



**SISTEM PEMBACAAN DERETAN EMPAT ANGKA SECARA
COMPUTER VISION MELALUI DETEKSI *GESTURE* JARI TANGAN
MENGUNAKAN MEDIAPIPE**



TUGAS AKHIR

**Program Studi
SI TEKNIK KOMPUTER**

**UNIVERSITAS
Dinamika**

Oleh :

IBNU AHDIAT MIHARJA

20410200016

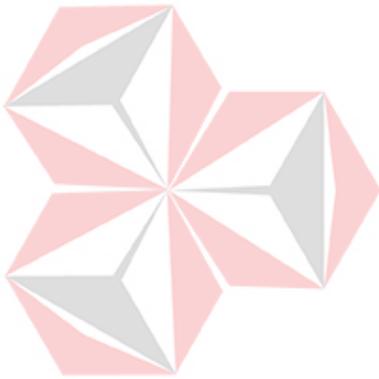
FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA

UNIVERSITAS DINAMIKA

2024

**SISTEM PEMBACAAN DERETAN EMPAT ANGKA SECARA
COMPUTER VISION MELALUI DETEKSI *GESTURE* JARI TANGAN
MENGUNAKAN MEDIAPIPE**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Sarjana**



Disusun Oleh :

Nama : IBNU AHDIAT MIHARJA

NIM : 20410200016

Program : S1 (Strata Satu)

Program Studi : Teknik Komputer

FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA

UNIVERSITAS DINAMIKA

2024

**SISTEM PEMBACAAN DERETAN EMPAT ANGKA SECARA *COMPUTER VISION*
MELALUI DETEKSI *GESTURE* JARI TANGAN MENGGUNAKAN MEDIAPIPE**

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Ibnu Ahdiat Miharja

NIM : 20410200016

Telah diperiksa, dibahas, dan disetujui oleh Dewan Pembahas

Pada: 27 Juli 2024

Susunan Dewan Pembahas

Pembimbing

I. Heri Pratikno, M.T., MTCNA., MTCRE.

NIDN. 0716117302

II. Musayyanah, S.ST., M.T.

NIDN. 0730069102

Pembahas

I. Pauladie Susanto, S.Kom., M.T.

NIDN. 0729047501



Digitally signed by Heri Pratikno, M.T.
DN: cn=Heri Pratikno, M.T.,
o=Universitas Dinamika, ou=S1
Teknik Komputer,
email=heri@dinamika.ac.id, c=ID
Date: 2024.08.08 13:06:38 +07'00'
Adobe Acrobat version: 11.0.23



Digitally signed by
Musayyanah
DN: cn=Musayyanah,
o=Universitas Dinamika,
ou=S1 Teknik Komputer,
email=musayyanah@dinamika.
ac.id, c=ID
Date: 2024.08.08 13:22:04
+07'00'



cn=Pauladie Susanto, o=Universitas
Dinamika, ou=PS S1 Teknik Komputer,
email=pauladie@dinamika.ac.id, c=ID
2024.08.08 13:31:55 +07'00'

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar sarjana



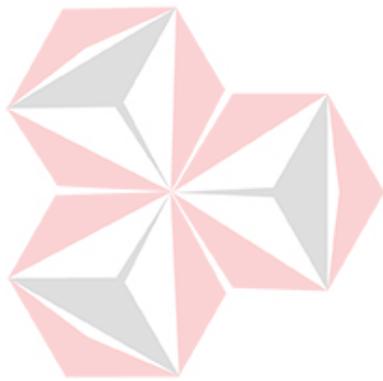
Digitally signed by
Anjik Sukmaaji
Date: 2024.08.12
11:50:40 +07'00'

Dr. Anjik Sukmaaji, S.Kom., M.Eng.

NIDN. 0731057301

Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika

UNIVERSITAS DINAMIKA



UNIVERSITAS
“Beranilah mencoba hal baru”
Dinamika



“Bacalah dengan nama Rabbmu yang menciptakan, Dia telah menciptakan manusia dari ‘alaq. Bacalah, dan Rabbmulah yang Maha Pemurah. Yang mengajar (manusia) dengan perantaraan pena (qalam). Dia mengajarkan manusia apa yang tidak diketahuinya.”

(Q.S. Al-‘Alaq [96]: 1-5).

PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI DAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Sebagai mahasiswa **Universitas Dinamika**, Saya :

Nama : Ibnu Ahdiat Miharja
NIM : 20410200016
Program Studi : S1 Teknik Komputer
Fakultas : Teknologi dan Informatika
Jenis Karya : Laporan Tugas Akhir
Judul Karya : **SISTEM PEMBACAAN DERETAN EMPAT ANGKA
SECARA *COMPUTER VISION* MELALUI DETEKSI
GESTURE JARI TANGAN MENGGUNAKAN
MEDIAPIPE**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Seni, Saya menyetujui memberikan kepada **Universitas Dinamika** Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*) atas seluruh isi/sebagian karya ilmiah Saya tersebut diatas untuk disimpan, dialihmediakan, dan dikelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) untuk selanjutnya didistribusikan atau dipublikasikan demi kepentingan akademis dengan tetap mencantumkan nama Saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
2. Karya tersebut diatas adalah hasil karya asli Saya, bukan plagiat baik sebagian maupun keseluruhan. Kutipan, karya, atau pendapat orang lain yang ada dalam karya ilmiah ini semata-mata hanya sebagai rujukan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka Saya.
3. Apabila dikemudian hari ditemukan dan terbukti terdapat tindakan plagiasi pada karya ilmiah ini, maka Saya bersedia untuk menerima pencabutan terhadap gelar kesarjanaan yang telah diberikan kepada Saya.

Demikian surat pernyataan ini Saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 19 Juli 2024



Ibnu Ahdiat Miharja
NIM : 20410200016

ABSTRAK

Computer Vision merupakan cabang kecerdasan buatan yang bertujuan meniru kemampuan visual manusia khususnya dalam mendeteksi dan mengenali objek dalam gambar melalui *object detection* menggunakan MediaPipe untuk deteksi bentuk *gesture* jari tangan yang terintegrasi dengan kamera atau webcam. Sistem ini mendeteksi *gesture* jari, menampilkan *landmark*, dan mengidentifikasi jumlah jari yang terdeteksi. Sistem dibatasi untuk membaca empat deret angka secara acak dan *gesture* tangan mengepal difungsikan untuk mereset hasil deteksi setelah mencapai empat deretan angka. Pengujian sistem dilakukan pada jarak 30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm, dan 150 cm serta menghitung besar FPS proses deteksi pembacaan. Hasil menunjukkan dalam mendeteksi *gesture* jari tangan deret pertama sampai mengepal pada jarak 60 cm 5.56 FPS akurasi sebesar 100% , 90 cm 5.48 FPS akurasi sebesar 100%, dan 120 cm 5.52 FPS akurasi sebesar 100% . *Frame Per Second* (FPS) stabil di sekitar 5.5 FPS sistem mampu mengenali *gesture* jari tangan dengan baik meskipun terdapat sedikit variasi dalam FPS. Tingkat akurasi rata-rata keseluruhan jarak dari deret pertama sampai mengepal yang diperoleh *gesture* jari tangan, deret pertama sebesar 98.67% dengan rata-rata FPS sebesar 5.53, *gesture* jari tangan deret kedua sebesar 98.67% dengan rata-rata FPS sebesar 5.53, *gesture* jari tangan deret ketiga sebesar 100% dengan rata-rata FPS sebesar 5.52, *gesture* jari tangan deret keempat sebesar 98.67% dengan rata-rata FPS sebesar 5.52, dan *gesture* jari tangan mengepal sebesar 100% dengan rata-rata FPS sebesar 5.50. Secara keseluruhan, total rata-rata akurasi sebesar 99.20% dan FPS sebesar 5.52 membuktikan bahwa sistem deteksi *gesture* jari tangan bekerja dengan sangat baik.

Kata Kunci : *Computer Vision, MediaPipe, jarak, gesture jari tangan, FPS.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan pada Tuhan Yang Maha Esa atas segala Rahmat yang telah diberikan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Sistem Pembacaan Deretan Empat Angka Secara *Computer Vision* Melalui Deteksi *Gesture* Jari Tangan Menggunakan *MediaPipe*”. Dalam perjalanan menyelesaikan pengerjaan Laporan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

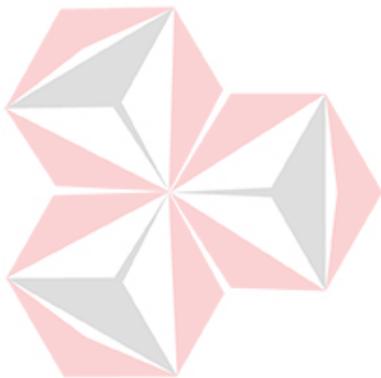
1. Allah SWT, karena dengan Rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Orang tua dan seluruh keluarga yang telah memberikan dorongan dan dukungan baik secara moral maupun material, sehingga penulis dapat menempuh dan menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Anjik Sukmaaji, S.Kom., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika (FTI) Universitas Dinamika.
4. Bapak Pauladie Susanto, S.Kom., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Komputer dan selaku Dosen Pembahas. Penulis mengucapkan terimakasih atas bimbingan yang diberikan dan kesempatan serta tuntunan baik secara lisan maupun tertulis, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
5. Bapak Heri Pratikno, M.T., MTCNA., MTCRE., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan dukungan berupa motivasi, wawasan, dan saran bagi penulis selama pelaksanaan pengerjaan Tugas Akhir dan dalam pembuatan laporan Tugas Akhir.
6. Ibu Musayyanah, S.ST., M.T. selaku dosen pembimbing yang banyak memberikan masukan masukan dan Solusi agar Tugas Akhir ini menjadi lebih baik dan penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh rekan-rekan S1 Teknik Komputer Angkatan 2020 yang telah memberikan dukungan dan semangatnya untuk membantu penulis menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

8. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan serta bantuan dalam segala bentuk yang akhirnya terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat berguna dan bermanfaat untuk menambah wawasan bagi pembacanya. Penulis juga menyadari dalam penulisan laporan ini banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik untuk memperbaiki kekurangan dan berusaha untuk lebih baik lagi.

Surabaya, 27 Juli 2024

Penulis

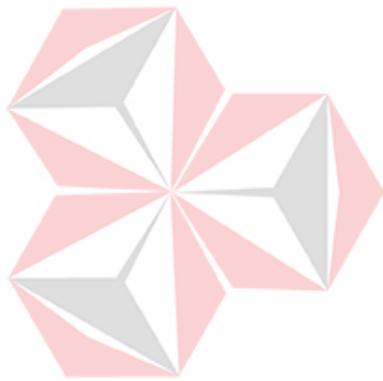


UNIVERSITAS
Dinamika

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Python	4
2.2 MediaPipe	5
2.3 OpenCV	6
2.4 <i>Visual Studio Code</i>	7
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	8
3.1 Instalasi <i>Enviroment</i>	8
3.2 Training Dataset	8
3.3 Pemakaian MediaPipe	10
3.4 MediaPipe <i>Hands Tracking</i>	10
3.5 Metode Deteksi dengan MediaPipe	11
3.6 Skenario Jarak Responsif	14
3.7 Proses <i>Testing</i> Program Python	16
3.8 Tujuan menggunakan <i>Library</i> OpenCV	16
3.9 Tujuan menggunakan <i>Library</i> MediaPipe	16

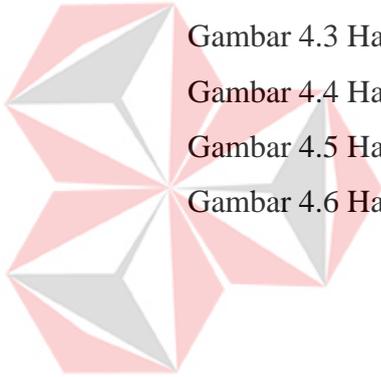
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Pengujian Metode MediaPipe	17
4.1.1 Prosedur Pengujian Metode MediaPipe	17
4.1.2 <i>Keypoint</i> Jari Tangan.....	18
4.1.3 Hasil Pengujian Metode MediaPipe.....	19
4.2 Pengujian Jarak Metode MediaPipe	21
BAB V PENUTUP.....	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN.....	54



