

Implementasi Mouse Virtual Berbasis Pengenalan Gerakan Tangan Menggunakan MediaPipe dan OpenCV

(Implementation of a Virtual Mouse Based on Hand Gesture Recognition Using MediaPipe and OpenCV)

Endang Ratnawati Djuwitaningrum*, Dimas Risqi Pangestu

Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi Indonesia
Jl. Raya Puspiptek, Serpong, Kota Tangerang Selatan, 15320

Abstrak

Seiring berkembangnya teknologi interaksi manusia dan komputer, manusia bisa berinteraksi dengan komputer tanpa harus menggunakan alat fisik seperti mouse. Salah satu caranya adalah dengan menggerakkan jari tangan di depan kamera (webcam), dan gerakan itu bisa dikenali untuk mengontrol komputer. Penelitian ini membuat sistem mouse virtual yang bisa mendeteksi gerakan jari secara waktu nyata (real-time) dan mengubahnya menjadi perintah untuk menggerakkan kursor, gerakan klik kanan, klik kiri, menggulir halaman (scroll), dan mengatur volume suara. Untuk mendeteksi 21 titik di tangan yang membantu sistem mengenali gerakan tangan, digunakan MediaPipe Hand Tracking. Dan untuk pengolahan gambar guna mengaktifkan fungsi mouse virtual seperti klik dan gerakan kursor, digunakan OpenCV (Open Computer Vision). Pengujian dilakukan pada jarak 30 cm dan 50 cm dari webcam, dengan pencahayaan dari bohlam LED sebesar 5 watt. Hasilnya, sistem bekerja sangat baik pada jarak 30 cm dengan tingkat keberhasilan 100%. Sedangkan pada jarak 50 cm, kinerja sistem sedikit menurun, terutama untuk klik kiri (70%) dan gerak kursor (80%). Secara keseluruhan, sistem ini berhasil menjalankan fungsi dengan baik, dengan tingkat keberhasilan rata-rata 95,8%. Sistem ini bisa dikembangkan lagi agar lebih maksimal untuk berbagai kebutuhan.

Kata Kunci : *Computer Vision, Interaksi Manusia dan Komputer, MediaPipe Hands Tracking, Mouse Virtual, Pengenalan Gerakan Tangan, Webcam*

Abstract

As Human-Computer Interaction technology advances, humans can interact with computers without using physical tools like a mouse. One way is by moving a finger in front of a webcam, and the movement can be recognized to control the computer. This research creates a virtual mouse system that can detect finger movements in real-time and convert them into commands to move the cursor, right-clicking, left-clicking, scrolling, and adjusting the volume. To detect 21 points on the hand that help the system recognize hand movements, MediaPipe Hand Tracking is used. And for image processing to activate virtual mouse functions such as clicking and cursor movement, OpenCV (Open Computer Vision) is used. Tests were conducted at distances of 30 cm and 50 cm from the webcam, with lighting from a 5-watt LED bulb. The results showed that the system worked very well at a distance of 30 cm with a 100% success rate. Meanwhile, at a distance of 50 cm, system performance decreased slightly, especially for left-clicking (70%) and cursor movement (80%). Overall, this system successfully performed its functions well, with an average success rate of 95.8%. This system can be further developed to be more optimal for various needs.

Keyword : *Computer Vision, Human-Computer Interaction, MediaPipe Hand Tracking, Virtual Mouse, Hand Gesture Recognition, Webcam*

*Penulis Korespondensi. Telp: 081808243512
Alamat E-mail : endang_rd@yahoo.com

1. Pendahuluan

Seiring dengan berkembangnya teknologi interaksi manusia dan komputer (IMK), muncul inovasi dalam bidang IMK berupa pemanfaatan gerakan tangan sebagai media input, yang mampu menggantikan perangkat fisik seperti mouse. Penggunaan gerakan tangan memungkinkan pengoperasian perangkat tanpa kontak fisik, yang bisa bermanfaat dalam situasi tertentu, seperti di lingkungan kesehatan atau industri yang meminimalkan sentuhan langsung terhadap perangkat.

