

## PERANCANGAN PENGENALAN POLA TANGAN MENGGUNAKAN METODE FINITE STATE MACHINE

Fariz Dwi Pratama<sup>1</sup>, Gelar Budiman<sup>2</sup>, I Nyoman Apraz Ramatryana<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

---

### Abstrak

Kamera yang terhubung dengan komputer merekam gambar digital tangan manusia untuk menafsirkan postur atau sikap manusia. Pola tangan pada manusia telah banyak digunakan untuk berbagai mekanisme Virtual Reality dan merupakan penelitian yang sedang berlangsung dalam interaksi manusia dan komputer (Human-Computer Interaction). Kemudahan berinteraksi antara manusia dalam mengoperasikan mouse komputer sangat dibutuhkan.

Untuk menerapkan interaksi ini, sistem pengenalan yang dirancang menggunakan empat tahap yaitu, 1) akuisisi, 2) pre-processing, 3) ekstraksi fitur, dan 4) klasifikasi. Dalam klasifikasi, berbagai fitur dengan maksud tertentu dibangun dari postur tangan dan dibandingkan sesuai dengan langkah-langkah kesamaan dan postur yang paling cocok yang digunakan sebagai operasi mouse untuk mengontrol kursor komputer. Pada tugas akhir ini dilakukan simulasi menggunakan sistem klasifikasi dengan metode decision tree dan finite state machine.

Dari simulasi sistem yang telah dilakukan, didapat bahwa pada sistem ini menggunakan Th1 sebesar 886 dan Th2 sebesar 127 pada suatu parameter sistem klasifikasi decision tree. Dan nilai parameter waktu pada sistem klasifikasi finite state machine untuk perintah double-click didapatkan sebesar 1180.8 milisecond atau sekitar 1.2 detik. Nilai akurasi pada simulasi yang dilakukan untuk postur fist sebesar 100%, untuk postur palm sebesar 93.3%, untuk postur thumb-finger sebesar 100%, dan untuk postur fore-finger sebesar 86.67%. Dengan akurasi rata-rata 95%. Ini didapat pada jarak 50cm antara kamera dengan obyek tangan. Serta waktu komputasi rata-rata sekitar 590.4 milisecond.

Kata Kunci : Virtual Reality, Virtual Mouse, Decision Tree, Finite State Machine

---

### Abstract

Camera is connected to a computer to record digital images of human hands to interpret human posture or attitude. Patterns on the human hand has been widely used for various mechanisms of Virtual Reality and an ongoing research in human computer interaction (Human-Computer Interaction). Ease of interaction between humans in operating the computer mouse is needed.

To implement this interaction, the recognition system is designed using four stages, those stages are, 1) acquisition, 2) pre-processing, 3) feature extraction, and 4) classification. In classification, the features with a purpose built of hand postures and compared according to the similarity measures and the most suitable posture is used as a mouse to control the operation of a computer cursor. In this final task, classification system was simulated using the decision tree method and finite state machine.

The simulation system which has been done, found that the system is using 886 of Th1 and 127 of Th2 on a decision tree classification system parameters. And the value of the time parameter classification system finite state machine to double-click the command obtained at 1180.8 milliseconds or about 1.2 seconds. Values on the simulation accuracy for the fist posture is 100%, 93.3% of palm posture, 100% for thumb-finger posture, and 86.67% for the fore-finger posture. With an average accuracy of 95%. It is obtained at a distance of 50cm between the camera and the object arms. As well as computing time averages about 590.4 milliseconds.

Keywords : Virtual Reality, Virtual Mouse, Decision Tree, Finite State Machine

---

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi komunikasi semakin mempermudah masyarakat dalam melakukan komunikasi. Namun, teknologi yang kita gunakan saat ini masih memiliki banyak kekurangan dalam segi kemudahan dan kenyamanan. Oleh karena itu, diperlukan suatu teknologi yang bisa memberikan kemudahan dan kenyamanan.