UNIVERSITAS
Dinamika

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Bahasa Pemrograman Python.....	4
Gambar 2.2 MediaPipe.....	6
Gambar 2.3 OpenCV	7
Gambar 2.4 <i>Visual Studio Code</i>	7
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Proses Training Dataset	9
Gambar 3.3 Program Mengolah Deteksi Angka <i>Gesture</i> Jari Tangan.....	13
Gambar 3.4 Program Mengetahui Angka Yang Sedang Terdeteksi	14
Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> Deteksi	15
Gambar 4.1 <i>Keypoint</i> Jari Tangan.....	18
Gambar 4.2 Hasil Deteksi <i>Gesture</i> Jari Tangan.....	19
Gambar 4.3 Hasil Deteksi <i>Gesture</i> Jari Tangan.....	19
Gambar 4.4 Hasil Deteksi <i>Gesture</i> Jari Tangan.....	19
Gambar 4.5 Hasil Deteksi <i>Gesture</i> Jari Tangan.....	20
Gambar 4.6 Hasil Deteksi <i>Gesture</i> Jari Tangan.....	20



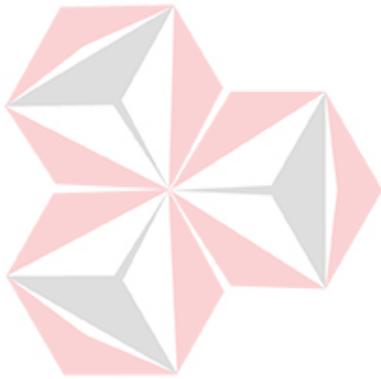
UNIVERSITAS
Dinamika

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.2 Hasil Uji Jarak 30 cm <i>Gesture</i> Jari Tangan Ibnu	22
Tabel 4.3 Hasil Uji Jarak 30 cm <i>Gesture</i> Jari Tangan Ansel	24
Tabel 4.4 Hasil Uji Jarak 30 cm <i>Gesture</i> Jari Tangan Rizal	25
Tabel 4.5 Hasil Uji Jarak 60 cm <i>Gesture</i> Jari Tangan Ibnu	26
Tabel 4.6 Hasil Uji Jarak 60 cm <i>Gesture</i> Jari Tangan Ansel	28
Tabel 4.7 Hasil Uji Jarak 60 cm <i>Gesture</i> Jari Tangan Rizal	29
Tabel 4.8 Hasil Uji Jarak 90 cm <i>Gesture</i> Jari Tangan Ibnu	30
Tabel 4.9 Hasil Uji Jarak 90 cm <i>Gesture</i> Jari Tangan Ansel	32
Tabel 4.10 Hasil Uji Jarak 90 cm <i>Gesture</i> Jari Tangan Rizal	33
Tabel 4.11 Hasil Uji Jarak 120 cm <i>Gesture</i> Jari Tangan Ibnu	34
Tabel 4.12 Hasil Uji Jarak 120 cm <i>Gesture</i> Jari Tangan Ansel	36
Tabel 4.13 Hasil Uji Jarak 120 cm <i>Gesture</i> Jari Tangan Rizal	37
Tabel 4.14 Hasil Uji Jarak 150 cm <i>Gesture</i> Jari Tangan Ibnu	38
Tabel 4.15 Hasil Uji Jarak 150 cm <i>Gesture</i> Jari Tangan Ansel	40
Tabel 4.16 Hasil Uji Jarak 150 cm <i>Gesture</i> Jari Tangan Rizal	42
Tabel 4.17 Rata-rata <i>Gesture</i> Jari Tangan	43
Tabel 4.18 Rata-rata <i>Gesture</i> Jari Tangan	44
Tabel 4.19 Rata-rata <i>Gesture</i> Jari Tangan	45
Tabel 4.20 Rata-rata <i>Gesture</i> Jari Tangan	46
Tabel 4.21 Rata-rata <i>Gesture</i> Jari Tangan	47
Tabel 4.22 Rata-rata Akurasi Dan FPS Tiap Deret	48

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Program HandTrackingModule	54
Lampiran 2. Program Utama.....	56
Lampiran 3. Form Bimbingan Tugas Akhir.....	59
Lampiran 4. Bukti Originalitas Tugas Akhir	60
Lampiran 4. Biodata Penulis	61



UNIVERSITAS
Dinamika

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Salah satu cabang kecerdasan buatan yang menangani masalah citra adalah *Computer Vision* yang memiliki kemampuan untuk meniru visual manusia. *Object detection* adalah salah satu dari banyak subbidang yang berada di bawah payung *Computer Vision*. Pengenalan objek dalam sebuah gambar dan pelokalan objek tersebut adalah dua komponen yang membentuk *object detection*. *Object detection* dapat digunakan untuk berbagai tujuan seperti untuk keamanan, informasi, *monitoring*, dan tingkat produktivitas dan lain-lain (Anjali Dompeipen et al., 2021) ini sesuai apa yang dikatakan oleh (Nur Budiman et al., 2022) bahwa kamera atau webcam akan merekam gambar analog dan mengubahnya menjadi digital untuk diproses komputer menggunakan *Computer Vision*. Pemrosesan gambar mengidentifikasi atau memperbaiki gambar. Pustaka Intel OpenCV memungkinkan identifikasi objek secara *real-time* dan peningkatan kualitas gambar (Pranowo, 2015).

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh (Nautica, 2022) yaitu *hand gesture detection* sebagai alat bantu ajar berhitung menggunakan MediaPipe dan *Convolutional Neural Network* secara *real-time*, menerapkan metode *object detection* melalui deteksi bentuk *gesture* jari tangan, hasil menunjukkan akurasi sebesar 89.9% menggunakan metode MediaPipe. Penelitian lain yang menggunakan MediaPipe untuk proses deteksi bentuk *gesture* jari tangan untuk mengontrol level kecepatan putaran kipas angin (Edowai, 2023), hasil deteksi *gesture* jari tangan kanan sebesar 85% sedangkan hasil deteksi *gesture* jari tangan kiri 90% dengan rata-rata FPS 33.30. Penelitian lain yang menggunakan MediaPipe untuk mendeteksi simbol SIBI (Anam, 2022), hasil akurasi *testing* menggunakan MediaPipe dan ResNet-50 mempunyai nilai persentase rata-rata dari keenam simbol sebesar 87%. Penelitian lain yang terkait dengan MediaPipe dalam pengenalan aktivitas manusia (Tanugraha, 2022) mampu mengklasifikasi gerakan Warrior II Pose sebesar 85% dan klasifikasi gerakan T-Pose sebesar 100%. Penerapan MediaPipe untuk mengerjakan mouse secara virtual dengan hasil akurasi

sebesar 73.16% dengan jarak 50 cm sedangkan jarak 140 cm akurasi sebesar 62.6% (Hernando, 2023). Hasil penelitian tersebut dalam proses deteksi dengan MediaPipe masih belum stabil.

Untuk menstabilkan hasil deteksi MediaPipe, Tugas Akhir ini merancang dan membangun sebuah sistem yang stabil untuk pembacaan deretan empat angka secara *Computer Vision* melalui deteksi bentuk *gesture* jari tangan menggunakan MediaPipe. Adapun pembacaan pada sistem tersebut dilakukan secara *real-time* yang dapat menampilkan deretan empat angka dilayar laptop secara acak sesuai dengan hasil pembacaan dari *gesture* jari tangan.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut, dapat dirumuskan masalah pada Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Bagaimana menerapkan proses stabil untuk deteksi bentuk *gesture* jari tangan menggunakan MediaPipe?
2. Bagaimana cara menampilkan deretan empat angka hasil pembacaan dari *gesture* jari tangan dilayar laptop?
3. Berapa besar tingkat akurasi proses deteksi bentuk *gesture* jari tangan pada setiap tampilan deretan empat angka serta bentuk *gesture* jari tangan mengepal sebagai fungsi untuk mereset proses deteksi jari tangan berikutnya?
4. Berapakah jarak terbaik yang memiliki akurasi deteksi tertinggi antara webcam dengan jari tangan?
5. Berapa besar *Frame Per Second* (FPS) proses deteksi pembacaan pada sistem?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, terdapat batasan masalah pada beberapa hal sebagai berikut :

1. Pada Tugas Akhir ini hanya tangan kanan yang dapat berhitung dengan benar.
2. Dapat menampilkan empat deretan angka pada layar laptop serta dapat mendeteksi bentuk *gesture* jari tangan mengepal yang berfungsi sebagai reset untuk proses berikutnya.

3. Pencahayaan yang merata pada ruangan.

1.4 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah diatas, yang dapat menjadi tujuan pada Tugas Akhir ini sebagai berikut :

1. Dapat melakukan proses stabil untuk deteksi bentuk *gesture* jari tangan menggunakan MediaPipe.
2. Mampu menampilkan deretan empat angka hasil pembacaan dari *gesture* jari tangan dilayar laptop.
3. Mengetahui besar tingkat akurasi proses deteksi bentuk *gesture* jari tangan pada setiap tampilan deretan empat angka serta bentuk *gesture* jari tangan mengepal sebagai fungsi untuk mereset proses deteksi jari tangan berikutnya.
4. Dapat mengetahui jarak terbaik yang memiliki akurasi deteksi tertinggi antara webcam dengan jari tangan.
5. Dapat menghitung besar *Frame Per Second* (FPS) proses deteksi pembacaan pada sistem.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini dapat diperoleh sebagai berikut :

1. Hasil dari Tugas Akhir ini dapat dikembangkan menjadi sebuah sistem *password* untuk membuka kunci pintu dari ruang server, brankas, dan sebagainya.
2. Dapat digunakan untuk proses belajar berhitung bagi anak usia dini.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Python

Python adalah bahasa pemrograman *interpretative* yang mampu mengimplementasikan berbagai tugas pemrograman, dengan filosofi desain yang mengutamakan keterbacaan kode dan kesederhanaan. Selain memiliki pengetikan yang dinamis, pernyataan dan aliran kontrol Python sangat mirip dengan bahasa tujuan umum lainnya seperti C++ atau Java, dengan sedikit perbedaan sintaks seperti penggunaan spasi untuk membatasi blok daripada tanda kurung atau kata kunci kurung. Python pada awalnya dianggap sebagai bahasa skrip, yang digunakan untuk membuat skrip adhoc pendek untuk aplikasi kecil namun kemudian berevolusi dan digunakan untuk membuat aplikasi besar yang banyak digunakan, terutama kemudahan penggunaan dan perpustakaannya yang besar yang menyediakan fungsionalitas siap pakai dalam jumlah yang cukup signifikan. Python juga salah satu bahasa yang digunakan dalam pengembangan *Machine Learning*, *Data Science*, dan *Internet of Things*. Python bahasa pemrograman utama yang digunakan dalam penelitian ini untuk training dataset dan *selection* fitur deteksi *gesture* jari tangan (Movsessian & Nagaty, 2013).



Gambar 2.1 Bahasa Pemrograman Python
(Sumber: Movsessian & Nagaty, 2013)

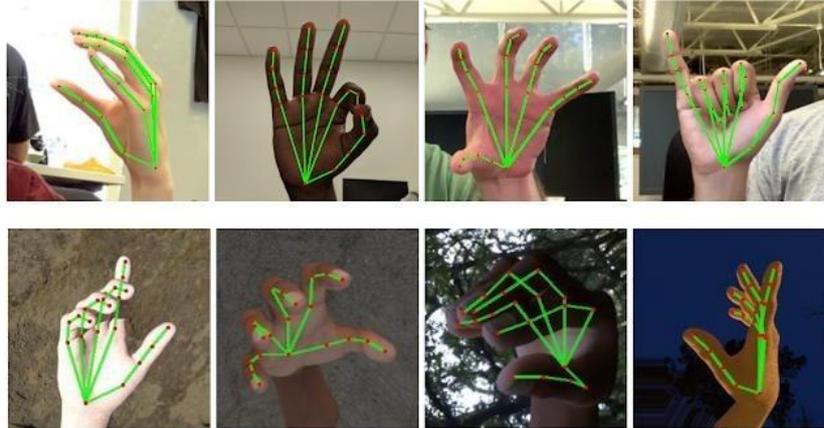
2.2 MediaPipe

MediaPipe merupakan *framework* yang dikembangkan oleh Google yang berguna membangun *pipeline* untuk mengolah data persepsi dari macam-macam format audio video. MediaPipe diciptakan oleh Google yang berguna bagi mereka yang ingin membangun aplikasi menggunakan penerapan kecerdasan buatan. Pada tahun 2012, MediaPipe digunakan untuk penggunaan *internal* dan dijadikan *open source* pada tahun 2019 yang dilakukan oleh Google. MediaPipe menyediakan bermacam-macam solusi *machine learning* seperti *Face Detection*, *Face Mesh*, *Iris*, *Hands Tracking*, *Pose*, *Holistic*, *Hair Segmentation*, *Object Detection*, *Box Tracking*, *Instant Motion Tracking*, *Objectron* dan lainnya yang dapat dilihat pada halaman web Google AI for Developers. Solusi yang disediakan oleh MediaPipe *compatible* dengan sistem *open* Android dan IOS, serta dengan menggunakan bahasa C++, Python, JS, dan Coral (Google, 2024).

