

**IMPLEMENTASI HAND GESTURE RECOGNITION PADA
VIRTUAL MOUSE MENGGUNAKAN PUSTAKA OPENCV**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Informatika



disusun oleh

MUHAMMAD ZULHADITYA HAPIZ

19.11.2893

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2023

**IMPLEMENTASI HAND GESTURE RECOGNITION PADA
VIRTUAL MOUSE MENGGUNAKAN PUSTAKA OPENCV**

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Informatika



disusun oleh

MUHAMMAD ZULHADITYA HAPIZ

19.11.2893

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA**

YOGYAKARTA

2023

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**IMPLEMENTASI HAND GESTURE RECOGNITION PADA VIRTUAL
MOUSE MENGGUNAKAN PUSTAKA OPENCV**

yang disusun dan diajukan oleh

Muhammad Zulhaditya Hapiz

19.11.2893

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi
pada tanggal 24 Februari 2023

Dosen Pembimbing,



Arif Akbarul Huda, S.Si.,M.Eng.
NIK. 190302287

HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI
IMPLEMENTASI HAND GESTURE RECOGNITION PADA VIRTUAL
MOUSE MENGGUNAKAN PUSTAKA OPENCV

yang disusun dan diajukan oleh

Muhammad Zulhaditya Hapiz

19.11.2893

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 17 Maret 2023

Susunan Dewan Penguji

Nama Penguji

Tanda Tangan

Arifiyanto Hadinegoro, S.Kom, MT
NIK. 190302289



Ria Andriani, M.Kom
NIK. 190302458



Arif Akbarul Huda, S.Si, M.Eng
NIK. 190302287



Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
Tanggal 22 Maret 2023

DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER



Hanif Al Fatta, S.Kom., M.Kom.
NIK. 190302096

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Muhammad Zulhaditya Hapiz
NIM : 19.11.2893

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul berikut:

IMPLEMENTASI HAND GESTURE RECOGNITION PADA VIRTUAL MOUSE MENGGUNAKAN PUSTAKA OPENCV

Dosen Pembimbing : Arif Akbarul Huda, S.Si.,M.Eng.

1. Karya tulis ini adalah benar-benar ASLI dan BELUM PERNAH diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas AMIKOM Yogyakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian SAYA sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab SAYA, bukan tanggung jawab Universitas AMIKOM Yogyakarta.
5. Pernyataan ini SAYA buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka SAYA bersedia menerima SANKSI AKADEMIK dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Yogyakarta, 22 Maret 2023

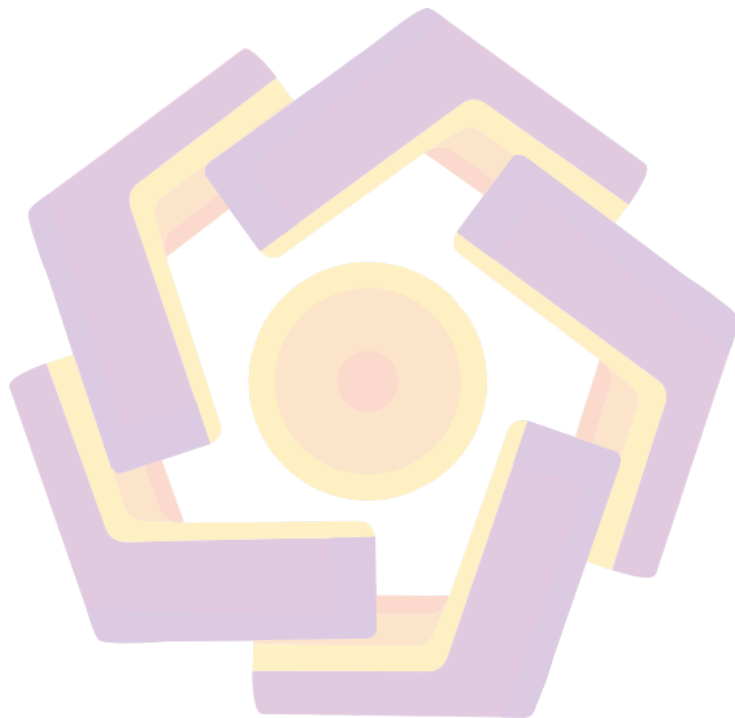
Yang Menyatakan,



Muhammad Zulhaditya Hapiz

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dipersembahkan untuk kedua orangtua dan adikku serta sahabat yang selalu mendukung dan mendoakan.