Pendeteksian dan penelusuran objek merupakan bidang kajian yang telah menjadi perhatian dalam pengembangan dan peningkatan interaksi antara manusia dengan mesin atau komputer. Kamera yang terhubung dengan komputer merekam citra digital tangan manusia untuk menafsirkan postur atau sikap manusia. Pola tangan pada manusia telah banyak digunakan untuk berbagai mekanisme *virtual reality* dan menjadi penelitian yang sedang berlangsung dalam interaksi manusia dan komputer. Alasan utama yang mendasari hal ini adalah kealamian komunikasi antara manusia dengan komputer tersebut, misal pada kasus *virtual mouse* ini. *Virtual mouse* yang mampu menggantikan fungsi atau kerja *mouse* komputer dengan pergerakan tangan sehingga manusia dapat lebih mudah dan nyaman menggunakan komputer.

Tugas Akhir ini membahas mengenai teknik pengenalan untuk pola tangan dengan menggunakan dua metode yaitu *distance classifier* untuk pengenalan pola tangan dalam satu gerakan untuk satu aktivitas dan *finite state machine* untuk pengenalan pola tangan dalam beberapa gerakan untuk satu aktivitas. *Distance classifier* merupakan salah satu sistem klasifikasi yang menentukan suatu citra ke dalam kelas yang mempunyai jarak terpendek dari jarak perbandingan. *Finite state machine* adalah suatu model perangkat yang memiliki sejumlah *state* dan pada satu waktu dapat berada dalam salah satu *state* tersebut. Model perangkat ini mampu memproses input dan menghasilkan transisi dari *state* satu ke *state* lain atau menghasilkan keluaran berupa aksi.

Penelitian pada Tugas Akhir ini merupakan bagian dari tahapan suatu sistem *virtual reality* untuk operasi *Virtual Mouse*, dimana fokusnya adalah bagaimana menerapkan metode *finite state machine* untuk dapat mengenali gerakan pola tangan yang diambil dengan menggunakan webcam, serta menguji kedua metode tersebut sehingga menghasilkan teknik pengenalan gerakan pola tangan dengan akurasi yang baik dan juga

untuk mengurangi waktu komputasi perhitungan. Tingkat akurasi ketepatan gerakan dari metode yang digunakan diharapkan dapat memberikan hasil yang maksimal.

## 1.2 Tujuan

Tujuan Tugas Akhir ini adalah :

1. Merancang dan merealisasikan suatu sistem pengenalan pola tangan manusia.
2. Menerapkan algoritma *finite state machine* dalam sistem pengenalan pola tangan manusia.
3. Melakukan analisa kerja sistem dalam membedakan dan mengenali pola tangan.
4. Mengetahui tingkat akurasi *finite state machine* pada proses pengenalan pola tangan.

## 1.3 Rumusan Masalah

Beberapa permasalahan pada tugas akhir dapat diformulasikan sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang dan merealisasikan sistem pengenalan pola tangan dalam lingkungan bahasa pemrograman C#.
2. Bagaimana menerapkan metode *finite state machine* untuk pengenalan pola tangan.
3. Bagaimana melakukan identifikasi dari *feature* yang ada untuk menentukan apakah citra tangan tersebut dikenali dengan benar atau salah.

## 1.4 Batasan Masalah

Tugas akhir ini akan membatasi permasalahan pada hal-hal berikut :

1. Data citra yang digunakan adalah citra hasil akuisisi webcam dengan format \*.jpg atau \*.jpeg berukuran 640x480 dan merupakan bagian tangan manusia sebelah kanan dan yang akan diambil adalah telapak manusia tampak depan.
2. Citra masukan diambil dengan *webcam* pada postur yaitu telapak, mengempal, jari telunjuk menekuk dan jari jempol menekuk dengan pencahayaan lampu dalam ruangan secukupnya.
3. Proses deteksi tangan menggunakan library EmguCV.
4. Pengambilan data citra ditentukan dengan jarak 50cm.
5. Pengambilan data citra menggunakan *background* yang *contrast* dengan warna tangan.
6. Rentang umur orang untuk pengambilan data dari 18 – 24 tahun.
7. Perancangan sistem menggunakan bahasa pemrograman C# dengan aplikasi Microsoft Visual Studio.
8. Data yang masuk sebagai data masukan adalah citra.

## 1.5 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode-metode sebagai berikut :

1. Studi literatur dan pustaka.

Pencarian materi-materi dan referensi yang berkaitan dengan permasalahan yang dibahas, seperti materi tentang algoritma *finite state machine*, *virtual mouse*, dan materi pendukung lainnya.