MediaPipe sangat efektif dalam mendeteksi dan mensegmentasi *gesture* tangan kanan manusia, karena memiliki kemampuan untuk mendeteksi *gesture* tangan menggunakan *Hands Tracking*. *Hands Tracking* adalah teknologi yang mampu menafsirkan *gesture* tangan dan menerjemahkannya ke dalam teks, suara, atau instruksi. *Hands Tracking* adalah subjek di bidang *computer science* dan *language technology* yang berfokus pada kemampuan komputer untuk memahami gerakan manusia, yaitu melalui *gesture* tangan.

Pengenalan *gesture* tangan MediaPipe didasarkan pada teknologi *vision based*. *Vision based* membutuhkan penggunaan kamera atau webcam untuk mengambil gambar atau video untuk diproses lebih lanjut. *Vision based* memiliki masalah yang berkaitan dengan kondisi pencahayaan, variasi warna antara objek yang dideteksi, dan pendeteksian background. Setelah mendeteksi tangan melalui kamera atau webcam, komputer akan menetapkan *landmark* pada tangan. Prosedur untuk menghasilkan *landmark* berasal dari model yang dikembangkan oleh *machine learning* MediaPipe. *Hand Landmark* model bekerja setelah telapak tangan terdeteksi lalu mengidentifikasi 21 landmark di setiap tangan termasuk jari

dan pergelangan tangan. Deteksi *gesture* tangan dapat dilakukan dengan adanya *landmark* (Nur Budiman et al., 2022) seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 MediaPipe

(Sumber: Nur Budiman et al., 2022)

2.3 OpenCV

OpenCV, juga dikenal sebagai *Open Source Computer Vision Library*, adalah sebuah *library software* yang dikembangkan oleh Intel dengan tujuan untuk melakukan pemrosesan video atau gambar dinamis secara *real-time*. OpenCV didistribusikan di bawah lisensi BSD-licensed product, yang lebih bebas dari pada GPL. Lisensi ini memungkinkan penggunaan komersial tanpa batas tanpa perlu mengungkapkan kode sumber. Perangkat lunak ini juga menyertakan antarmuka yang kompatibel dengan bahasa pemrograman seperti C++, C, Python, dan Java. Antarmuka ini dirancang untuk bekerja pada beberapa sistem operasi termasuk Windows, Linux, Mac OS, iOS, dan Android. OpenCV secara khusus dirancang untuk mengoptimalkan efisiensi komputasi dan terutama ditujukan untuk aplikasi *real-time*. OpenCV menawarkan lebih dari 2500 algoritma yang dioptimalkan yang dirancang untuk *Computer Vision* dan *Machine Learning*. Beberapa algoritma OpenCV memiliki tujuan khusus, seperti deteksi dan pengenalan wajah, deteksi gerakan tangan, identifikasi objek, dan lain-lain (Zein, 2018).



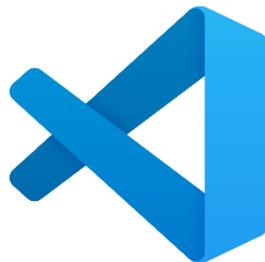
Gambar 2.3 OpenCV

(Sumber: Zein, 2018)

2.4 *Visual Studio Code*

Visual Studio Code adalah *software* teks editor *open source* yang dikembangkan oleh Microsoft untuk sistem operasi Windows, Linux, dan MacOS.

Software ini memfasilitasi penulisan kode yang kompatibel dengan beberapa bahasa pemrograman, termasuk C++, C#, Java, Python, PHP, dan GO. *Software* ini dapat mendeteksi bahasa pemrograman yang digunakan dan menerapkan perubahan warna berdasarkan fungsi dalam teks kode. *Visual Studio Code* telah terhubung dengan *Github*, sehingga memungkinkan para pengembang untuk menulis ekstensi untuk fungsionalitas tambahan yang tidak ada dalam *Visual Studio Code* (Ramdhan & Nufriana, 2019).



Gambar 2.4 *Visual Studio Code*

(Sumber: Visual Studio Code, 2021)

BAB III

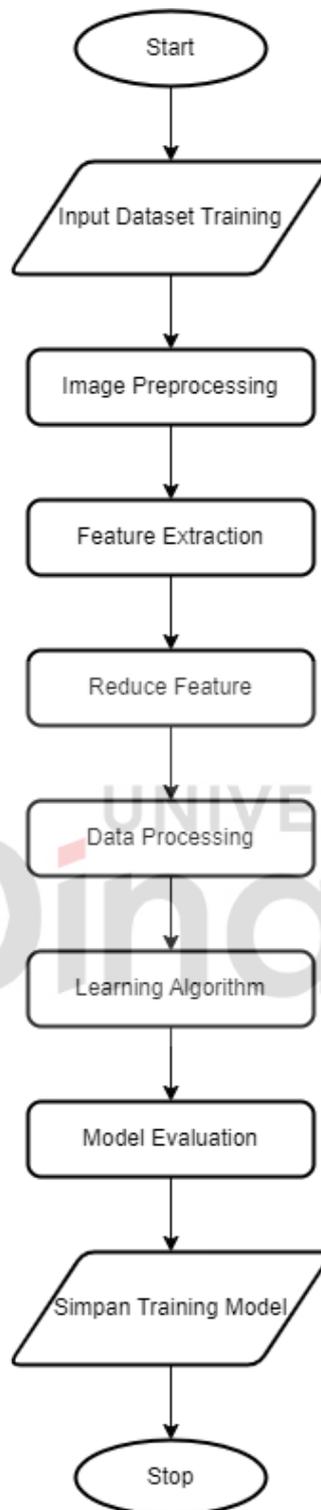
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Instalasi *Environment*

Sebelum melakukan proses pengerjaan lebih lanjut, perlu melakukan instalasi dan pengaturan *environment*. Proses tersebut dilakukan supaya *library-library* yang dibutuhkan oleh program dapat terpasang dengan baik dan program bisa berjalan tanpa kendala. Pemasangan tersebut dilakukan dengan cara menginstal Python versi 3.8.8 dan plugin yang dibutuhkan pada terminal pip *Visual Studio Code* yaitu MediaPipe, OpencCV.

3.2 Training Dataset

Dalam penelitian Tugas Akhir ini penulis menggunakan dataset *Hands Tracking* modul yang terdiri dari perintah-perintah untuk menampilkan empat deretan angka yang ditampilkan pada layar laptop secara acak sesuai hasil pembacaan dari *gesture* jari tangan dan penulis memfungsikan tangan mengepal untuk mereset tampilan empat deretan angka yang ditampilkan pada layar laptop.



Gambar 3.2 Flowchart proses training dataset

Diawali dari *start* dengan menginput dataset training. Selanjutnya, *image preprocessing* untuk menyesuaikan intensitas *pixel* gambar agar dapat digunakan dengan lebih baik pada langkah selanjutnya. *Feature extraction* adalah proses mengidentifikasi dan menganalisis ciri-ciri khas dari sebuah objek untuk memudahkan pengenalannya. Selanjutnya, *reduce feature* untuk mengidentifikasi ciri-ciri yang berpengaruh dan menghilangkan ciri-ciri yang tidak penting. *Data processing* digunakan untuk menganalisis dataset yang dipilih dengan karakteristik yang telah dikurangi. Kemudian *learning algorithm* mempelajari algoritma dari prosedur training dataset yang telah selesai. Setelah algoritma dilatih, model *evaluation* dilakukan untuk menilai hasil dari dataset training yang telah disimpan dalam model. Simpan model training ke dalam file dalam format.CKPT. Prosedur training telah selesai.

3.3 Pemakaian MediaPipe

MediaPipe dapat diinstal menggunakan “pip install mediapipe” pada terminal *Visual Studio Code* atau terminal pada Python. Setelah itu *Import* Modul atau *library* dengan mengetik pada bagian paling atas atau baris pertama “import mediapipe as mp” pada *editor*. *Editor* adalah area utama di mana menulis, mengedit, dan melihat *source code*. Menggunakan solusi MediaPipe *Hands Tracking* modul yang disediakan oleh Google AI for Developers dan telah di sebar luaskan melalui GitHub. Penggunaan MediaPipe untuk *Hands Tracking* modul *source code*, *script* atau sintaks-nya selalu berubah-ubah tergantung versi dari MediaPipe yang digunakan, ketika menggunakan MediaPipe versi 0.9.1.0 dan menggunakan *Hands Tracking* modul dari MediaPipe versi 0.8.4, *Hands Tracking* modul tidak akan bisa di *running* karena perbedaan *script* ataupun sintaks-nya.

3.4 MediaPipe Hands Tracking

Hands Tracking adalah salah satu fitur utama dari MediaPipe yang memungkinkan deteksi dan pelacakan posisi tangan dan jari secara *real-time*. Berguna dalam berbagai aplikasi seperti pengenalan *gesture* jari tangan, *augmented reality*, dan interaksi manusia-komputer. *Hands Tracking* di MediaPipe terdiri dari

tiga komponen utama yaitu *Palm Detection* digunakan untuk mendeteksi keberadaan telapak tangan dalam gambar memberikan posisi kasar dari tangan yang digunakan sebagai *input* untuk tahap berikutnya, *Hand Landmark* model bekerja setelah telapak tangan terdeteksi lalu mengidentifikasi 21 landmark di setiap tangan termasuk jari dan pergelangan tangan, dan *Handedness* MediaPipe juga mampu mengidentifikasi apakah tangan yang terdeteksi adalah tangan kanan atau kiri.

Cara kerja *Hands Tracking* yaitu, *Palm Detection* pertama-tama algoritma mencari telapak tangan dalam gambar atau video jika telapak tangan terdeteksi maka kotak pembatas (*bounding box*) yang mencakup telapak tangan dihasilkan, proses kedua yaitu *Landmark Detection* setelah telapak tangan terdeteksi model yang lebih canggih digunakan untuk melacak *landmark* spesifik dari tangan, yaitu *keypoint* 21 titik yang mewakili jari-jari dan pergelangan tangan, proses ketiga *Handedness Estimation* sistem memperkirakan apakah tangan tersebut adalah tangan kanan atau kiri lalu yang terakhir *Tracking* dan pembaruan setelah *landmark* tangan diidentifikasi model dapat melacak tangan secara *real-time* memperbarui posisi *landmark* pada setiap *frame* baru dari video.

3.5 Metode Deteksi dengan MediaPipe

Metode deteksi MediaPipe mencari *gesture* jari tangan dengan menggunakan webcam atau kamera. Ketika program mendeteksi *gesture* jari tangan, program akan menampilkan *landmark* yang digunakan untuk mengidentifikasi *gesture* jari tangan. Pengimplementasian metode MediaPipe untuk klasifikasi *gesture* jari tangan dan ekstraksi *landmark* MediaPipe. Ketika *gesture* dikenali, program menunjukkan jumlah jari yang terdeteksi, pembuat membatasi angka yang tampil di layar laptop hanya empat deret angka dan 0 (Tangan Mengepal) untuk mereset hasil deteksi pada layar laptop ketika hasil deteksi atau pembacaan telah mencapai empat deret angka. *Flowchart* program deteksi dengan MediaPipe adalah sesuai pada Gambar 3.3. Metode MediaPipe yang diuji pada jarak 30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm, dan 150 cm setelah itu dicari rata-rata akurasi dan FPS-nya.