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah *rabbi'l alamin*, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, atas karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **IMPLEMENTASI HAND GESTURE RECOGNITION PADA VIRTUAL MOUSE MENGGUNAKAN PUSTAKA OPENCV**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Amikom Yogyakarta.

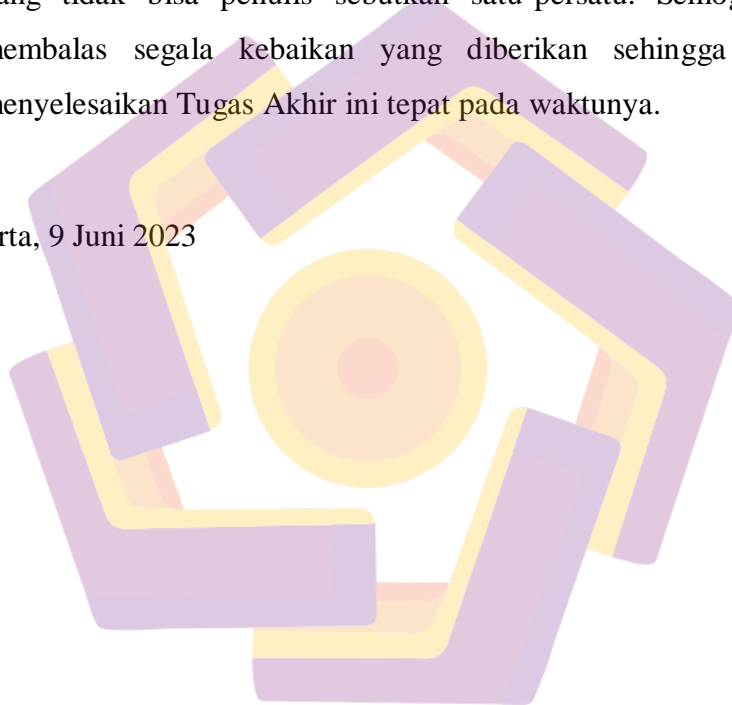
Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak yang selalu senantiasa bersedia memberikan bantuan dan masukan kepada penulis. Semoga Allah SWT membalas kebaikan mereka dengan sesuatu yang lebih baik. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Hanif Al Fatta, S.Kom., M.Kom. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Amikom Yogyakarta.
2. Ibu Windha Mega Pradnya Duhita, M.Kom. selaku Ketua Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Amikom Yogyakarta.
3. Bapak Arif Akbarul Huda, S.Si., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan saran dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
4. Bapak Arifiyanto Hadinegoro, M.T. dan Ibu Ria Andriani, M.Kom. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan dan saran terkait perbaikan penulisan dan pengujian penelitian ini.
5. Seluruh Dosen dan Civitas Akademik Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Amikom Yogyakarta.
6. Kepada kedua orang tua, Bapak Budi Setiawan dan Ibu Henny Puspa Nugraha, serta kedua adikku Muhammad Syapiq Alfarazi dan Muhammad Iqbal Ramadhan yang tak pernah berhenti mendoakan, menasehati, dan membimbing. Semoga kesehatan, keberkahan dan perlindungan selalu Allah SWT berikan kepada mereka.

7. Terimakasih kepada Inayah Fitri Wulandari S.Farm. selaku yang selalu menemani, membantu, dan memberikan semangat kepada penulis.
8. Sahabatku Rizki Bio Janhefi, Bramantio Wibowo, Rafif Fikri Fathoni dan Reny Aprilia Safarty yang telah banyak membantu dan menemani penulis selama perkuliahan di Yogyakarta.
9. Teman-teman Informatika 5 atas segala bantuan, kerja sama dan dukungan satu sama lain.
10. Seluruh pihak-pihak terkait baik secara langsung ataupun tidak langsung yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya.