Saat ini tersedia berbagai metode baru untuk mendeteksi dan melacak gerakan manusia secara waktu nyata dengan tingkat presisi yang tinggi [1],[2],[3]. Salah satu *framework* terkini yang banyak digunakan dalam pengenalan gerakan adalah MediaPipe, sebuah solusi *open-source* dari Google yang mampu mendeteksi 21 *landmark* pada tangan secara 3D hanya dengan memanfaatkan kamera biasa. MediaPipe menyediakan model yang efisien dan dapat berjalan di berbagai *platform*, seperti Android, Python, dan Web, serta terbukti mampu mengenali berbagai gerakan tangan dalam waktu nyata. Sementara itu, OpenCV sebagai pustaka visi komputer berperan penting dalam pemrosesan citra dan video secara cepat dan akurat, sehingga sangat mendukung aliran pengenalan gerakan mulai dari deteksi hingga pengklasifikasian gerakan.

Implementasi mouse virtual merupakan aplikasi kombinasi MediaPipe dengan OpenCV, memungkinkan pengguna mengendalikan kursor mouse di layar komputer menggunakan gerakan tangan. Mouse virtual berbasis gerakan tangan memungkinkan pengguna di lingkungan tertentu, untuk tetap dapat mengoperasikan komputer tanpa perangkat tambahan. Penelitian terbaru menunjukkan, mouse virtual berbasis gerakan tangan tidak hanya meningkatkan pengalaman pengguna, tetapi juga memiliki potensi besar sebagai alternatif mouse konvensional yang lebih higienis dan adaptif terhadap perkembangan infrastruktur digital.

Penelitian ini memfokuskan pada implementasi mouse virtual berbasis pengenalan gerakan tangan menggunakan MediaPipe dan OpenCV, yang mampu bekerja secara waktu nyata, dan nyaman digunakan sebagai alternatif perangkat input tradisional.

2. Teori Dasar

Pengenalan gerakan tangan (Hand Gesture Recognition)

Pengenalan gerakan tangan merupakan teknologi yang memungkinkan komputer mengenali dan menafsirkan gerakan tangan

sebagai input. Teknologi ini merupakan bagian dari interaksi manusia-komputer (*Human-Computer Interaction*) yang berupaya menggantikan perangkat input tradisional dengan metode yang lebih alami dan intuitif. Terdapat berbagai metode pengenalan gestur tangan, di antaranya adalah *vision-based* (berbasis visi) yang memanfaatkan kamera untuk mengambil gambar tangan, *glove-based* yang menggunakan sarung tangan sensor, dan *color-marker-based* yang mengandalkan penanda warna pada tangan. *Vision-based* dipilih pada penelitian ini karena lebih sederhana dan praktis tanpa memerlukan alat tambahan [4]

MediaPipe

MediaPipe adalah *framework open-source* dari Google yang digunakan untuk membangun aliran pengolahan data sensorik, khususnya data video dan gambar. Dalam konteks pengenalan gerakan tangan, MediaPipe Hand sangat membantu untuk melakukan deteksi dan pelacakan *landmark* tangan secara waktu nyata. Model *palm detection* dalam MediaPipe mengidentifikasi area tangan, kemudian *hand landmark* model mengekstraksi koordinat 3D dari berbagai titik kunci tangan (21 titik *landmark*). Keluaran ini berguna untuk mengenali posisi dan gerakan tangan dengan akurasi tinggi [5],[6],[7],[8]. 21 titik landmark dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hand Landmark MediaPipe Model

Sumber :

<https://mediapipe.readthedocs.io/en/latest/solutions/hands.html>

OpenCV (Open Source Computer Vision)

OpenCV adalah pustaka yang menyediakan berbagai fungsi untuk pengolahan citra dan visi komputer secara waktu nyata. Dalam penelitian ini, OpenCV digunakan untuk memproses hasil deteksi yang diperoleh dari MediaPipe seperti *tracking* dan segmentasi gerakan tangan. OpenCV juga mendukung berbagai teknik pengolahan citra dasar seperti deteksi tepi, filter, dan transformasi warna yang diperlukan untuk meningkatkan hasil pengenalan gerakan. Selain itu, OpenCV menyediakan fitur-fitur pengolahan video, analisis struktur gambar, dan berbagai fungsi kecerdasan buatan atau

pembelajaran mesin yang dapat mendukung klasifikasi pola Gerakan [9].