Proses pendeteksian *gesture* tangan menggunakan MediaPipe dengan *Hand Tracking* modul digunakan untuk mendeteksi keberadaan tangan dalam *frame* video, modul bekerja dengan memanfaatkan teknik *deep learning* yang telah dilatih untuk mengenali bentuk dan posisi tangan serta jari-jari dalam gambar. Setelah tangan terdeteksi, modul mencari posisi *landmark* jari-jari yang merupakan titik-titik tertentu (*keypoint*) di setiap jari dan telapak tangan. *Landmark* memiliki koordinat (x, y) yang menunjukkan lokasi setiap titik di dalam gambar. Kemudian memeriksa posisi setiap jari dengan membandingkan *landmark* untuk menentukan apakah jari terbuka atau tertutup dengan membandingkan posisi *landmark* pada ujung jari (*tip*) dengan *landmark* lain di bagian yang lebih bawah pada jari.

Untuk memastikan deteksi *gesture* tangan stabil dan akurat, sistem menggunakan dua parameter utama yaitu jumlah gambar berturut-turut yang diperlukan setiap kali *gesture* terdeteksi yang dimana sistem mulai menghitung dari 0. Jika *gesture* muncul secara konsisten dalam gambar-gambar berturut-turut, penghitung akan bertambah. Penghitung menunjukkan seberapa sering *gesture* muncul secara berturut-turut, sedangkan batas jumlah gambar untuk memvalidasi *gesture* yang ditetapkan sebanyak 12 pembacaan setiap *gesture* terdeteksi, jika *gesture* terdeteksi secara konsisten dalam 12 pembacaan gambar berturut-turut, *gesture* dianggap stabil dan valid, dan hasilnya diperbarui. Jika jumlah gambar yang mendeteksi *gesture* tidak mencapai batas 12 pembacaan, maka penghitung akan kembali ke 0. Ini memastikan bahwa hanya *gesture* yang terlihat stabil dalam periode waktu yang cukup lama yang diakui oleh sistem.

Dengan mendeteksi jumlah jari yang terangkat dan jika jumlah jari yang terangkat sama terdeteksi beberapa kali berturut-turut, program akan menambahkan angka yang sesuai ke dalam teks akhir. Misalnya, terdeteksi tiga jari terangkat selama beberapa *frame* berturut-turut, maka angka "3" akan ditambahkan ke dalam teks yang ditampilkan. Proses ini diulangi untuk jumlah jari lainnya, ketika angka yang sama terdeteksi secara berulang, angka tersebut akan berderet dalam teks akhir, seperti "3344". Sistem bekerja dengan cara menghitung berapa kali jumlah jari yang sama terdeteksi berturut-turut, dan setelah mencapai batas yang

ditetapkan yaitu 12 pembacaan setiap *gesture* terdeteksi. Jumlah jari yang terangkat hasil deteksi dicatat dalam bentuk teks lalu yang ditampilkan di layar. Jika dilihat dari bagian program yang mengolah hasil deteksi angka *gesture* jari tangan seperti pada Gambar 3.3.

```

elif totalFingers == 1:
    count += 1
    if count == maxCount:
        txt = "1"
        count = 0
    else:
        txt = ""

elif totalFingers == 2:
    count += 1
    if count == maxCount:
        txt = "2"
        count = 0
    else:
        txt = ""

elif totalFingers == 3:
    count += 1
    if count == maxCount:
        txt = "3"
        count = 0
    else:
        txt = ""

elif totalFingers == 4:
    count += 1
    if count == maxCount:
        txt = "4"
        count = 0
    else:
        txt = ""

```

Gambar 3.3 Program mengolah deteksi angka *gesture* jari tangan

Untuk mengetahui angka mana yang sedang terdeteksi, bisa melihat langsung pada tampilan layar, setiap angka yang terdeteksi akan ditambahkan ke dalam penampungan deretan angka yang dibuat yaitu empat deretan angka. Dengan memperhatikan urutan angka yang muncul, user bisa tahu angka keberapa yang sedang terdeteksi. Saat sistem berjalan, perhatikan perubahan angka di layar secara *real-time*. Misalnya, jika urutannya menunjukkan "2341", ini berarti angka pertama yang terdeteksi adalah 2 pada deret pertama, kemudian diikuti oleh angka 3 deret kedua, angka 4 deret ketiga, dan angka 1 deret keempat dengan cara ini, user bisa melihat urutan angka yang terdeteksi. Dari sudut pandang program untuk

mengetahui angka mana yang sedang terdeteksi, yaitu dengan mendeteksi panjangnya “*finaltext*”.

```

txt = ""
finalText = ""
count = 0
maxCount = 12

if totalFingers == 0:
    if len(finalText) >= 4:
        count += 1
        if count == maxCount:
            finalText = ""
            txt = ""
            count = 0
        else:
            count = 0

    if len(finalText) < 4:
        finalText += txt

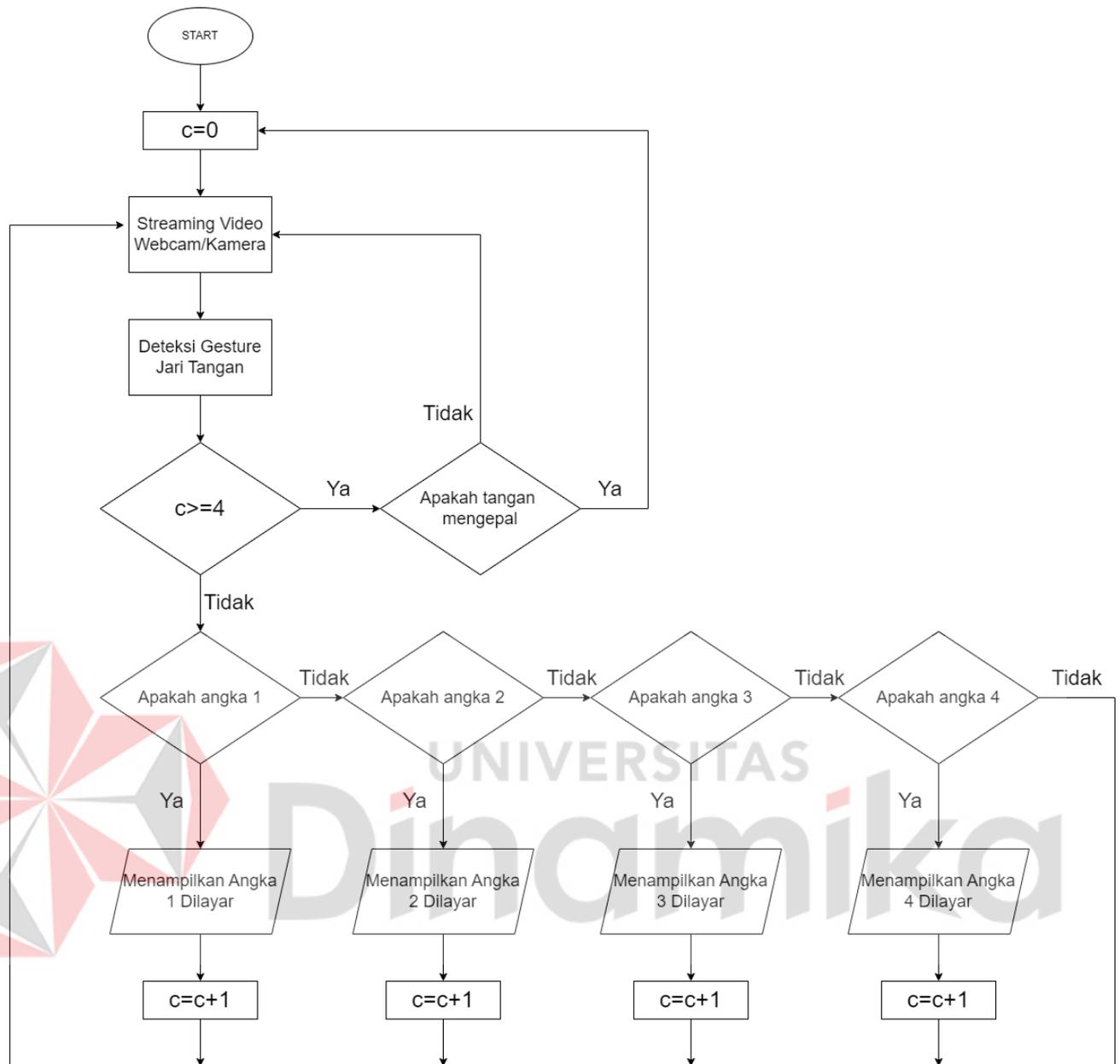
if len(finalText) == 4:
    pass
elif len(finalText) > 4:
    finalText = finalText

```

Gambar 3.4 Program mengetahui angka yang sedang terdeteksi

3.6 Skenario Jarak Responsif

Untuk melihat jarak responsif sistem deteksi jari tangan yaitu ketika subjek berada di depan kamera atau webcam dengan jarak 30 cm dengan mengangkat tangan hingga *landmark* tangan terlihat pada layar laptop, setelah itu subjek mundur perlahan-lahan hingga *landmark* tangan masih terdeteksi pada layar laptop. Ketika subjek mundur perlahan-lahan sampai 2 m *landmark* tangan menghilang pada layar laptop. Jika melebihi jarak 2 m deteksi jari tangan tidak bisa dilakukan. Agar deteksi jari tangan dilakukan kembali, subjek harus maju perlahan-lahan hingga *landmark* tangan terdeteksi kembali pada layar laptop.



Gambar 3.5 *Flowchart* Deteksi

3.7 Proses *Testing* Program Python

Input berasal dari webcam yang mendeteksi *gesture* jari tangan yaitu mendeteksi *gesture* jari tangan 0 yaitu (Tangan Mengepal), satu, dua, tiga, dan empat. Setelah mendapatkan nilai yang terdeteksi, kemudian ditampilkan hasilnya pada layar laptop sebagai indikasi telah terdeteksi *gesture* jari tangan. Batas pembacaan hasil deteksi hanya empat deret angka yang ditampilkan pada layar laptop dan 0 yaitu (Tangan Mengepal) difungsikan untuk mereset tampilan hasil deteksi empat deret angka.

3.8 Tujuan menggunakan library OpenCV

Tujuan menggunakan library dari OpenCV yaitu untuk membuka kamera atau webcam guna menangkap video secara *real-time*, menampilkan gambar atau menampilkan *frame* video yang diambil dari kamera, menggambar bentuk yaitu menggambar persegi panjang di sekitar tangan yang terdeteksi, menambahkan teks pada gambar yang menampilkan jumlah jari yang terdeteksi serta *Frame Per Second* (FPS), dan untuk menghitung *Frame Per Second* (FPS) guna memberikan informasi kinerja *real-time* dari program yang dibuat.

3.9 Tujuan menggunakan library MediaPipe

MediaPipe digunakan untuk mendeteksi *gesture* jari tangan dalam gambar atau video secara *real-time* dan melacak posisi *landmark* tangan (titik kunci) pada tangan, seperti sendi jari dan pergelangan tangan yang memungkinkan program untuk memahami pose dan gerakan tangan dengan detail, dan memiliki utilitas untuk menggambar *landmark* dan koneksi antara tangan pada gambar yang berguna untuk visualisasi hasil deteksi dan pelacakan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab 4 mencakup hasil analisis dan pengujian, dimulai dari dataset yaitu pemodelan dari HandTrackingModule apakah sudah berjalan dengan baik. Kemudian memastikan program utama berjalan dengan sempurna sesuai dengan yang diinginkan.

