

LAPORAN PROYEK INTERNET OF THINGS

**“Sistem Gestur Tangan untuk Interaksi Virtual
dengan Penyimpanan Data di Database”**



11323032
11323027
11323042
11323043

Rizky Apryadi
Prapanca Panjaitan
Junita Sihombing
Diva Marbun

**INSTITUT TEKNOLOGI DEL
FAKULTAS VOKASI
TAHUN AJARAN 2024/2025**

Pendahuluan

Proyek ini bertujuan untuk menciptakan sebuah sistem berbasis IoT yang menggunakan kamera untuk mendeteksi gestur tangan pengguna dan menerjemahkannya menjadi tindakan virtual. Teknologi ini memungkinkan interaksi dengan perangkat tanpa memerlukan perangkat keras tambahan, seperti mouse atau touchscreen, hanya dengan menggunakan gestur tangan. Sistem ini juga menyimpan data gestur yang terdeteksi ke dalam database untuk keperluan analisis atau pemrosesan lebih lanjut.

Tujuan

1. Membuat sistem yang dapat mendeteksi dan mengenali gestur tangan secara real-time menggunakan kamera.
2. Mengintegrasikan data gestur ke dalam database MySQL untuk penyimpanan dan analisis.
3. Menyediakan antarmuka berbasis web untuk memvisualisasikan tindakan yang dihasilkan dari gestur tangan.
4. Mengimplementasikan komunikasi real-time menggunakan Server-Sent Events (SSE) untuk mengirimkan data aksi kepada antarmuka pengguna.

Fitur Utama

1. Deteksi Gestur Tangan:

Menggunakan MediaPipe untuk mengenali posisi tangan dan mendeteksi gestur seperti "klik" (ibu jari dan telunjuk mendekat) dan "gerakan" (koordinat x, y jari).

2. Tampilan Real-Time:

Memanfaatkan OpenCV untuk menampilkan posisi tangan pengguna secara langsung di layar kamera.

3. Penyimpanan Data:

Menyimpan koordinat gestur tangan (x, y) ke dalam database MySQL, memungkinkan data tersebut dianalisis atau digunakan untuk keperluan lainnya.

4. Antarmuka Web:

Menyediakan halaman web untuk melihat data aksi yang dikirimkan dari sistem gestur.

5. **Komunikasi Real-Time:**

Data aksi seperti "klik" dan "gerakan" dikirim ke antarmuka dalam format JSON menggunakan SSE.

Arsitektur Sistem

Komponen Utama :

1. **Input:**

- Kamera untuk menangkap video.

2. **Proses Pengolahan Data:**

- OpenCV dan MediaPipe Hands untuk deteksi tangan dan ekstraksi koordinat landmark.
- Logika deteksi "klik" berdasarkan jarak antara ibu jari dan telunjuk.

3. **Penyimpanan Data:**

- Database MySQL untuk mencatat posisi koordinat gestur tangan (x, y).

4. **Antarmuka:**

- Flask sebagai backend untuk melayani halaman HTML dan menangani komunikasi data menggunakan SSE.
- Halaman HTML untuk menampilkan data aksi.

5. **Output:**

- Tampilan video yang memperlihatkan deteksi tangan secara real-time.
- Data aksi dalam bentuk event stream.

Teknologi yang Digunakan

1. **Framework Web:** Flask (Python)
2. **Computer Vision:** OpenCV
3. **Gestur Recognition:** MediaPipe Hands
4. **Database:** MySQL
5. **Frontend:** HTML (dengan komunikasi SSE)

Alur Program

1. Impor Library dan Inisialisasi:

- Program mengimpor library yang diperlukan, seperti Flask, OpenCV, MediaPipe, dan MySQL Connector, serta menginisialisasi aplikasi Flask dan koneksi ke database MySQL.

2. Fungsi Deteksi Klik:

- Fungsi detect_click mendeteksi apakah jarak antara ibu jari dan telunjuk kurang dari 0.05, yang menandakan klik virtual.

3. Fungsi Generate Frames:

- Fungsi generate_frames menangkap frame video dari kamera, mendeteksi tangan menggunakan MediaPipe Hands, dan mengirimkan data tangan ke browser melalui Event Source.

4. Pendeteksian Tangan dan Klik:

- Program mendeteksi tangan menggunakan MediaPipe Hands.
- Jika tangan terdeteksi, program menghitung koordinat x dan y dari telunjuk.
- Jika klik virtual terdeteksi, program mengubah aksi menjadi "klik".

5. Penyimpanan ke Database:

- Program menyimpan data tangan ke database MySQL dengan pengecekan koneksi.

6. Pengiriman Data ke Browser:

- Program mengirimkan data tangan ke browser melalui Event Source.

7. Tampilan Video:

- Program menampilkan video dari kamera dengan tangan yang terdeteksi.

8. Penghentian Program:

- Program berhenti jika tombol 'q' ditekan.

Alur Data

1. Data tangan dari kamera → MediaPipe Hands → Deteksi tangan dan klik.
2. Data tangan → Database MySQL.
3. Data tangan → Event Source → Browser.

Alur Pengguna

1. Pengguna membuka aplikasi.
2. Kamera mulai merekam video.
3. Pengguna melakukan gerakan tangan.
4. Aplikasi mendeteksi tangan dan klik.
5. Data tangan disimpan ke database.
6. Data tangan dikirim ke browser.

