true*, *counter* aktif, dan memanggil fungsi klik.
- Jika kedip = *false*, *counter* reset.

Fungsi klik diatur berdasar nilai *counter* pada saat mata kiri menutup, dengan satu keadaan *boolean left_click_on = false* untuk keadaan awal. *Counter* dan fungsi klik diatur sebagai berikut:

- Jika *counter* = 5 dan *left_click_on* = *false*, klik kiri diatur *ON-OFF*, *left_click_on* tetap *false*, *beep* 2000 Hz selama 500 ms.
- Jika *counter* = 10 dan *left_click_on* = *false*, klik kiri diatur *ON(drag)*, *left_click_on* diatur *true*, *beep* 3000 Hz selama 500 ms.
- Jika *counter* = 15, klik kiri diatur *ON-OFF-ON-OFF* untuk fungsi klik kiri ganda, dan *left_click_on* diatur *false*, *beep* 4000 Hz selama 500 ms.
- Jika *counter* = 5 dan *left_click_on* = *true*, klik kiri diatur *OFF(drop)*, *counter* reset, *beep* 3000 Hz selama 500 ms.

Counter = 10 untuk *drag* menjadi terabaikan jika *counter* terus naik menjadi 15 untuk klik ganda, dan *left_click_on* diatur *false* untuk membatalkan fungsi *drop* dari *drag* yang sudah terabaikan tersebut. 1 *counter* berdurasi rata-rata 0.2 detik.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Kerja Alokasi Kursor Mouse

Dengan pengujian layar monitor beresolusi 1366x768, *frame capture* 640x480, resolusi area akselerasi 200x200, maka jika sistem dioperasikan tanpa menggunakan tapis koordinat wakil wajah, maka dengan fluktuasi koordinat karena penyimpangan hasil deteksi *haarcascade* sebesar ± 1 hingga ± 3 piksel, skala pergeseran horisontal adalah 1 : 6.83, akan menyebabkan kemungkinan fluktuasi koordinat kursor pada arah horisontal hingga ± 20.49 piksel, dan skala pergeseran vertikal 1 : 3.84 akan berfluktuasi hingga ± 11.52 piksel pada arah vertikal. Berikut ini adalah tabel

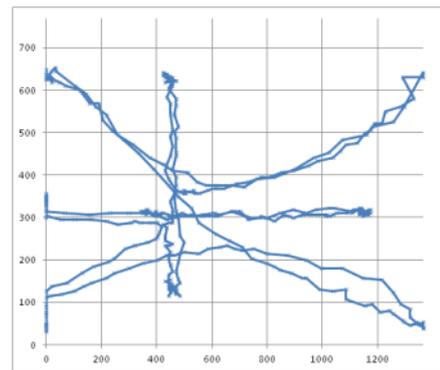
pengaruh resolusi akselerasi terhadap fluktuasi horisontal(e_x) dan vertikal(e_y) kursor *mouse*:

Tabel 1. Resolusi akselerasi terhadap skala pergeseran pada monitor

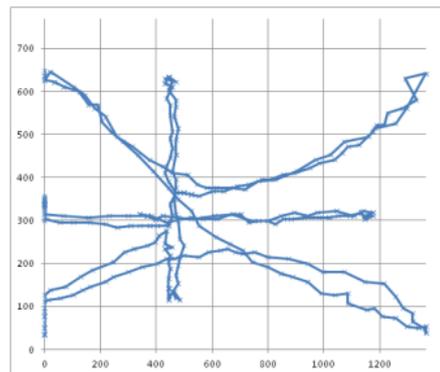
Resolusi Akselerasi	Dx_m	$e_x(\pm)$	Dy_m	$e_y(\pm)$
100	13,66	40,98	7,68	23,04
200	6,83	20,49	3,84	11,52
300	4,55	13,66	2,56	7,68
400	3,42	10,25	1,92	5,76

Dx_m dan Dy_m masing-masing adalah besar pergeseran pada monitor per 1 piksel pergeseran koordinat wakil wajah pada arah sumbu x dan sumbu y .

Penggunaan tapis menyebabkan pergeseran kursor *mouse* hanya terjadi jika terdeteksi pergeseran wajah lebih besar dari ± 3 piksel, sehingga e_x dan e_y berarti juga sebagai besar *grid* pergerakan *mouse*, semakin besar *grid* maka semakin sensitif pergerakan *mouse*, jika pergeseran kurang dari ± 3 piksel, maka wajah akan dianggap diam dan tidak ada pergeseran kursor *mouse*.