4.1 Pengujian Metode MediaPipe

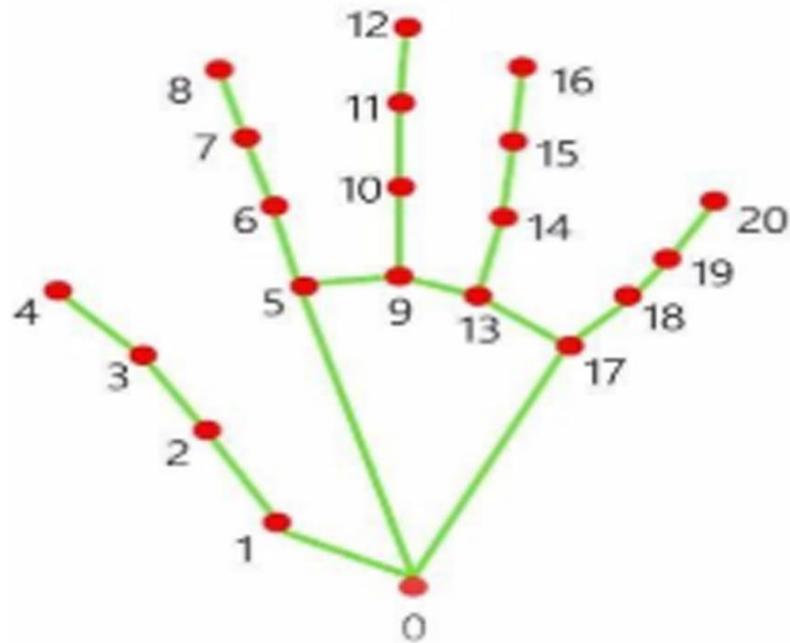
Dalam pengujian dengan menggunakan metode MediaPipe ini, diperlukan dataset yaitu pemodelan dari HandTrackingModule sebagai dataset, serta *library* MediaPipe untuk mengenali *gesture* jari tangan dengan *landmark* MediaPipe.

4.1.1 Prosedur Pengujian Metode MediaPipe

Cara-cara dalam melakukan pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengambil pembacaan hasil deteksi *gesture* jari tangan.
2. Mengambil FPS dan jarak dari setiap *gesture* jari tangan.

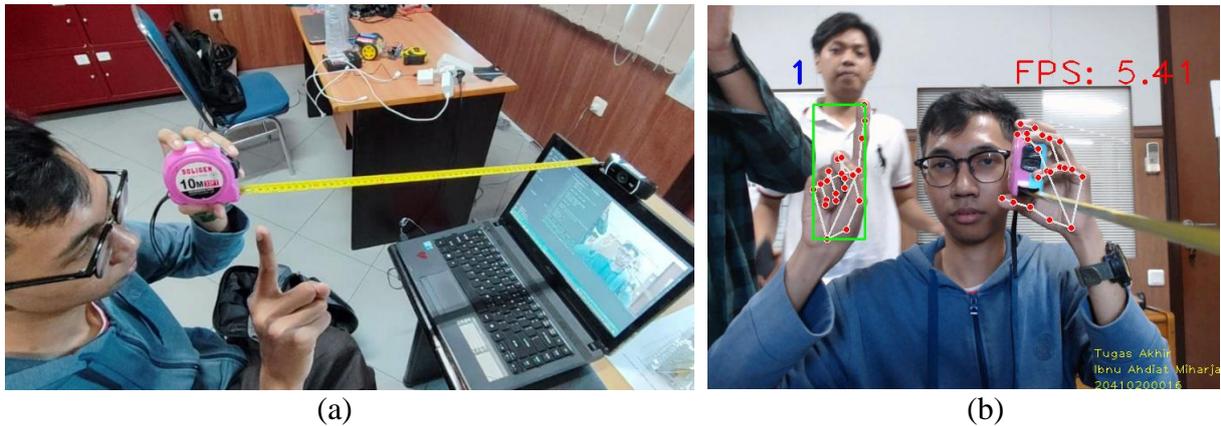
4.1.2 Keypoint Jari Tangan



- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 0. WRIST | 11. MIDDLE_FINGER_DIP |
| 1. THUMB_CMC | 12. MIDDLE_FINGER_TIP |
| 2. THUMB_MCP | 13. RING_FINGER_MCP |
| 3. THUMB_IP | 14. RING_FINGER_PIP |
| 4. THUMB_TIP | 15. RING_FINGER_DIP |
| 5. INDEX_FINGER_MCP | 16. RING_FINGER_TIP |
| 6. INDEX_FINGER_PIP | 17. PINKY_MCP |
| 7. INDEX_FINGER_DIP | 18. PINKY_PIP |
| 8. INDEX_FINGER_TIP | 19. PINKY_DIP |
| 9. MIDDLE_FINGER_MCP | 20. PINKY_TIP |
| 10. MIDDLE_FINGER_PIP | |

Gambar 4.1 Keypoint jari tangan

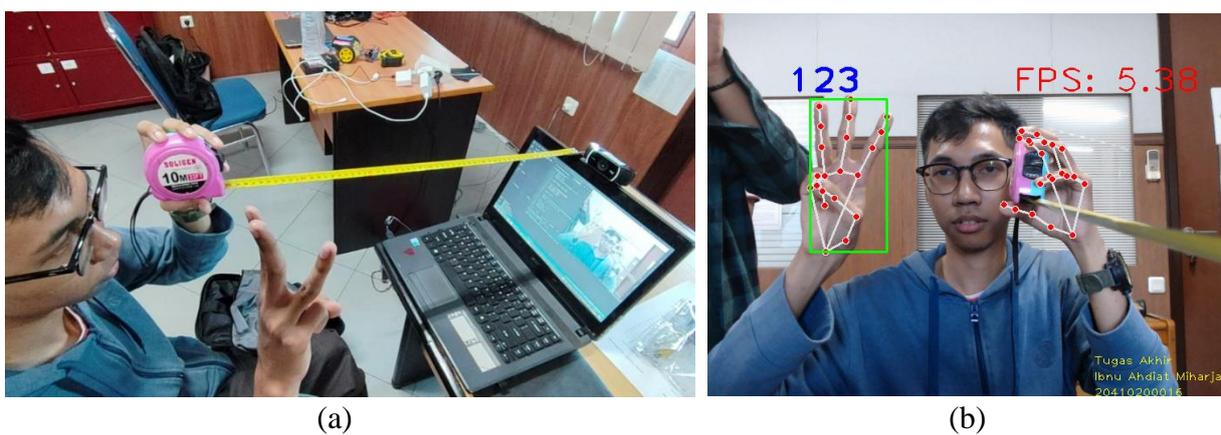
4.1.3 Hasil Pengujian Metode MediaPipe



Gambar 4.2. (a) Proses deteksi pada jarak 60 cm, (b) Hasil deteksi *gesture* jari tangan deret pertama



Gambar 4.3. (a) Proses deteksi pada jarak 60 cm, (b) Hasil deteksi *gesture* jari tangan deret kedua



Gambar 4.4. (a) Proses deteksi pada jarak 60 cm, (b) Hasil deteksi *gesture* jari tangan deret ketiga



Gambar 4.5. (a) Proses deteksi pada jarak 60 cm, (b) Hasil deteksi *gesture* jari tangan deret keempat



Gambar 4.6. (a) Proses deteksi pada jarak 60 cm, (b) Hasil deteksi *gesture* jari tangan deret mengepal

Gambar 4.2. (a) Proses deteksi pada jarak 60 cm dan (b) Hasil deteksi *gesture* jari tangan deret pertama, Gambar 4.3. (a) Proses deteksi pada jarak 60 cm dan (b) Hasil deteksi *gesture* jari tangan deret kedua, Gambar 4.4. (a) Proses deteksi pada jarak 60 cm dan (b) Hasil deteksi *gesture* jari tangan deret ketiga, Gambar 4.5. (a) Proses deteksi pada jarak 60 cm (b) Hasil deteksi *gesture* jari tangan deret keempat, dan Gambar 4.6. (a) Proses deteksi pada jarak 60 cm (b) Hasil deteksi *gesture* jari tangan mengepal. Dari hasil uji *gesture* jari tangan menggunakan metode MediaPipe dapat mengenali *gesture* jari tangan menggunakan dua parameter yaitu jumlah gambar berturut-turut dan batas jumlah gambar dengan penghitung yang dimulai dari 0 yang terus bertambah hingga batasnya yang ditentukan yaitu 12. Gambar 4.2. (b) menunjukkan bagaimana *keypoint* yang terbuka hanya satu dan empat lainnya tertutup sehingga menghasilkan angka 1 pada

layar, Gambar 4.3. (b) menunjukkan bagaimana *keypoint* yang terbuka hanya dua dan tiga lainnya tertutup sehingga menghasilkan angka 2 pada layar, Gambar 4.4. (b) menunjukkan bagaimana *keypoint* yang terbuka hanya tiga dan dua lainnya tertutup sehingga menghasilkan angka 3 pada layar, Gambar 4.5. (b) menunjukkan bagaimana *keypoint* yang terbuka hanya empat dan satu tertutup sehingga menghasilkan angka 4 pada layar, dan Gambar 4.6. (b) menunjukkan bagaimana *keypoint* seluruhnya tertutup sehingga menghasilkan angka 0 yaitu tangan mengepal.

Deteksi *gesture* jari tangan ini memanfaatkan webcam atau kamera pada jarak 60 cm terlihat dari lokasi pengujian pencahayaan pada Gambar 4.2. (a) dan (b) hingga Gambar 4.6. (a) dan (b) terlihat cukup baik, wajah dan tangan subjek terlihat jelas, menunjukkan bahwa ada pencahayaan yang cukup di ruangan serta tidak ada bayangan keras atau area *overexposed*, menunjukkan bahwa cahaya di ruangan tersebar dengan baik. Untuk latar belakang gambar pengujian terdiri dari dinding berwarna putih dan coklat serta kaca memiliki sedikit elemen garis-garis putih, terdapat sedikit bayangan yang terpantul dari kaca termasuk cahaya dari lampu, latar belakang ini tidak terlalu ramai tetapi cukup beragam. Gambar 4.2. (b) dan Gambar 4.3. (b) di belakang subjek terdapat seseorang saat pengujian dengan pakaian berwarna putih yang tidak sengaja masuk *frame* menjadikan latar belakang berwarna putih saat pengujian.

4.2 Pengujian Jarak Metode Mediapipe

Dari Tabel 4.2 sampai 4.16 menguji nilai akurasi dan FPS dengan menguji program pembacaan atau deteksi *gesture* jari tangan. Dimulai dengan *gesture* jari tangan deret pertama, deret kedua, deret ketiga, deret keempat, dan tangan mengepal. Pada subjek yang dideteksi lima *gesture* jari tangan, dari *gesture* jari tangan angka satu, dua, tiga, empat, dan nol tangan mengepal untuk mereset tampilan hasil deteksi dengan hasil deteksi dibatasi hanya empat deret angka, sehingga hasil deteksi jika benar nilainya 100% akurasi dengan melakukan 5 kali percobaan setiap jarak.

Tabel 4.2 sampai 4.16 menunjukkan akurasi pendeteksian dan *realtime* dari semua *gesture* jari tangan. Metode MediaPipe yang diuji pada jarak 30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm, dan 150 cm untuk tangan yang diuji yaitu jari tangan kanan. Pada pengujian dengan 3 subjek dan dilakukan 5 kali percobaan untuk setiap *gesture* jari tangan.