Mouse virtual berbasis gerakan

Konsep mouse virtual ini memanfaatkan koordinat posisi dan pola gerakan tangan yang dikenali melalui MediaPipe dan OpenCV untuk mengendalikan kursor layar secara langsung, tanpa menggunakan mouse fisik. Pendeteksian gerakan tertentu akan diterjemahkan menjadi perintah mouse seperti klik, scroll, atau drag. Sistem ini bertujuan menghadirkan alternatif input yang lebih fleksibel, murah, dan mudah diakses, terutama dalam situasi yang mengharuskan interaksi tanpa sentuhan fisik [10].

3. Metodologi

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk menguji akurasi dan kinerja mouse virtual berbasis pengenalan gerakan tangan dengan MediaPipe dan OpenCV.

Analisa masalah

Mouse virtual berbasis gerakan jari tangan dirancang untuk menjalankan fungsi menggerakkan kursor, klik kanan, klik kiri, menggulir halaman (*scroll*), dan mengatur volume suara.

Data awal yang disiapkan adalah rancangan bentuk gerakan jari tangan yang akan mengendalikan kursor pada layar di komputer. Gambar rancangan gerakan jari tangan dapat dilihat pada Gambar 2, dan penjelasan dari setiap rancangan gerakan jari tangan diberikan sebagai berikut:

Gerakan A: Berfungsi untuk menggerakkan kursor.

Gerakan B: Klik kiri, ibu jari yang diteuk berfungsi sebagai klik kiri.

Gerakan C: Klik kanan, jari kelingking berdiri berfungsi sebagai klik kanannya.

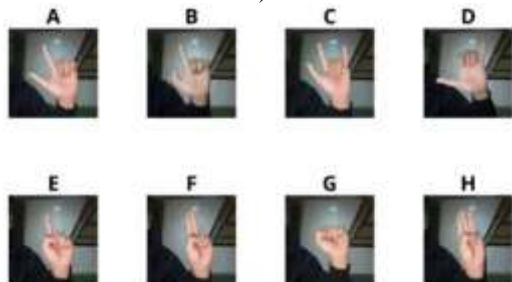
Gerakan D: Pengatur volume, apabila ibu jari dan jari kelingking diteuk dan berdiri secara bergantian maka volume *up* dan *down* berfungsi.

Gerakan E: Berfungsi sebagai *scroll up*.

Gerakan F: Berfungsi sebagai *scroll down*.

Gerakan G: Berfungsi menonaktifkan sementara kontrol gerakan pada layar.

Gerakan H: Berfungsi sebagai *exit* program (mouse virtual tidak aktif)



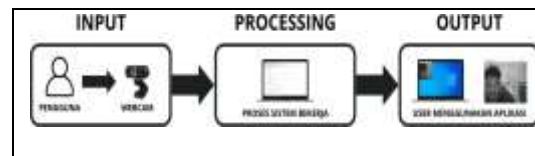
Gambar 2. Rancangan gerakan jari tangan

Lingkungan pengembangan sistem

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah laptop Lenovo dengan spesifikasi sistem operasi Windows 10, RAM 8 GB, SSD 500 GB, prosesor AMD Ryzen 37320U, sedangkan perangkat lunak yang digunakan adalah bahasa pemrograman Python, Anaconda, MediaPipe, dan OpenCV.

Arsitektur sistem

Diagram arsitektur sistem mouse virtual bisa dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram arsitektur sitem mouse virtual

Pada tahap *input*, kamera (*webcam*) menangkap gambar atau video gerakan tangan secara waktu nyata. Gambar ini kemudian diolah dengan pustaka OpenCV untuk mendeteksi posisi tangan di dalam *frame*.