Gambar 5. Grafik uji pergeseran koordinat kursor tanpa tapis



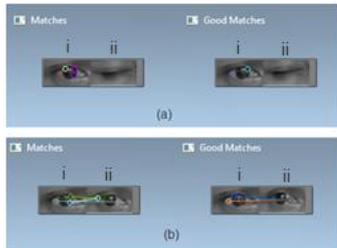
Gambar 6. Grafik uji pergeseran koordinat kursor dengan tapis koordinat wakil wajah

Dari gambar 5 dan gambar 6, terlihat bahwa secara makro penggunaan tapis hanya menunjukkan sedikit perbedaan, sehingga keperluan tapis dapat digunakan dengan baik untuk keadaan diam.

B. Analisa Kedip Mata Berbasis SURF

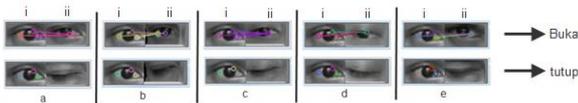
Deteksi *haarcascade* mata dilakukan dengan menggunakan aturan nilai ambang yang diasumsikan dalam keadaan diam berdasarkan pergerakan koordinat wakil wajah, untuk keperluan ini digunakan nilai ambang pergerakan koordinat wakil wajah kurang dari 5 sebagai keadaan diam untuk aktivasi fungsi deteksi kedip.

Penggunaan metode SURF untuk deteksi kedip memerlukan kalibrasi awal hingga didapatkan hasil yang membedakan antara mata terbuka dan mata tertutup seperti yang ditunjukkan pada gambar 7. Tingkat pencahayaan yang digunakan pada tingkat pencahayaan optimal operasi *haarcascade* (rata-rata 400 Lux).



Gambar 7. Contoh kalibrasi SURF dengan *minHessian* 400 dengan (a) mata tertutup dan (b) mata terbuka, pasangan i dan ii adalah mata inisial dan mata sekarang

Keadaan ideal dalam deteksi kedip adalah dengan terdeteksinya sejumlah pencocokan *interest point* (minimal 1) pada saat mata terbuka dan tidak ada *interest point* yang cocok pada saat mata tertutup. Pada gambar 8 menunjukkan bahwa uji coba keadaan buka dan tutup dengan nilai *minHessian* 1800 memenuhi persyaratan untuk digunakan dalam deteksi kedip.



Gambar 8. Pasangan buka-tutup mata *minHessian* = 1800, dengan bagian kanan pasangan citra mata adalah inisial(i) dan bagian kiri adalah citra sekarang(ii) masing-masing: a frontal, b lirik kanan, c lirik bawah, d lirik kiri, e lirik atas

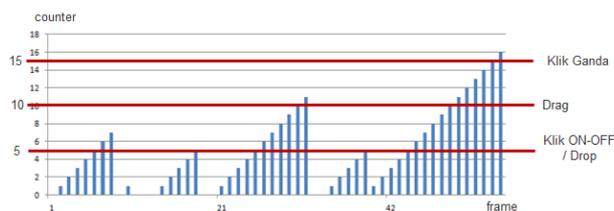
Untuk beberapa keadaan tertentu akan didapat suatu keadaan seperti yang ditunjukkan pada gambar 9, sehingga digunakan metode pencocokan sebagai cadangan jika pendeteksian *interest point* saja tidak cukup, yaitu jika tidak terdapat pasangan yang ditemukan antara mata inisial dengan mata sekarang, maka didefinisikan bahwa mata sekarang dalam keadaan tertutup.



Gambar 9. Deteksi kedip dengan *good match*, (i) citra inisial, (ii) citra sekarang

C. Analisa Mouse Click Event

Berikut ini adalah grafik nomor *frame* pada sumbu axis terhadap *counter* kedip dengan SURF untuk fungsi klik pada sumbu ordinat. 1 *counter* rata-rata 0.2 detik.



Gambar 10. Grafik *counter* deteksi kedip ordinat dan axis

Nilai ordinat *counter* yang digunakan untuk fungsi klik adalah 5, 10, dan 15. Pada gambar 10 terlihat bahwa

dapat dilakukan pemisahan antara kedipan normal yang cepat (kurang dari 0.5 detik) yang berada dibawah nilai ordinat 5, dengan kedipan untuk fungsi klik.