Tabel 4.2 Hasil uji jarak 30 cm *gesture* jari tangan Ibnu

Subjek	Jarak (cm)	Gesture Jari Tangan Deret ke-	Gesture Jari Tangan angka	Hasil Deteksi		Akurasi (%)	FPS	Keterangan
				Benar	Salah			
Ibnu	30	1	1	-	√		5.65	Sistem salah deteksi yang terdeteksi angka 2
			3	√	-	80	5.40	-
			4	√	-		5.62	-
			2	√	-		5.53	-
			4	√	-		5.43	-
			2	√	-		5.56	-
			2	√	-		5.62	-
			3	√	-	100	5.68	-
			1	√	-		5.44	-
			2	√	-		5.59	-
		2	3	√	-		5.56	-
			4	√	-		5.65	-
			3	√	-	100	5.52	-
			4	√	-		5.39	-
		3	3	√	-		5.56	-
			4	√	-		5.52	-
			1	√	-		5.59	-
			4	√	-		5.52	-
		4	2	√	-	100	5.55	-
			3	√	-		5.39	-
4	√		-		5.53	-		
0	√		-		5.59	Merreset tampilan empat deret angka		
Mengepal (0)	0	√	-	100	5.44	Merreset tampilan empat deret angka		
	0	√	-		5.53	Merreset tampilan empat deret angka		

Subjek	Jarak (cm)	Gesture Jari Tangan Deret ke-	Gesture Jari Tangan angka	Hasil Deteksi		Akurasi (%)	FPS	Keterangan
				Benar	Salah			
			0	√	-		5.53	Merreset tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.53	Merreset tampilan empat deret angka

Pada Tabel 4.2 pengujian metode MediaPipe untuk jarak 30 cm Ibnu sebagai subjek, hasil deteksi menunjukkan *gesture* jari tangan deret pertama terdapat satu kesalahan dari 5 kali percobaan saat pengujian pertama yaitu salah deteksi *gesture* jari tangan angka 1 yang mana subjek mengarahkan tangan di depan wajah yang terdapat objek lain seperti kacamata dan kontras warna pada wajah tidak merata dengan warna kecoklatan dan pantulan cahaya di kening subjek, sehingga yang terdeteksi dan ditampilkan pada layar laptop angka 2 yang membuat sistem menganggap terdapat satu jari terangkat serta membuat *landmark* satu jari terangkat maka nilai akurasinya sebesar 80%. Selain percobaan pertama deret pertama yang mengarahkan tangan di depan wajah, untuk yang lainnya seperti percobaan kedua hingga kelima semua deret, tangan di arahkan di sebelah kanan subjek seperti pada Gambar 4.2 hingga 4.6.

Sedangkan FPS tergolong stabil pada FPS 5 koma saat mendeteksi *gesture* jari tangan karena tidak terlalu banyak pergerakan. Ketika tidak ada gerakan FPS berada sekitar 9 koma dan 10 koma. Untuk *gesture* jari tangan deret kedua hingga mengepal masing-masing 5 kali percobaan tidak ada salah deteksi *gesture* jari tangan sehingga nilai akurasinya sebesar 100%. Kondisi pencahayaan ruangan yang cukup, tangan subjek terlihat jelas tanpa bayangan keras atau area overexposed, menandakan cahaya di ruangan tersebar merata. Latar belakang pengujian berupa dinding berwarna putih dan coklat serta kaca dengan sedikit elemen garis-garis putih. Ada sedikit bayangan dari kaca dan pantulan cahaya lampu, latar belakang tetap sederhana dan tidak ramai.

Tabel 4.3 Hasil uji jarak 30 cm *gesture* jari tangan Ansel

Subjek	Jarak (cm)	Gesture Jari Tangan Deret ke-	Gesture Jari Tangan angka	Hasil Deteksi		Akurasi (%)	FPS	Keterangan
				Benar	Salah			
			4	√	-		5.55	-
			3	√	-		5.44	-
		1	3	√	-	100	5.65	-
			1	√	-		5.43	-
			2	√	-		5.53	-
			1	√	-		5.62	-
			2	√	-		5.45	-
		2	2	√	-	100	5.56	-
			4	√	-		5.44	-
			4	√	-		5.40	-
			3	√	-		5.65	-
			4	√	-		5.56	-
		3	4	√	-	100	5.39	-
			4	√	-		5.52	-
			3	√	-		5.40	-
			1	√	-		5.59	-
			2	√	-		5.55	-
		4	4	√	-	100	5.39	-
			3	√	-		5.40	-
			3	√	-		5.52	-
			0	√	-		5.45	Mereset tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.44	Mereset tampilan empat deret angka
		Mengepal (0)	0	√	-	100	5.50	Mereset tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.44	Mereset tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.40	Mereset tampilan empat deret angka

Pada Tabel 4.3 pengujian metode MediaPipe untuk jarak 30 cm Ansel sebagai subjek, hasil deteksi menunjukkan *gesture* jari tangan deret pertama hingga mengepal masing-masing 5 kali percobaan tidak ada salah deteksi *gesture* jari tangan sehingga nilai akurasi sebesar 100%. Semua percobaan deret pertama hingga mengepal tangan diarahkan ke sebelah kanan subjek seperti pada Gambar 4.2 hingga 4.6. Ruangan memiliki pencahayaan yang cukup dan visibilitas yang baik pada tangan subjek tanpa bayangan keras atau area yang overexposed yang

menunjukkan bahwa cahaya di ruangan tersebar merata. Pada latar belakang dinding berwarna putih dan coklat, dengan kaca sedikit aksen garis-garis putih. Terdapat sedikit bayangan dari kaca dan pantulan cahaya lampu, latar belakang tetap sederhana dan tidak ramai. FPS relatif stabil pada 5 koma ketika mendeteksi *gesture* jari tangan, karena tidak terlalu banyak pergerakan. Sebaliknya, FPS berada di 9 koma dan 10 koma apabila tidak ada gerakan sama sekali.

Tabel 4.4 Hasil uji jarak 30 cm *gesture* jari tangan Rizal

Subjek	Jarak (cm)	<i>Gesture</i> Jari Tangan Deret ke-	<i>Gesture</i> Jari Tangan angka	Hasil Deteksi		Akurasi (%)	FPS	Keterangan
				Benar	Salah			
Rizal	30	1	4	√	-	100	5.40	-
			2	√	-		5.53	-
			4	√	-		5.43	-
			3	√	-		5.53	-
		2	1	√	-	100	5.62	-
			2	√	-		5.56	-
			2	√	-		5.62	-
			3	√	-		5.56	-
		3	3	√	-	100	5.44	-
			2	√	-		5.59	-
			4	√	-		5.39	-
			3	√	-		5.65	-
		4	4	√	-	100	5.39	-
			3	√	-		5.52	-
			1	√	-		5.65	-
			4	√	-		5.39	-
Mengepal (0)	3	√	-	100	5.56	-		
	2	√	-		5.55	-		
	1	√	-		5.59	-		
	4	√	-		5.53	-		
		0	√	-		5.55	Merreset tampilan empat deret angka	
		0	√	-	100	5.40	Merreset tampilan empat deret angka	
		0	√	-		5.53	Merreset tampilan empat deret angka	

Subjek	Jarak (cm)	Gesture Jari Tangan Deret ke-	Gesture Jari Tangan angka	Hasil Deteksi		Akurasi (%)	FPS	Keterangan
				Benar	Salah			
			0	√	-		5.44	Mereset tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.59	Mereset tampilan empat deret angka

Pada Tabel 4.4 pengujian metode MediaPipe untuk jarak 30 cm Rizal sebagai subjek, hasil deteksi menunjukkan *gesture* jari tangan deret pertama hingga mengepal masing-masing 5 kali percobaan tidak ada salah deteksi *gesture* jari tangan sehingga nilai akurasinya sebesar 100%. Semua percobaan deret pertama hingga mnggepal tangan diarahakan ke sebelah kanan subjek seperti pada Gambar 4.2 hingga 4.6. Ruangan memiliki pencahayaan yang cukup dan visibilitas yang baik pada tangan subjek tanpa bayangan keras atau area yang overexposed yang menunjukkan bahwa cahaya di ruangan tersebar merata. Pada latar belakang dinding berwarna putih dan coklat, dengan kaca sedikit aksen garis-garis putih. Terdapat sedikit bayangan dari kaca dan pantulan cahaya lampu, latar belakang tetap sederhana dan tidak ramai. FPS relatif stabil pada 5 koma ketika mendeteksi *gesture* jari tangan, karena tidak terlalu banyak pergerakan. Sebaliknya, FPS berada di 9 koma dan 10 koma apabila tidak ada gerakan sama sekali.

Tabel 4.5 Hasil uji jarak 60 cm *gesture* jari tangan Ibnu

Subjek	Jarak (cm)	Gesture Jari Tangan Deret ke-	Gesture Jari Tangan angka	Hasil Deteksi		Akurasi (%)	FPS	Keterangan		
				Benar	Salah					
Ibnu	60	1	1	√	-	100	5.59	-		
			4	√	-		5.54	-		
			3	√	-		5.59	-		
			1	√	-		5.62	-		
			2	√	-		5.65	-		
			2	√	-		5.52	-		
			2	√	-		5.62	-		
		2	4	2	4	√	-	100	5.62	-
					3	√	-		5.65	-
					1	√	-		5.62	-
					1	√	-		5.59	-
					4	√	-		5.54	-
					3	√	-		5.59	-
					1	√	-		5.62	-

Subjek	Jarak (cm)	Gesture Jari Tangan Deret ke-	Gesture Jari Tangan angka	Hasil Deteksi		Akurasi (%)	FPS	Keterangan
				Benar	Salah			
			2	√	-		5.65	-
			4	√	-		5.52	-
			4	√	-		5.59	-
		4	1	√	-	100	5.56	-
			3	√	-		5.53	-
			3	√	-		5.52	-
			0	√	-		5.55	Mereset tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.50	Mereset tampilan empat deret angka
		Mengepal (0)	0	√	-	100	5.56	Mereset tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.40	Mereset tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.56	Mereset tampilan empat deret angka

Pada Tabel 4.5 pengujian metode MediaPipe untuk jarak 60 cm Ibnu sebagai subjek, hasil deteksi menunjukkan *gesture* jari tangan deret pertama hingga mengepal masing-masing 5 kali percobaan tidak ada salah deteksi *gesture* jari tangan sehingga nilai akurasi sebesar 100%. Semua percobaan deret pertama hingga mengepal tangan diarahkan ke sebelah kanan subjek seperti pada Gambar 4.2 hingga 4.6. Kondisi pencahayaan ruangan yang cukup, tangan subjek terlihat jelas tanpa bayangan keras atau area overexposed, menandakan cahaya di ruangan tersebar merata. Latar belakang pengujian berupa dinding berwarna putih dan coklat serta kaca dengan sedikit elemen garis-garis putih. Ada sedikit bayangan dari kaca dan pantulan cahaya lampu, latar belakang tetap sederhana dan tidak ramai. FPS relatif stabil pada 5 koma ketika mendeteksi *gesture* jari tangan, karena tidak terlalu banyak pergerakan. Sebaliknya, FPS berada di 9 koma dan 10 koma apabila tidak ada gerakan sama sekali.

Tabel 4.6 Hasil uji jarak 60 cm *gesture* jari tangan Ansel

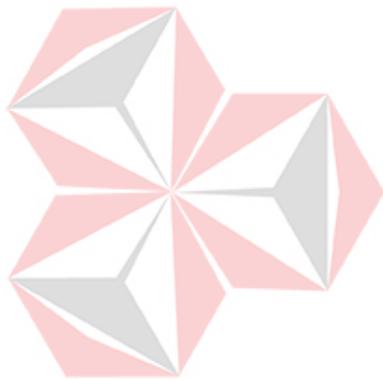
Subjek	Jarak (cm)	Gesture Jari Tangan Deret ke-	Gesture Jari Tangan angka	Hasil Deteksi		Akurasi (%)	FPS	Keterangan
				Benar	Salah			
			2	√	-		5.65	-
			1	√	-		5.62	-
		1	3	√	-	100	5.59	-
			4	√	-		5.54	-
			1	√	-		5.59	-
			1	√	-		5.62	-
		2	2	√	-		5.65	-
			4	√	-	100	5.62	-
			2	√	-		5.62	-
			2	√	-		5.52	-
			2	√	-		5.52	-
		3	1	√	-		5.62	-
			4	√	-	100	5.56	-
			3	√	-		5.44	-
			3	√	-		5.59	-
			3	√	-		5.52	-
			3	√	-		5.53	-
		4	1	√	-	100	5.56	-
			4	√	-		5.59	-
			4	√	-		5.52	-
			0	√	-		5.59	Merese tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.52	Merese tampilan empat deret angka
		Mengepal (0)	0	√	-	100	5.56	Merese tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.44	Merese tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.55	Merese tampilan empat deret angka

Pada Tabel 4.6 5 pengujian metode MediaPipe untuk jarak 60 cm Ansel sebagai subjek, hasil deteksi menunjukkan *gesture* jari tangan deret pertama hingga mengepal masing-masing 5 kali percobaan tidak ada salah deteksi *gesture* jari tangan sehingga nilai akurasi sebesar 100%. Semua percobaan deret pertama hingga mengepal tangan diarahkan ke sebelah kanan subjek seperti pada Gambar 4.2 hingga 4.6. Kondisi pencahayaan ruangan yang cukup, tangan subjek terlihat jelas tanpa bayangan keras atau area overexposed, menandakan cahaya di ruangan

tersebar merata. Latar belakang pengujian berupa dinding berwarna putih dan coklat serta kaca dengan sedikit elemen garis-garis putih. Ada sedikit bayangan dari kaca dan pantulan cahaya lampu, latar belakang tetap sederhana dan tidak ramai. FPS tergolong stabil pada FPS 5 koma saat mendeteksi *gesture* jari tangan karena tidak terlalu banyak pergerakan. Ketika tidak ada gerakan FPS berada sekitar 9 koma dan 10 koma.