Yogyakarta, 9 Juni 2023

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xiii
DAFTAR ISTILAH	xiv
INTISARI	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.5.1 Manfaat Teoritis	2
1.5.2 Manfaat Praktis	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Studi Literatur	4
2.2 Interaksi Manusia dan Komputer	9
2.3 Machine Learning	9
2.3.1 Reinforcement Learning	9
2.3.2 Supervised Learning	10
2.3.3 Unsupervised Learning	10
2.4 Computer Vision	10
2.5 Open Source Computer Vision Library	11

2.6	Single Shot Detector	12
2.7	Hand Gesture Recognition	13
2.7.1	HGR berbasis sensor	13
2.7.2	HGR berbasis <i>computer vision</i>	14
2.8	<i>MediaPipe</i>	15
2.9	<i>Hand Landmark Model</i>	15
2.10	Palm Detection Model	17
2.11	<i>Confusion Matrix</i>	17
2.12	Python	18
BAB III METODE PENELITIAN		19
3.1	Alur Penelitian	19
3.2	Pendahuluan	20
3.2.1	Perumusan Masalah	20
3.2.2	Studi Pustaka	20
3.3	Analisa	20
3.3.1	Analisa Kebutuhan	20
3.3.1.1	Perangkat Keras	21
3.3.1.2	Perangkat Lunak	21
3.3.1.3	Library Python	21
3.3.2	Analisa Sistem	22
3.4	Pembuatan Sistem	23
3.4.1	Akuisisi Data	24
3.4.2	Metode Single Shot Detector	24
3.4.3	Hand Landmark Model	25
3.5	Implementasi Model Sistem	25
3.5.1	Instalasi Python	25
3.5.2	Instalasi Library	25
3.5.3	Pengkodean Aplikasi	26
3.6	Pengujian Sistem	26
3.6.1	Cahaya Redup	27
3.6.2	Cahaya Terang	27

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Implementasi HGR	29
4.1.1 Import Library	29
4.1.2 Hand Gesture Recognition	30
4.1.3 Virtual Mouse	31
4.2 Tampilan Sistem <i>Virtual Mouse</i>	33
4.2.1 Tampilan Aksi Pergerakan Mouse	33
4.2.2 Tampilan Aksi Klik Kiri	33
4.2.3 Tampilan Aksi Klik Kanan	34
4.2.4 Tampilan Aksi <i>Scroll</i> Atas	34
4.2.5 Tampilan Aksi <i>Scroll</i> Bawah	35
4.3 Pengujian Fungsionalitas Sistem	35
4.3.1 Pengujian Cahaya Redup	36
4.3.2 Pengujian Cahaya Terang	38
4.4 Perhitungan <i>Confusion Matrix</i>	40
4.4.1 Kondisi Cahaya Redup	40
4.4.2 Kondisi Cahaya Terang	40
4.5 Evaluasi Sistem	41
BAB V PENUTUP	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
REFERENSI	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Keaslian Penelitian	6
Tabel 2.2 <i>Confusion Matrix</i>	17
Tabel 3.1 Library Python	21
Tabel 3.2 Skema Pengujian Cahaya Redup	27
Tabel 3.3 Skema Pengujian Cahaya Terang	27
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Jarak 0.5 m (Redup)	36
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Pada Jarak 2 m (Redup).....	36
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Pada Jarak 3 m (Redup).....	37
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Pada Jarak 0.5 m (Terang).....	38
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Pada Jarak 2 m (Terang).....	38
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Pada Jarak 3 m (Terang).....	39
Tabel 4.7 Hasil Evaluasi Sistem	41
Tabel 4.8 Perbandingan Tingkat Akurasi Sistem	42