D. Pengujian Implementasi

Pengujian sistem dilakukan pada pencahayaan 400 Lux, berikut pengujian-pengujian yang dilakukan beserta hasilnya:

- (1). Penggunaan *Virtual keyboard* untuk mengetik di notepad, dengan variabel: sampel resolusi akselerasi 200, 300, 400; tanpa suara indikator klik. Dari variasi sampel resolusi akselerasi dipilih resolusi yang terbaik untuk pengujian-pengujian selanjutnya. Hasil pengujian adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil pengujian *Virtual keyboard* tanpa suara indikator

Variabel Pengamatan	Resolusi Akselerasi		
	200	300	400
Persentase kalimat benar	40%	50%	50%
Persentase abjad benar	90%	92%	95%
Persentase enter benar	100%	100%	100%
Persentase spasi benar	100%	100%	100%
rata-rata waktu per kalimat(menit)	1.4	1	1.6

- (2). Penggunaan *virtual keyboard* untuk mengetik di notepad, dengan suara indikator klik. Pengujian indikator suara, untuk mengetahui pengaruh indikator suara. Hasil pengujian adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil pengujian *Virtual keyboard* dengan indikator suara

Variabel Pengamatan	Hasil
Persentase kalimat benar	100%
Persentase abjad benar	100%
Persentase enter benar	100%
Persentase spasi benar	100%
rata-rata waktu per kalimat(menit)	1.2

Untuk pengujian selanjutnya diatur dengan menggunakan indikator suara klik.

- (3). Permainan *Minesweeper*, pengujian ini bermaksud untuk mengetahui kinerja alokasi kursor dan klik pada ukuran area klik yang lebih kecil dibanding *Virtual keyboard*. Untuk mengetahui konsistensi keakuratan klik, pengujian dilakukan dengan melakukan klik sebanyak 50 kali. Ukuran setiap kotak adalah 18x18 piksel². Dari pengujian didapatkan klik benar sebanyak 48 kali dan sisanya salah sebanyak 2 kali, sehingga persentase benar adalah 96%.
- (4). Permainan *Solitaire*, pengujian ini untuk mengetahui kinerja aktivitas *drag* dan *drop mouse*. Pengujian dilakukan dengan melakukan aktivitas *drag* dan *drop* masing-masing 50 kali untuk mengetahui konsistensi keakuratan sistem untuk fungsi klik ini. Hasil Pengujian ini menunjukkan akurasi 100%.
- (5). Klik *Icon*, pengujian ini untuk mengetahui kinerja klik ganda. Pengujian dilakukan sebanyak 20 kali, secara acak pada layar *desktop*, dengan ukuran *icon* rata-rata 64x64 piksel². Hasil Pengujian ini menunjukkan akurasi 100%.
- (6). Penggunaan *Virtual keyboard* pada permainan tetris, pengujian ini untuk mengetahui kemampuan sistem untuk aplikasi yang memerlukan aktivitas klik

dengan batasan waktu secara *realtime*. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali, 1 permainan 10 blok, sehingga total pengujian adalah 50 blok. Pengujian memutar blok secara tepat hanya 17 kali, sehingga persentase kebenarannya adalah 34%. Sedangkan penggeseran blok secara tepat diperoleh sebanyak 23 kali, sehingga persentase kebenarannya adalah 46%.

Berdasarkan keseluruhan hasil pengujian, 300 merupakan resolusi akselerasi terbaik dibanding sampel 200 dan 400. Suara indikator klik mampu meningkatkan akurasi klik. Pergeseran pada resolusi terbaik hasil pengujian(1) masih dapat melakukan aktivitas klik minimal pada area bidang klik setiap 18x18 piksel dengan tepat yang teruji pada permainan *minesweeper*. Sistem ini tidak dapat melakukan aktivitas *drag* dan *drop*, klik ganda dengan baik pada sistem yang memiliki batasan waktu klik melebihi kemampuan durasi waktu melalui *counter* yang digunakan pada metode klik dengan deteksi kedip mata seperti pada permainan *Tetris*.

E. Fps Benchmark

Benchmarking yang dilakukan adalah untuk menghitung besar *frame rate* dalam *frame per second*(fps), dengan membandingkan fps yang hanya terdiri atas aktivitas *capture*, aktivitas *capture* dan deteksi *haarcascade* wajah, dan sistem *mouse* kamera yang dirancang pada penelitian ini. Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh *haarcascade* dan algoritma pengkodean yang disusun terhadap kecepatan fps kamera.