Tahap selanjutnya, yaitu tahap *processing*, pustaka *MediaPipe* dimanfaatkan untuk mendeteksi keberadaan tangan serta mengidentifikasi titik-titik utama (*landmark*) secara otomatis. Setelah mendapatkan data *landmark*, sistem menganalisis informasi tersebut untuk mengenali pola gerakan atau posisi jari tertentu. Analisis ini menerapkan metode berbasis aturan (*rule-based*) yang dirancang guna mengidentifikasi berbagai aksi, seperti klik kanan, klik kiri, *scroll*, serta perintah lainnya. Selanjutnya gerakan yang telah dikenali dikonversi menjadi instruksi digital yang dapat dimengerti oleh komputer. Instruksi ini kemudian dikirimkan ke sistem operasi agar komputer dapat dikendalikan secara virtual menggunakan gerakan tangan.

Pada tahap *output*, layar komputer menampilkan video kamera dengan visualisasi *landmark* tangan menggunakan OpenCV. Pengguna dengan *mouse virtual* yang aktif, memungkinkan melakukan interaksi layaknya menggunakan *mouse* fisik melalui gerakan kursor, klik kiri, klik kanan, *scroll up*, *scroll down*, serta fitur volume *up* dan volume *down*.

Implementasi Sistem

Langkah awal dalam implementasi sistem adalah menampilkan *frame* di layar laptop dari *webcam* dan menampilkan nilai *Frame Per Second (FPS)* sebagai indikator performa aplikasi. FPS ini menunjukkan kecepatan pengambilan gambar secara berurutan yang akan diolah untuk mendeteksi gerakan tangan. Semakin tinggi FPS, maka gerakan tangan akan terdeteksi lebih halus

dan responsif, sehingga kursor dapat bergerak dengan lebih lancar dan akurat dalam waktu nyata. Sebaliknya, FPS rendah dapat menyebabkan gerakan kursor terlihat patah-patah dan kurang responsif karena data citra yang diterima lebih jarang. Tampilan pada Gambar 4 menunjukkan bahwa sistem telah berhasil menangkap dan menampilkan *frame* sebagai langkah awal sebelum implementasi deteksi jari tangan dan pengenalan gerakan.



Gambar 4. Tampilan Frame Dan Fps Di Layar Laptop

Gambar 5 menunjukkan hasil deteksi dan pelacakan tangan menggunakan *MediaPipe Hand Tracking*. Titik-titik warna merah pada gambar merupakan *landmark* yang menandai posisi sendi dan ujung jari tangan. Garis yang menghubungkan titik-titik tersebut membentuk struktur tangan yang digunakan untuk mengenali gerakan tertentu. Tampilan ini menandakan bahwa sistem telah berhasil mendeteksi jari dan telapak tangan yang selanjutnya siap untuk menerjemahkan gerakan jari tangan menjadi aksi-aksi kursor di komputer, seperti pergerakan kursor, klik kiri, klik kanan dan sebagainya.

Hasil implementasi dari rancangan gerakan tangan A sampai dengan H pada Gambar 2, dapat dilihat pada Gambar 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13.



Gambar 5. Hasil deteksi *landmark* tangan



Gambar 6. Hasil deteksi *landmark* pergerakan kursor



Gambar 7. Hasil deteksi *landmark* klik kiri



Gambar 8. Hasil deteksi *landmark* klik kanan



Gambar 9. Hasil deteksi *landmark* pengatur volume



Gambar 10. Hasil deteksi *landmark* scroll up



Gambar 11. Hasil deteksi *landmark scroll down*



Gambar 12. Hasil deteksi *landmark netral*



Gambar 13. Hasil deteksi *landmark exit*

Pengujian

Pengujian ini ada dua, yaitu pengujian fungsional dan pengujian non fungsional. Pengujian fungsional dilakukan untuk memastikan bahwa setiap fitur pada *mouse virtual* berfungsi sesuai dengan yang diharapkan, sedangkan pengujian non fungsional bertujuan untuk mengukur tingkat keberhasilan sistem dalam berbagai kondisi penggunaan.