2. Analisis dan perancangan kebutuhan sistem.

Merupakan tahap perancangan sistem yang dibuat, yakni sebuah perangkat lunak yang akan menerapkan *finite state machine* pada permasalahan pengenalan pola gerakan tangan untuk mendapatkan operasi pada *virtual mouse* yang akurat.

3. Implementasi sistem.

Melakukan *coding* menggunakan bahasa pemrograman Matlab dan C# untuk membangun sistem sesuai dengan rancangan pada tahap sebelumnya.

4. Pengujian sistem.

Pada tahap ini, dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibangun. Hal yang diujikan ialah seperti yang telah dipaparkan pada tahap perancangan.

5. Analisis hasil pengujian.

Dari tahap pengujian sistem yang dilakukan sebelumnya, dilakukan analisis performansi terhadap pengaruh digunakannya algoritma *finite state machine* untuk pengenalan pola gerakan tangan.

6. Pengambilan kesimpulan.

Dalam tahap ini bertujuan untuk menarik kesimpulan setelah melakukan percobaan pengenalan pola tangan menggunakan metode *finite state machine*.

7. Penyusunan laporan Tugas Akhir.

Pada tahap ini, dilakukan penyusunan laporan akhir dan pengumpulan dokumentasi yang diperlukan, format laporan mengikuti kaidah penulisan yang benar dan yang sesuai dengan ketentuan-ketentuan yang telah ditetapkan oleh institusi.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini dibagi dalam beberapa topik bahasan yang disusun secara sistematis sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini membahas latar belakang masalah, tujuan penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB II DASAR TEORI**

Bab ini membahas prinsip dasar pengenalan pola gerakan tangan, istilah-istilah yang terkait dengan judul dan dasar-dasar matematika.

### **BAB III PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM**

Bab ini menjelaskan proses desain dan perancangan sistem pengenalan pola gerakan tangan dengan metode *finite state machine*.

### **BAB IV PENGUJIAN SISTEM DAN ANALISIS**

Bab ini membahas tentang pengujian sistem dan analisa hasil percobaan yang dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Analisa dilakukan terhadap parameter kinerja sistem yang diamati.

### **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian Tugas Akhir dan saran untuk pengembangan-pengembangan lebih lanjut.



Telkom  
University

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada tugas akhir ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai Th1 pada salah satu nilai parameter di klasifikasi *decision tree* untuk mengklasifikasikan kelas *fist* dan *non fist (palm, thumb-finger, dan fore-finger)* yaitu sebesar 866.
2. Nilai Th2 pada salah satu nilai parameter di klasifikasi *decision tree* untuk mengklasifikasikan kelas *thumb-finger* dan *fore-finger* yaitu sebesar 127.
3. Nilai akurasi tertinggi sistem yang dibuat pada jarak 50cm yaitu dapat mencapai sebesar 95%.
4. Rata-rata proses waktu komputasi sistem yang dibuat yaitu mencapai 590.4 milisecond.
5. Nilai parameter waktu untuk klasifikasi *finite state machine* pada perintah *double-click* yaitu sebesar 1180.8 milisecond atau sekitar 1.2 detik.
6. Pengujian nilai akurasi sistem dengan jarak 40cm mencapai 66.67%, pada jarak 45cm mencapai 81.67%, pada jarak 55cm 81.67%, dan pada jarak 60cm 78.33%.
7. Pengujian menggunakan *attack noise* AWGN dengan *variance* 0.01 mencapai akurasi 96.67% sedangkan dengan *variance* 0.02 mencapai 70%.
8. Pengujian menggunakan *attack noise* Salt & Pepper dengan *density* 0.02 mencapai akurasi 96.67% sedangkan dengan *density* 0.05 mencapai 70%.
9. Pengujian menggunakan *attack resize* dengan citra masukan berukuran 320x240 mencapai akurasi sebesar 25% sedangkan citra masukan berukuran 1280x960 mencapai 46.67%.
10. Pengujian menggunakan *attack rotate* dengan citra masukan di rotasi sebesar  $5^0$  mencapai akurasi maksimum 100% sedangkan untuk rotasi  $10^0$  mencapai 95%.
11. Pengujian menggunakan dengan citra masukan background kompleks mencapai akurasi rata-rata sebesar 95%.
12. Waktu komputasi untuk sistem *finite state machine* mencapai 270.49ms dan akurasi yaitu 100%.