Hasil pengujian menunjukkan sistem yang hanya terdiri dari aktivitas *capture* memiliki *frame rate* rata-rata 7.16 fps, aktivitas *capture* dan deteksi wajah *haarcascade* rata-rata 6.68 fps, dan untuk sistem *mouse* kamera yang dirancang memiliki *frame rate* rata-rata 6.19 fps. Dari hasil tersebut dapat dihitung bahwa *haarcascade* wajah, rata-rata mengurangi fps sebesar 0.48 fps sementara total untuk sistem *mouse* kamera yang digunakan rata-rata mengurangi fps sebesar 0.97 fps. Dengan berdasarkan hasil-hasil pengujian implementasi dan *benchmark* ini, sistem "*camera mouse lowcost*" dengan rata-rata 6.19 fps dengan masih baik untuk digunakan walau tanpa menggunakan metode *optical flow* seperti pada penelitian-penelitian sebelumnya.

IV. KESIMPULAN

Pengendalian kursor *mouse* dapat dilakukan dengan baik melalui penggunaan deteksi wajah *realtime haarcascade*, tanpa harus menggunakan *optical flow*, komputasi sistem menjadi lebih optimal. Pergerakan kursor dan aktivitas klik *ON-OFF*, klik *drag*, *drop*, dan klik ganda dapat berjalan dengan baik pada bidang klik minimal 18x18 piksel². Aktivitas klik dengan deteksi kedip berbasis metode SURF dibantu oleh suara indikator klik memiliki akurasi yang tinggi namun tidak dapat berfungsi dengan baik pada aplikasi yang memerlukan periode klik dalam batasan waktu yang melampaui kemampuan durasi waktu *counter* pada metode klik pada deteksi kedip mata.

REFERENSI

- [1] Nabati, Masoomeh., Behrad, Alireza., 2010, *Camera Mouse Implementation Using 3D Head Pose Estimation by Monocular Video Camera and 2D to 3D Point and Line*, 5th International Symposium on Telecommunications
- [2] Rasakatla, Sriranjana., Indurkha, Bipin., *Optical flow based head tracking for camera mouse, immersive 3D and gaming*, 2010, SIGGRAPH ASIA
- [3] Arai, K., Mardiyanto, R., 2010, *Camera as Mouse and Keyboard for Handicap Person with Troubleshooting Ability, Recovery, and Complete Mouse Events*, International Journal of Human Computer Interaction, Volume(1): Issue (3), CSC Journals, Kuala Lumpur, Malaysia
- [4] Loewenich, Frank., Maire, Frederic., 2008, *Motion-Tracking and Speech Recognition for Hands-Free Mouse-Pointer Manipulation*, Speech Recognition, Technologies and Application, ISBN 978-953-7619-29-9, pp. 550, I-Tech, Vienna, Austria
- [5] Tu, Jilin., Tao, Hai., Huang, Thomas., 2006, *Face as mouse through visual face tracking*, Elsevier Science
- [6] Viola, P., and Jones, M., *Rapid object detection using a boosted cascade of simple features*, 2001 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition
- [7] Viola, P., Jones, J. J., 2004, *Robust Real-Time Face Detection*, International Journal of Computer Vision, Vol. 57, No. 2, May 2004, 137-154, ISSN: 0920-5691
- [8] Lienhart, R., Maydt, J., 2002, *An extended set of Haar-like features for rapid object detection*, Proceedings of the International Conference on Image Processing (ICIP), pp. I-900- I-903, September 2002, IEEE, Rochester, New York, USA
- [9] Bay, Herbert., Ess, Andreas., Tuytelaars, Tinne., Van Gool, Luc., 2008, *Speeded-Up Robust Features (SURF)*, Elsevier
- [10] Grauman, K., Betke, M., Gips, Bradski, G., 2001, *Communication via eye blinks - detection and duration analysis in real time*, Proceedings of the IEEE Computer Vision and Pattern Recognition Conference, Vol. 2
- [11] Chau, Michael., Betke, M., 2005, *Real Time Eye Tracking and Blink Detection with USB Cameras*, Boston University Computer Science Technical Report No. 2005-12
- [12] Aai, Kohei., Mardiyanto, Ronny., 2011, *Comparative Study on Blink Detection and Gaze Estimation Methods for HCI, in Particular, Gabor Filter Utilized Blink Detection Method*, Eighth International Conference on Information Technology: New Generations