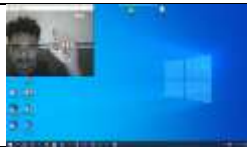
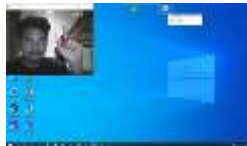



Pada pengujian non fungsional, pengujian ini dilakukan sebanyak 20 kali, dengan rincian 10 kali pada jarak 30 cm dan 10 kali pada jarak 50 cm. Selama pengujian, sistem diuji dalam kondisi pencahayaan yang sama, yaitu menggunakan penerangan lampu led dengan daya 5 watt, untuk memastikan hasil yang konsisten dan terukur.

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil dari pengujian fungsional dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

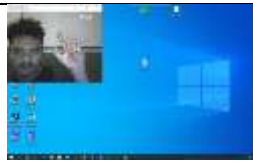
Tabel 1. Hasil pengujian fungsional

N o.	Skenario pengujian	Hasil yang diharapkan	Keterangan
1	Menggerakkan kursor	Kursor menga-	Berhasil

	mouse ke ikon folder	rah ke folder	
2	Membuka folder dengan melakukan klik kiri	Isi folder terbuka	Berhasil 
4	Melakukan copy file dengan cara mengarahkan kursor ke file yang ingin disalin, dan lakukan klik kanan untuk membuka menu konteks copy	Menu copy muncul	Berhasil 
5	Melakukan scroll down dengan cara arahkan kursor ke area dokumen Microsoft Word, lalu lakukan gerakan jari scroll down untuk menggulir halaman ke bawah.	Halaman akan bergulir ke bawah	Berhasil 
6.	Melakukan scroll up dengan cara arahkan kursor ke area dokumen Microsoft Word, lalu lakukan gerakan jari scroll up untuk menggulir halaman ke atas.	Halaman akan bergulir ke atas	Berhasil 
7	Minimize folder untuk membuka spotify.	Akan tampak layar window	Berhasil

Implementasi Mouse Virtual Berbasis Pengenalan Gerakan Tangan
Menggunakan MediaPipe dan OpenCV
Endang Ratnawati Djuwitaningrum*, Dimas Risqi Pangestu

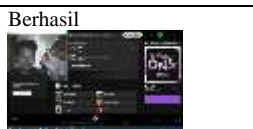
Arahkan kursor ke tombol *Minimize* (-) di pojok kanan atas jendela *Microsoft Word*, lalu lakukan *klik* kiri untuk meminimalkan jendela dan kembali ke *desktop*.



jari tangan yang telah ditentukan untuk menutup atau keluar dari aplikasi *mouse virtual*, sehingga sistem berhenti mengenali pergerakan jari tangan.



8 Aktifkan ikon *spotify*. Gerakan kursor menuju ikon *Spotify* hingga kursor tepat berada di atasnya. Setelah kursor berada di atas ikon *Spotify*, lakukan *klik* kiri dengan gerakan yang telah ditentukan untuk membuka aplikasi *Spotify*.



Hasil pengujian non fungsional dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel2. Hasil pengujian non fungsional

Parameter pengujian	Jarak 30 cm Nilai	Jarak 50 cm Nilai
Menggerakan Kursor	10	8
Klik Kiri	10	7
Klik Kanan	10	10
Scroll Up	10	10
Scroll Down	10	10
Volume	10	10
Total	60	55
Rata-rata	10	9,17

Pada jarak 30 cm, sistem mencapai keberhasilan 100%, menunjukkan bahwa mouse virtual berfungsi sempurna tanpa kesalahan pada jarak ini.

Pada jarak 50 cm, terjadi sedikit penurunan keberhasilan pada fitur menggerakan kursor (80%) dan klik kiri (70%), namun fitur lainnya masih tetap 100%

Rata-rata keseluruhan keberhasilan sistem adalah 95,8%, menunjukkan bahwa mouse virtual memiliki tingkat akurasi yang sangat tinggi.