Tabel 4.7 Hasil uji jarak 60 cm *gesture* jari tangan Rizal

Subjek	Jarak (cm)	<i>Gesture</i> Jari Tangan Deret ke-	<i>Gesture</i> Jari Tangan angka	Hasil Deteksi		Akurasi (%)	FPS	Keterangan		
				Benar	Salah					
Rizal	60	1	1	√	-	100	5.59	-		
			4	√	-		5.54	-		
			3	√	-		5.59	-		
			1	√	-		5.62	-		
			2	√	-		5.65	-		
			2	√	-		5.52	-		
			2	√	-		5.62	-		
			4	√	-		5.62	-		
			2	√	-		5.65	-		
			1	√	-		5.62	-		
		2	60	4	3	√	-	100	5.59	-
					3	√	-		5.44	-
					4	√	-		5.56	-
					1	√	-		5.62	-
					2	√	-		5.52	-
					1	√	-		5.59	-
					4	√	-		5.44	-
					2	√	-		5.50	-
					2	√	-		5.53	-
					3	√	-		5.40	-
3	60	0	0	√	-	100	5.55	Merreset tampilan empat deret angka		
			0	√	-		5.44	Merreset tampilan empat deret angka		
			0	√	-		5.53	Merreset tampilan empat deret angka		
4	60	Mengepal (0)	0	√	-	100	5.44	Merreset tampilan empat deret angka		
			0	√	-		5.53	Merreset tampilan empat deret angka		
			0	√	-		5.53	Merreset tampilan empat deret angka		



Rizal 60

Subjek	Jarak (cm)	Gesture Jari Tangan Deret ke-	Gesture Jari Tangan angka	Hasil Deteksi		Akurasi (%)	FPS	Keterangan
				Benar	Salah			
			0	√	-		5.56	Merreset tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.50	Merreset tampilan empat deret angka

Pada Tabel 4.7 pengujian metode MediaPipe untuk jarak 60 cm Rizal sebagai subjek, hasil deteksi menunjukkan *gesture* jari tangan deret pertama hingga mengepal masing-masing 5 kali percobaan tidak ada salah deteksi *gesture* jari tangan sehingga nilai akurasinya sebesar 100%. Semua percobaan deret pertama hingga mnggepal tangan diarahakan ke sebelah kanan subjek seperti pada Gambar 4.2 hingga 4.6. Kondisi pencahayaan ruangan yang cukup, tangan subjek terlihat jelas tanpa bayangan keras atau area overexposed, menandakan cahaya di ruangan tersebar merata. Latar belakang pengujian berupa dinding berwarna putih dan coklat serta kaca dengan sedikit elemen garis-garis putih. Ada sedikit bayangan dari kaca dan pantulan cahaya lampu, latar belakang tetap sederhana dan tidak ramai. FPS relatif stabil pada 5 koma ketika mendeteksi *gesture* jari tangan, karena tidak terlalu banyak pergerakan. Sebaliknya, FPS berada di 9 koma dan 10 koma apabila tidak ada gerakan sama sekali.

Tabel 4.8 Hasil uji jarak 90 cm *gesture* jari tangan Ibnu

Subjek	Jarak (cm)	Gesture Jari Tangan Deret ke-	Gesture Jari Tangan angka	Hasil Deteksi		Akurasi (%)	FPS	Keterangan	
				Benar	Salah				
Ibnu	90	1	1	√	-	100	5.44	-	
			2	√	-		5.44	-	
			1	√	-		5.50	-	
			4	√	-		5.44	-	
			3	√	-		5.52	-	
			2	√	-		5.44	-	
		2	3	4	√	-	100	5.44	-
				3	√	-		5.52	-
				1	√	-		5.44	-
				2	√	-		5.56	-
				3	√	-		5.44	-
				2	√	-		5.56	-
3	2	2	√	-	100	5.56	-		
		2	√	-		5.40	-		

Subjek	Jarak (cm)	Gesture Jari Tangan Deret ke-	Gesture Jari Tangan angka	Hasil Deteksi		Akurasi (%)	FPS	Keterangan
				Benar	Salah			
			3	√	-		5.52	-
			1	√	-		5.44	-
			4	√	-		5.49	-
			4	√	-		5.62	-
		4	2	√	-	100	5.53	-
			3	√	-		5.55	-
			1	√	-		5.45	-
			0	√	-		5.55	Mereset tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.45	Mereset tampilan empat deret angka
		Mengepal (0)	0	√	-	100	5.65	Mereset tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.56	Mereset tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.40	Mereset tampilan empat deret angka

Pada Tabel 4.8 pengujian metode MediaPipe untuk jarak 90 cm Ibnu sebagai subjek, hasil deteksi menunjukkan *gesture* jari tangan deret pertama hingga mengepal masing-masing 5 kali percobaan tidak ada salah deteksi *gesture* jari tangan sehingga nilai akurasinya sebesar 100%. Semua percobaan deret pertama hingga mnggepal tangan diarahakan ke sebelah kanan subjek seperti pada Gambar 4.2 hingga 4.6. Kondisi pencahayaan ruangan yang cukup, tangan subjek terlihat jelas tanpa bayangan keras atau area overexposed, menandakan cahaya di ruangan tersebar merata. Latar belakang pengujian berupa dinding berwarna putih dan coklat serta kaca dengan sedikit elemen garis-garis putih. Ada sedikit bayangan dari kaca dan pantulan cahaya lampu, latar belakang tetap sederhana dan tidak ramai. FPS tergolong stabil pada FPS 5 koma saat mendeteksi *gesture* jari tangan karena tidak terlalu banyak pergerakan. Ketika tidak ada gerakan FPS berada sekitar 9 koma dan 10 koma.

Tabel 4.9 Hasil uji jarak 90 cm *gesture* jari tangan Ansel

Subjek	Jarak (cm)	Gesture Jari Tangan Deret ke-	Gesture Jari Tangan angka	Hasil Deteksi		Akurasi (%)	FPS	Keterangan
				Benar	Salah			
			3	√	-		5.44	-
			3	√	-		5.44	-
		1	1	√	-	100	5.50	-
			1	√	-		5.44	-
			1	√	-		5.52	-
			2	√	-		5.50	-
		2	1	√	-		5.55	-
			3	√	-	100	5.40	-
			1	√	-		5.56	-
			2	√	-		5.44	-
			4	√	-		5.40	-
			2	√	-		5.56	-
		3	4	√	-	100	5.44	-
			3	√	-		5.52	-
			3	√	-		5.44	-
			2	√	-		5.49	-
			2	√	-		5.62	-
		4	3	√	-	100	5.53	-
			3	√	-		5.55	-
			1	√	-		5.45	-
			0	√	-		5.65	Mereset tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.56	Mereset tampilan empat deret angka
		Mengepal (0)	0	√	-	100	5.45	Mereset tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.50	Mereset tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.45	Mereset tampilan empat deret angka

Pada Tabel 4.9 pengujian metode MediaPipe untuk jarak 90 cm Ansel sebagai subjek, hasil deteksi menunjukkan *gesture* jari tangan deret pertama hingga mengepal masing-masing 5 kali percobaan tidak ada salah deteksi *gesture* jari tangan sehingga nilai akurasi sebesar 100%. Semua percobaan deret pertama hingga mengepal tangan diarahkan ke sebelah kanan subjek seperti pada Gambar 4.2 hingga 4.6. Ruangan memiliki pencahayaan yang cukup dan visibilitas yang baik pada tangan subjek tanpa bayangan keras atau area yang overexposed yang

menunjukkan bahwa cahaya di ruangan tersebar merata. Pada latar belakang dinding berwarna putih dan coklat, dengan kaca sedikit aksen garis-garis putih. Terdapat sedikit bayangan dari kaca dan pantulan cahaya lampu, latar belakang tetap sederhana dan tidak ramai. FPS tergolong stabil pada FPS 5 koma saat mendeteksi *gesture* jari tangan karena tidak terlalu banyak pergerakan. Ketika tidak ada gerakan FPS berada sekitar 9 koma dan 10 koma.

Tabel 4.10 Hasil uji jarak 90 cm *gesture* jari tangan Rizal

Subjek	Jarak (cm)	<i>Gesture</i> Jari Tangan Deret ke-	<i>Gesture</i> Jari Tangan angka	Hasil Deteksi		Akurasi (%)	FPS	Keterangan
				Benar	Salah			
Rizal	90	1	1	√	-	100	5.65	-
			2	√	-		5.40	-
			1	√	-		5.55	-
			4	√	-		5.55	-
			3	√	-		5.50	-
			2	√	-		5.44	-
			4	√	-		5.44	-
			3	√	-		5.52	-
			1	√	-		5.44	-
			2	√	-		5.56	-
		3	3	√	-	100	5.44	-
			2	√	-		5.56	-
			3	√	-		5.44	-
			2	√	-		5.56	-
			2	√	-		5.52	-
		4	3	√	-	100	5.50	-
			1	√	-		5.65	-
			3	√	-		5.49	-
			4	√	-		5.62	-
			1	√	-		5.53	-
Mengepal (0)	3	√	-	100	5.55	-		
	1	√	-		5.45	-		
	0	√	-		5.50	Merreset tampilan empat deret angka		
		0	√	-	100	5.65	Merreset tampilan empat deret angka	
		0	√	-		5.50	Merreset tampilan empat deret angka	

Subjek	Jarak (cm)	Gesture Jari Tangan Deret ke-	Gesture Jari Tangan angka	Hasil Deteksi		Akurasi (%)	FPS	Keterangan
				Benar	Salah			
			0	√	-		5.45	Merreset tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.52	Merreset tampilan empat deret angka

Pada Tabel 4.10 pengujian metode MediaPipe untuk jarak 90 cm Rizal sebagai subjek, hasil deteksi menunjukkan *gesture* jari tangan deret pertama hingga mengepal masing-masing 5 kali percobaan tidak ada salah deteksi *gesture* jari tangan sehingga nilai akurasinya sebesar 100%. Semua percobaan deret pertama hingga mnggepal tangan diarahakan ke sebelah kanan subjek seperti pada Gambar 4.2 hingga 4.6. Kondisi pencahayaan ruangan yang cukup, tangan subjek terlihat jelas tanpa bayangan keras atau area overexposed, menandakan cahaya di ruangan tersebar merata. Latar belakang pengujian berupa dinding berwarna putih dan coklat serta kaca dengan sedikit elemen garis-garis putih. Ada sedikit bayangan dari kaca dan pantulan cahaya lampu, latar belakang tetap sederhana dan tidak ramai. FPS tergolong stabil pada FPS 5 koma saat mendeteksi *gesture* jari tangan karena tidak terlalu banyak pergerakan. Ketika tidak ada gerakan FPS berada sekitar 9 koma dan 10 koma.