DAFTAR GAMBAR

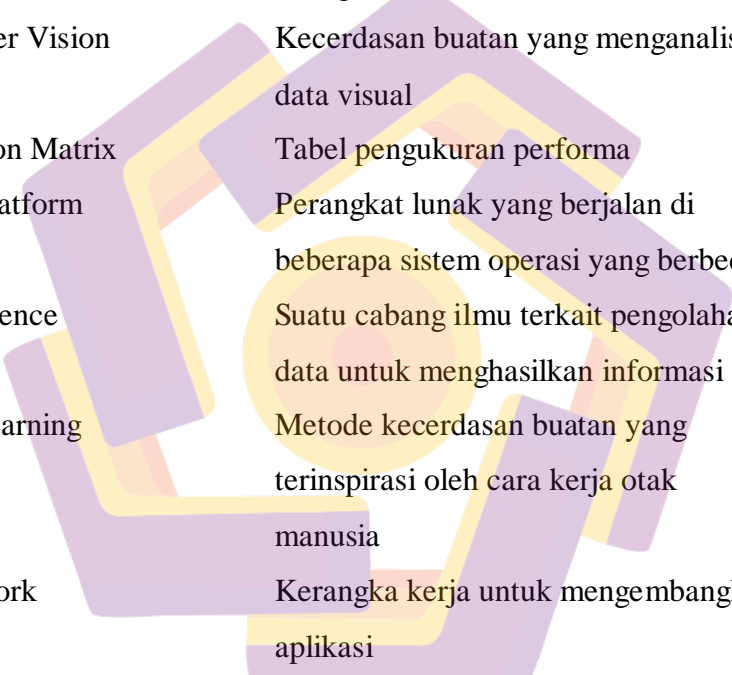
Gambar 2.1 Sistem <i>Computer Vision</i>	11
Gambar 2.2 Arsitektur Single Shot Detector	12
Gambar 2.3 HGR berbasis sensor	13
Gambar 2.4 HGR berbasis <i>computer vision</i>	14
Gambar 2.5 HLM.....	15
Gambar 2.6 Implementasi HLM	16
Gambar 2.7 Proses HGR.....	16
Gambar 3.1 Alur Penelitian	19
Gambar 3.2 Diagram Alir Sistem <i>Virtual Mouse</i>	22
Gambar 3.3 Alur pembuatan HGR	24
Gambar 4.1 Tampilan Aksi Pergerakan Mouse	33
Gambar 4.2 Tampilan Aksi Klik Kiri	33
Gambar 4.3 Tampilan Aksi Klik Kanan	34
Gambar 4.4 Tampilan Aksi <i>Scroll</i> Atas.....	34
Gambar 4.5 Tampilan Aksi <i>Scroll</i> Bawah.....	35

DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

ASL	American Sign Language
PC	Personal Computer
HGR	Hand Gesture Recognition
HLM	Hand Landmark Model
SSD	Single Shot Detector
MP	Mega Pixel
HD	High Definition
TP	True Positive
TN	True Negative
FP	False Positive
FN	False Negative



DAFTAR ISTILAH



Accuracy	Ketepatan
Anchor Box	Kotak pembatas yang memiliki tinggi dan lebar
Augmented Reality	Teknologi yang menggabungkan konten digital dengan dunia nyata
Backbone	Jaringan ekstraksi
Computer Vision	Kecerdasan buatan yang menganalisis data visual
Confusion Matrix	Tabel pengukuran performa
Cross Platform	Perangkat lunak yang berjalan di beberapa sistem operasi yang berbeda
Data Science	Suatu cabang ilmu terkait pengolahan data untuk menghasilkan informasi
Deep Learning	Metode kecerdasan buatan yang terinspirasi oleh cara kerja otak manusia
Framework	Kerangka kerja untuk mengembangkan aplikasi
Hand Gesture Recognition	Teknologi deteksi gestur tangan
Hand Landmark Model	Modul deteksi jari tangan manusia
Hardware	Perangkat Keras
Human Computer Interaction	Cabang ilmu terkait interaksi manusia dan komputer
Image Processing	Pengolahan gambar