9 Pengujian volume. Lakukan gerakan jari tangan yang telah ditentukan untuk menaikkan atau menurunkan volume *Spotify* secara langsung

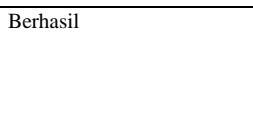


5. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa mouse virtual berbasis pengenalan gerakan tangan menggunakan MediaPipe dan OpenCV berhasil diimplementasikan dengan baik. Sistem ini dapat mendeteksi gerakan jari tangan secara nyata, serta berhasil menerjemahkan gerakan tersebut menjadi perintah *mouse* untuk menggerakan kursor, *klik* kiri, *klik* kanan, *scroll up*, *scroll down*, dan kontrol volume.

Penelitian ini masih bisa dikembangkan dengan mempertimbangkan jumlah *frame per second*, sehingga didapat jumlah FPS yang memberikan kinerja baik untuk implementasi aplikasi mouse virtual.

10 Mengakhiri mouse virtual. Lakukan gerakan



Implementasi mouse virtual ini juga bisa dikembangkan untuk aplikasi Touchless ATM System.

Daftar Pustaka

- [1] Lailia Rahmawati, Iqbal Rizky Efendi, Izzatul Umami. "Prototyping Virtual Mouse Menggunakan Gestur Tangan Berbasis Machine Learning". *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI)* Volume 6 Nomor 2, September 2022, pp. 1002-1010. 2022
- [2] Aldy Andreansyah Himawan, Suci Aulia, Muhammad Iqbal . "Rancang Bangun Ai Virtual Mouse Berbasis Pengolahan Citra". *e-Proceeding of Applied Science* : Vol.9, No.1 Februari 2023.
- [3] Rizualdi Fadli , Hadi Syaputra , A. Haidar Mirza, Nia Oktaviani. "Perancangan Artificial Intelegence Hand Tracking menggunakan Algoritma Pyramidal Lucas-Kanade Optical Flow". *Jurnal Pendidikan dan Konseling* Volume 4 Nomor 4 Tahun 2022 E-ISSN: 2685-936X dan P-ISSN: 2685-9351.
- [4] Munir Oudah, Ali Al-Naji, and Javaan Chahl. "Hand Gesture Recognition Based on Computer Vision: A Review of Techniques". *Journal of Imaging J. Imaging* 2020, 6, 73; doi:10.3390/jimaging6080073.
- [5] Muhammad Karunia Rahmadhika, Ahmad Muhammad Thantawi. "Rancang Bangun Aplikasi Face Recognition Pada Pendekatan CRM Menggunakan Opencv Dan Algoritma Haarcascade". *urnal IKRA-ITH Informatika* Vol 5 No 1 Maret 2021.
- [6] Julius Sembiring, Vara Susilowati, Vinsensius Reinard, Meirista Wulandari. "Evaluasi Jarak Deteksi Antara Gestur Tangan Dan Kamera Webcam Dengan Metode Mediapipe". *Jurnal INTRO (Informatika dan Teknik Elektro)*, Vol. 2, No. 2, Desember 2023 e-ISSN 3025-602X.
- [7] Dody Khairianto, Rahmad Firdaus. "Penerapan Hand Gesture Recognition sebagai Media Kontrol Presentasi Aplikasi Powerpoint". *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, Vol. 8 No. 2, April 2024.
- [8] Imam Suyudi, Sudadio Sudadio , Suherman Suherman. "Pengenalan Bahasa Isyarat Indonesia menggunakan Mediapipe dengan Model Random Forest dan Multinomial Logistic Regression". *Jurnal Ilmu Siber dan Teknologi Digital (JISTED)* Vol 1, No 1, 65-80, 2022.
- [9] Muhammad Karunia Rahmadhika, Ahmad Muhammad Thantawi. "Rancang Bangun Aplikasi Face Recognition Pada Pendekatan CRM Menggunakan Opencv Dan Algoritma Haarcascade". *Jurnal IKRA-ITH Informatika* Vol 5 No 1 Maret 2021.
- [10] Muhammad Hermansyah, Nurul Fadillah. "Virtual Mouse Berdasarkan Warna RGB Menggunakan Metode Optical Flow Secara Real-Time". Volume XXI No. 2 September 2019 P-ISSN 1410-5063, E-ISSN: 2579-3500 Akreditasi Ristekdikti, No: 21/E/KPT/2018.