Gestur yang dideteksi

- **Klik (Click):** Jarak antara ibu jari dan telunjuk kurang dari 0,05. Fungsi: Mengaktifkan aksi klik.
- **Gerakan Horizontal (Move Horizontal):** Pergerakan tangan ke kiri/kanan. Fungsi: Mengontrol elemen pada layar.
- **Gerakan Vertikal (Move Vertical):** Pergerakan tangan ke atas/bawah. Fungsi: Mengontrol elemen pada layar.
- **Zoom:** Jarak antara ibu jari dan telunjuk bertambah/berkurang. Fungsi: Mengatur ukuran elemen pada layar.

Struktur Tabel Database

Nama Tabel : gesture_data

Kolom	Tipe Data	Keterangan
id	INT (Primary)	Auto Increment, ID unik
x	FLOAT	Koordinat x landmark jari
y	FLOAT	Koordinat y landmark jari
timestamp	TIMESTAMP	Waktu pencatatan data

Sistem deteksi tangan pada program ini menggunakan MediaPipe Hands, yang mendeteksi 21 titik koordinat (landmark) pada tangan.

Berikut adalah penjelasannya:

21 Titik Koordinat Tangan :

1. Wrist (pergelangan tangan)
2. Thumb metacarpal (tulang ibu jari)
3. Thumb phalangeal (sendi ibu jari)
4. Thumb tip (ujung ibu jari)
5. Index finger metacarpal (tulang telunjuk)
6. Index finger phalangeal (sendi telunjuk)
7. Index finger tip (ujung telunjuk)
8. Middle finger metacarpal (tulang jari tengah)
9. Middle finger phalangeal (sendi jari tengah)
10. Middle finger tip (ujung jari tengah)
11. Ring finger metacarpal (tulang jari manis)
12. Ring finger phalangeal (sendi jari manis)
13. Ring finger tip (ujung jari manis)
14. Pinky finger metacarpal (tulang jari kelingking)
15. Pinky finger phalangeal (sendi jari kelingking)
16. Pinky finger tip (ujung jari kelingking)
17. Palm (telapak tangan)

18-20. Titik antara jari-jari

18. Titik tengah telapak tangan

Proses Deteksi

1. Pengambilan gambar dari kamera.
2. Konversi gambar ke format RGB.
3. Penggunaan model MediaPipe Hands untuk mendeteksi tangan.
4. Pengidentifikasi 21 titik koordinat tangan.
5. Penghitungan jarak dan sudut antara titik-titik.

Kriteria Deteksi

1. Jarak antara ibu jari dan telunjuk ($< 0,05$).
2. Sudut antara jari-jari.
3. Posisi tangan (horizontal/vertikal).

Library dan Model

1. MediaPipe Hands (Google).
2. OpenCV (pengolahan citra).
3. MySQL Connector (penyimpanan data).

Sumber

1. Dokumentasi MediaPipe Hands.
2. Paper "MediaPipe Hands: On-device Hand Tracking" (Google).
3. GitHub MediaPipe Hands.

Kode Program

```
# Fungsi Deteksi Klik
def detect_click(landmarks):
    thumb_tip = landmarks.landmark[4] # Thumb tip
    index_tip = landmarks.landmark[8] # Index finger tip
    distance = math.sqrt((thumb_tip.x - index_tip.x) ** 2 + (thumb_tip.y - index_tip.y) ** 2)
    return distance < 0.05 # Klik jika jarak sangat dekat

# Fungsi untuk menangkap frame video dan mendeteksi tangan
def generate_frames():
    cap = cv2.VideoCapture(0)
    while cap.isOpened():
        ret, frame = cap.read()
        if not ret:
            break

        frame = cv2.flip(frame, 1)
        rgb_frame = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2RGB)
        results = hands.process(rgb_frame)

        action_data = {"action": None, "x": 0, "y": 0} # Inisialisasi default

        if results.multi_hand_landmarks:
            for hand_landmarks in results.multi_hand_landmarks:
                x = hand_landmarks.landmark[8].x
                y = hand_landmarks.landmark[8].y
                action_data = {"action": "move", "x": x, "y": y}

                if detect_click(hand_landmarks):
                    action_data = {"action": "click", "x": x, "y": y}

                try:
                    if not db.is_connected():
                        db.reconnect()

                    cursor.execute("INSERT INTO gesture_data (x, y) VALUES (%s, %s)", (x, y))
                    db.commit()
                except mysql.connector.Error as err:
                    print(f"Database error: {err}")

                mp_drawing.draw_landmarks(frame, hand_landmarks, mp_hands.HAND_CONNECTIONS)

            yield f"data: {json.dumps(action_data)}\n\n"

        cv2.imshow('Hand Tracking', frame)
        if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
            break

    cap.release()
    cv2.destroyAllWindows()
```


Kesimpulan

Sistem deteksi gestur berbasis MediaPipe Hands ini menunjukkan potensi besar dalam menciptakan interaksi manusia-komputer yang lebih intuitif dan modern. Dengan menggunakan kamera standar, sistem ini dapat mendeteksi gestur tangan secara real-time, menerjemahkannya menjadi aksi virtual, dan menyimpan data gestur ke dalam database untuk analisis lebih lanjut. Keunggulan seperti kecepatan, kemudahan penggunaan, dan fleksibilitas membuatnya cocok untuk berbagai aplikasi, seperti kontrol perangkat IoT, gaming, presentasi tanpa alat, atau bahkan asisten virtual.

Melalui integrasi dengan teknologi seperti dashboard analitik atau perangkat IoT, sistem ini dapat terus berkembang dan memberikan manfaat yang lebih luas di masa depan. Proyek ini tidak hanya menawarkan solusi teknis tetapi juga membuktikan bahwa teknologi berbasis gestur dapat menjadi bagian penting dalam kehidupan digital modern.