Keypoints	Penanda
Library	Kumpulan kode yang memiliki fungsi tertentu
Lux	Satuan intensitas cahaya
Machine Learning	Cabang ilmu terkait pembelajaran mesin berdasarkan data
Bounding Box	Kotak pembatas jari dan pergelangan tangan
Palm Detector	Teknologi untuk mendeteksi telapak tangan
Precision	Nilai kecocokan antara informasi masukan dengan jawaban yang diberikan sistem
Pseudocode	Teknik penulisan kode program secara sederhana
Real Time	Respon secara langsung pada sistem
Recall	Nilai keberhasilan model untuk menemukan sebuah informasi
Supervised Learning	Pembelajaran model yang terawasi
Unsupervised Learning	Pembelajaran model tanpa pengawasan
Virtual Mouse	Teknologi yang memungkinkan jari manusia sebagai kontrol mouse
Webcam	Kamera yang dihubungkan ke komputer atau laptop
Wireless	Teknologi tanpa kabel

INTISARI

Perkembangan teknologi saat ini memungkinkan manusia melakukan pekerjaan secara efektif dan efisien. Proses perkembangan teknologi juga memicu lahirnya *human computer interaction* yang merupakan hasil studi dari proses interaksi manusia dengan komputer. Interaksi manusia dan komputer yang sudah umum adalah dengan menggunakan hardware tambahan seperti keyboard dan mouse, namun tidak menggunakan hardware yang sudah ada seperti *webcam*. Penggunaan *webcam* sebagai alat instruksi manusia dan komputer untuk menggantikan fungsi mouse membutuhkan teknik *computer vision* berdasarkan penerapan *machine learning*. Salah satu perkembangan *machine learning* adalah *Hand Gesture Recognition* (HGR) yang dapat diterapkan sebagai sistem *virtual mouse*. Teknologi HGR digunakan untuk mendefinisikan gerakan tubuh sebagai pesan yang bisa diterima dan melakukan perintah sesuai dengan instruksi yang diberikan. Penelitian ini menggunakan metode *Single Shot Detector* (SSD) untuk merancang *virtual mouse* berbasis *Hand Landmark Model* (HLM). Penelitian ini bertujuan untuk melakukan implementasi HGR pada *virtual mouse* menggunakan pustaka OpenCV dan mediapipe. Pengujian sistem *virtual mouse* berdasarkan tingkat intensitas cahaya redup (50 lux) dan cahaya terang (120 lux) serta jarak uji 0,5 - 3 m. Hasil dari penelitian ini adalah tingkat akurasi sistem pada cahaya redup didapatkan rata-rata kecepatan respon sistem sebesar 0,06 detik dengan tingkat akurasi mencapai 81%. Sedangkan pengujian sistem pada cahaya terang didapatkan rata-rata kecepatan respon sistem sebesar 0,05 detik dengan tingkat akurasi 98%.

Kata kunci: Machine Learning, Virtual Mouse, OpenCV, Hand Gesture Recognition, Hand Landmark Model.

ABSTRACT

Current technological developments allow humans to do work effectively and efficiently. The process of technological development also triggers the birth of human computer interaction, which is the result of the study of the interaction process between humans and computers. Human and computer interaction that is common is using additional hardware such as keyboards and mice, but not using existing hardware such as webcams. The use of a webcam as a human and computer instruction tool to replace the mouse function requires computer vision techniques based on the application of machine learning. One of the developments in machine learning is hand gesture recognition which is the application of machine learning. Hand gesture recognition technology is used to define body movements as messages that can be received and carry out commands according to the instructions given. This study uses the single shot detector method to design hand gesture recognition based on the hand landmark model. This study aims to implement hand gesture recognition on a virtual mouse using the OpenCV library and mediapipe. Testing the virtual mouse system based on the level of low light intensity (50 lux) and bright light (120 lux) and a test distance of 0,5 - 3 ms. The results of this study are the level of accuracy of the system in low light, the average response speed of the system is 0,06 seconds with an accuracy rate of 81% While testing the system in bright light, the average system response speed is 0,05 seconds with an accuracy rate of 98%

Keyword: *Machine Learning, Virtual Mouse, OpenCV, Hand Gesture Recognition, Hand Landmark Model.*