## 5.2 Saran

Pada masa yang akan datang diharapkan diadakan penelitian lebih lanjut pada tugas akhir ini, dengan beberapa saran sebagai berikut :

1. Dilakukan algoritma optimasi untuk menentukan  $Th_1$  dan  $Th_2$  pada sistem klasifikasi *decision tree*.
2. Menggunakan sistem ekstraksi ciri yang lain agar dapat dibandingkan hasil akurasi dan waktu komputasi yang lebih baik.
3. Menggunakan *filter* untuk menghilangkan *noise* sebelum masuk pada sistem *skin detection*.
4. Menggunakan normalisasi ukuran obyek tangan agar sistem dapat digunakan dalam jarak yang berbeda.
5. Menggunakan sistem klasifikasi yang lain agar dapat dibandingkan hasil akurasi dan waktu komputasi yang lebih baik.
6. Pengujian yang menggunakan berbagai keadaan, seperti kemiringan tangan, warna tangan, cahaya ruangan, *background* yang kompleks, dan lain-lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aksac, Alper. 2011. Real-time Multi-Objective Hand Posture/Gesture Recognition by Using Distance Classifiers and Finite State Machine for Virtual Mouse Operations. *IEEE*: Hal II-457 – II-461.
- [2] Aloupis, Greg. *A History of Linear-time Convex Hull Algorithms for Simple Polygons*. Tersedia: <http://cgm.cs.mcgill.ca/~athens/cs601/> [29 Oktober 2012]
- [3] Aloupis, Greg dan Bohdan Kaluzny. *The Three-Coins Algorithm for Convex Hulls of Polygons*. Tersedia: <http://cgm.cs.mcgill.ca/~beezer/cs507/3coins.html> [29 Oktober 2012]
- [4] Black, Paul E. 2008. *finite state machine*. Tersedia: <http://xlinux.nist.gov/dads/HTML/finiteStateMachine.html> [20 Oktober 2012]
- [5] Cahyono, Andhik Budi. 2006. Analisis Pemanfaatan Small Disjunct Pada Decision Tree dengan Algoritma Genetika. Bandung: Institut Teknologi Telkom.
- [6] Kiki dan Kusumadewi, Sri. 2004. Analisis Jaringan Syaraf Tiruan dengan Metode Backpropagation Untuk Mendeteksi Gangguan Psikologi. *Media Informatika 2*, No. 2.
- [7] Mahmoud, Tarek M. 2008. A New Fast Skin Color Detection Technique. *World Academy of Science, Engineering and Technology*: 19.
- [8] Muntasa, Arif dan Purnomo, Mauridhi Hery. 2010. *Konsep Pengolahan Citra Digital dan Ekstraksi Fitur*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [9] Putra, Darma. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [10] Roma, Hadiwibowo. 2006. *Biometrik: Penggunaannya Dalam Pengamanan*. [Online]. Tersedia: <http://hadiwibowo.wordpress.com/2006/12/12/biometrik-penggunaannya-dalam-pengamanan> [20 Oktober 2012]
- [11] Sayekti, Wening Enggar. 2011. *Desain dan Implementasi Sistem Deteksi Koordinat Sumbu X, Y, Z Pada Objek Secara Real Time Berbasis Image Processing*. Bandung: Institut Teknologi Telkom.
- [12] Setiabudi, Djoni Haryadi. 2002. Uji Kecepatan Algoritma Convex-Hull: Graham dan Melkman. *Jurnal Teknik Elektro 2*, No. 1.
- [13] Sutoyo, T., Mulyanto, Edy, dkk. 2009. *Teori Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Penerbit Andi (kerjasama dgn Udinus Semarang).
- [14] Whensheng, Li. 2010. Implementation of Virtual Mouse Based on Machine Vision. *IEEE*: Hal 367 - 371.

[15] Youssef, Menatoallah M. 2011. *Hull Convexity Defect Features For Human Action Recognition*. Ohio: University of Dayton.