Tabel 4.11 Hasil uji jarak 120 cm *gesture* jari tangan Ibnu

Subjek	Jarak (cm)	Gesture Jari Tangan Deret ke-	Gesture Jari Tangan angka	Hasil Deteksi		Akurasi (%)	FPS	Keterangan
				Benar	Salah			
Ibnu	120	1	3	√	-	100	5.40	-
			3	√	-		5.45	-
			4	√	-		5.65	-
			4	√	-		5.55	-
			2	√	-		5.65	-
			4	√	-		5.45	-
		2	2	√	-	5.52	-	
			1	√	-	100	5.50	-
			1	√	-	5.56	-	
		3	3	√	-	5.55	-	
			1	√	-	5.65	-	
			1	√	-	100	5.56	-
			2	√	-	5.55	-	
			2	√	-	5.55	-	

Subjek	Jarak (cm)	Gesture Jari Tangan Deret ke-	Gesture Jari Tangan angka	Hasil Deteksi		Akurasi (%)	FPS	Keterangan
				Benar	Salah			
			2	√	-		5.56	-
			2	√	-		5.65	-
			4	√	-		5.49	-
			1	√	-		5.62	-
		4	2	√	-	100	5.53	-
			2	√	-		5.55	-
			3	√	-		5.45	-
			0	√	-		5.55	Mereset tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.56	Mereset tampilan empat deret angka
		Mengepal (0)	0	√	-	100	5.44	Mereset tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.45	Mereset tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.55	Mereset tampilan empat deret angka

Pada Tabel 4.11 pengujian metode MediaPipe untuk jarak 120 cm Ibnu sebagai subjek, hasil deteksi menunjukkan gesture jari tangan deret pertama hingga mengepal masing-masing 5 kali percobaan tidak ada salah deteksi gesture jari tangan sehingga nilai akurasi sebesar 100%. Semua percobaan deret pertama hingga mengepal tangan diarahkan ke sebelah kanan subjek seperti pada Gambar 4.2 hingga 4.6. Ruangan memiliki pencahayaan yang cukup dan visibilitas yang baik pada tangan subjek tanpa bayangan keras atau area yang overexposed yang menunjukkan bahwa cahaya di ruangan tersebar merata. Pada latar belakang dinding berwarna putih dan coklat, dengan kaca sedikit aksesoris garis-garis putih. Terdapat sedikit bayangan dari kaca dan pantulan cahaya lampu, latar belakang tetap sederhana dan tidak ramai. FPS tergolong stabil pada FPS 5 koma saat mendeteksi gesture jari tangan karena tidak terlalu banyak pergerakan. Ketika tidak ada gerakan FPS berada sekitar 9 koma dan 10 koma.

Tabel 4.12 Hasil uji jarak 120 cm *gesture* jari tangan Ansel

Subjek	Jarak (cm)	Gesture Jari Tangan Deret ke-	Gesture Jari Tangan angka	Hasil Deteksi		Akurasi (%)	FPS	Keterangan
				Benar	Salah			
			2	√	-		5.45	-
			2	√	-		5.40	-
		1	1	√	-	100	5.65	-
			1	√	-		5.55	-
			1	√	-		5.65	-
			1	√	-		5.55	-
			3	√	-		5.44	-
		2	3	√	-	100	5.50	-
			4	√	-		5.44	-
			1	√	-		5.65	-
			1	√	-		5.55	-
			3	√	-		5.50	-
		3	3	√	-	100	5.54	-
			3	√	-		5.40	-
			4	√	-		5.44	-
			4	√	-		5.40	-
			1	√	-		5.62	-
		4	2	√	-	100	5.52	-
			2	√	-		5.55	-
			3	√	-		5.44	-
			0	√	-		5.40	Mereset tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.44	Mereset tampilan empat deret angka
		Mengepal (0)	0	√	-	100	5.55	Mereset tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.65	Mereset tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.55	Mereset tampilan empat deret angka

Pada Tabel 4.12 pengujian metode MediaPipe untuk jarak 120 cm Ansel sebagai subjek, hasil deteksi menunjukkan *gesture* jari tangan deret pertama hingga mengepal masing-masing 5 kali percobaan tidak ada salah deteksi *gesture* jari tangan sehingga nilai akurasinya sebesar 100%. Semua percobaan deret pertama hingga mengepal tangan diarahkan ke sebelah kanan subjek seperti pada Gambar 4.2 hingga 4.6. Kondisi pencahayaan ruangan yang cukup, tangan subjek terlihat jelas tanpa bayangan keras atau area overexposed, menandakan cahaya di ruangan

tersebar merata. Latar belakang pengujian berupa dinding berwarna putih dan coklat serta kaca dengan sedikit elemen garis-garis putih. Ada sedikit bayangan dari kaca dan pantulan cahaya lampu, latar belakang tetap sederhana dan tidak ramai. FPS tergolong stabil pada FPS 5 koma saat mendeteksi *gesture* jari tangan karena tidak terlalu banyak pergerakan. Ketika tidak ada gerakan FPS berada sekitar 9 koma dan 10 koma.

Tabel 4.13 Hasil uji jarak 120 cm *gesture* jari tangan Rizal

Subjek	Jarak (cm)	<i>Gesture</i> Jari Tangan Deret ke-	<i>Gesture</i> Jari Tangan angka	Hasil Deteksi		Akurasi (%)	FPS	Keterangan
				Benar	Salah			
Rizal	120	1	3	√	-	100	5.40	-
			3	√	-		5.44	-
			3	√	-		5.50	-
			3	√	-		5.55	-
			3	√	-		5.65	-
		2	4	√	-	100	5.39	-
			2	√	-		5.65	-
			4	√	-		5.55	-
			4	√	-		5.56	-
			4	√	-		5.40	-
		3	4	√	-	100	5.39	-
			4	√	-		5.40	-
			4	√	-		5.45	-
			4	√	-		5.50	-
			1	√	-		5.65	-
		4	3	√	-	100	5.62	-
			4	√	-		5.54	-
			2	√	-		5.55	-
			1	√	-		5.65	-
			0	√	-		5.45	Mereset tampilan empat deret angka
Mengepal (0)	0	√	-	100	5.46	Mereset tampilan empat deret angka		
	0	√	-		5.50	Mereset tampilan empat deret angka		

Subjek	Jarak (cm)	Gesture Jari Tangan Deret ke-	Gesture Jari Tangan angka	Hasil Deteksi		Akurasi (%)	FPS	Keterangan
				Benar	Salah			
			0	√	-		5.55	Merreset tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.44	Merreset tampilan empat deret angka

Pada Tabel 4.13 pengujian metode MediaPipe untuk jarak 120 cm Rizal sebagai subjek, hasil deteksi menunjukkan gesture jari tangan deret pertama hingga mengepal masing-masing 5 kali percobaan tidak ada salah deteksi gesture jari tangan sehingga nilai akurasi sebesar 100%. Semua percobaan deret pertama hingga mengepal tangan diarahkan ke sebelah kanan subjek seperti pada Gambar 4.2 hingga 4.6. Ruangan memiliki pencahayaan yang cukup dan visibilitas yang baik pada tangan subjek tanpa bayangan keras atau area yang overexposed yang menunjukkan bahwa cahaya di ruangan tersebar merata. Pada latar belakang dinding berwarna putih dan coklat, dengan kaca sedikit aksentasi garis-garis putih. Terdapat sedikit bayangan dari kaca dan pantulan cahaya lampu, latar belakang tetap sederhana dan tidak ramai. FPS tergolong stabil pada FPS 5 koma saat mendeteksi gesture jari tangan karena tidak terlalu banyak pergerakan. Ketika tidak ada gerakan FPS berada sekitar 9 koma dan 10 koma.

Tabel 4.14 Hasil uji jarak 150 cm *gesture* jari tangan Ibnu

Subjek	Jarak (cm)	Gesture Jari Tangan Deret ke-	Gesture Jari Tangan angka	Hasil Deteksi		Akurasi (%)	FPS	Keterangan
				Benar	Salah			
			1	√	-		5.65	-
			3	√	-		5.39	-
		1	2	√	-	100	5.55	-
			2	√	-		5.50	-
			1	√	-		5.65	-
Ibnu	150		2	-	√		5.65	Sistem salah deteksi yang terdeteksi angka 3
		2	2	√	-	80	5.56	-
			3	√	-		5.40	-
			4	√	-		5.39	-
			3	√	-		5.45	-

Subjek	Jarak (cm)	Gesture Jari Tangan Deret ke-	Gesture Jari Tangan angka	Hasil Deteksi		Akurasi (%)	FPS	Keterangan
				Benar	Salah			
			2	√	-		5.50	-
			3	√	-		5.44	-
		3	3	√	-	100	5.40	-
			1	√	-		5.55	-
			4	√	-		5.44	-
			1	√	-		5.62	-
			1	√	-		5.65	-
			2	√	-		5.55	-
		4				80		Sistem salah deteksi yang terdeteksi angka 4
			3	-	√		5.44	-
			3	√	-		5.40	-
			0	√	-		5.44	Mereset tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.50	Mereset tampilan empat deret angka
		Mengepal (0)	0	√	-	100	5.45	Mereset tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.50	Mereset tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.45	Mereset tampilan empat deret angka

Pada Tabel 4.14 pengujian metode MediaPipe untuk jarak 150 cm Ibnu sebagai subjek, hasil deteksi menunjukkan *gesture* jari tangan deret kedua terdapat satu kesalahan deteksi dengan 5 kali percobaan dengan pose *gesture* jari tangan angka 2 yang berbeda saat pengujian. Terdapat salah deteksi *gesture* jari tangan deret kedua pada *gesture* jari tangan angka 2 dan yang terdeteksi dan ditampilkan pada layar laptop angka 3 sehingga nilai akurasinya sebesar 80%. Ini terjadi karena salah satu dari 3 jari yang tertutup (tidak terbuka) kurang menekuk atau tertutup ke *keypoint* 0 dan subjek mengarahkan tangan di depan leher yang banyak lipatan dari pakaian, resleting jaket, tali jaket, tali dari meteran dan kontras warna bercampur antara warna kulit leher dan jaket. Saat itu ada cahaya tambahan dari kaca jendela, yang terbuka membuat cahaya dari jendela terlalu terang dan memantul ke arah kamera dan kaca di belakang subjek, menyebabkan area dalam gambar menjadi overexposed. Ketika area tangan berada di dekat pantulan yang sangat terang,

sistem kesulitan untuk membedakan antara tangan dan latar belakang yang terlalu terang membuat sistem mendeteksi satu *gesture* jari tangan yang terbuka.

Hasil deteksi *gesture* jari tangan deret keempat terdapat satu kesalahan deteksi dengan 5 kali percobaan dengan pose *gesture* jari tangan angka 3 yang berbeda saat pengujian. Terdapat salah deteksi *gesture* jari tangan deret keempat pada *gesture* jari tangan angka 3 dan yang terdeteksi dan ditampilkan pada layar laptop angka 4 sehingga nilai akurasi sebesar 80%. Ini terjadi karena salah satu dari 2 jari yang tertutup (tidak terbuka) kurang menekuk atau tertutup ke *keypoint* 0. Pada ruangan memiliki pencahayaan yang cukup dan visibilitas yang baik pada tangan subjek tanpa bayangan keras atau area yang overexposed yang menunjukkan bahwa cahaya di ruangan tersebar merata hanya saat saat pengujian kamera tidak fokus ke jari tangan sehingga sistem mendeteksi satu *gesture* jari tangan yang terbuka. FPS relatif stabil pada 5 koma ketika mendeteksi *gesture* jari tangan, karena tidak terlalu banyak pergerakan. Sebaliknya, FPS berada di 9 koma dan 10 koma apabila tidak ada gerakan sama sekali.

Tabel 4.15 Hasil uji jarak 150 cm *gesture* jari tangan Ansel

Subjek	Jarak (cm)	<i>Gesture</i> Jari Tangan Deret ke-	<i>Gesture</i> Jari Tangan angka	Hasil Deteksi		Akurasi (%)	FPS	Keterangan
				Benar	Salah			
Ansel	150	1	1	√	-	100	5.65	-
			3	√	-		5.39	-
			2	√	-		5.55	-
			2	√	-		5.50	-
			1	√	-		5.65	-
			2	√	-		5.50	-
		2	3	√	-	5.44	-	
			3	√	-	100	5.40	-
			1	√	-	5.55	-	
		3	4	√	-	5.44	-	
			1	√	-	5.62	-	
			1	√	-	5.65	-	
			2	√	-	100	5.55	-
			3	√	-	5.44	-	
			3	√	-	5.40	-	

Subjek	Jarak (cm)	Gesture Jari Tangan Deret ke-	Gesture Jari Tangan angka	Hasil Deteksi		Akurasi (%)	FPS	Keterangan
				Benar	Salah			
			1	√	-		5.65	-
			3	√	-		5.62	-
		4	4	√	-	100	5.54	-
			2	√	-		5.55	-
			1	√	-		5.65	-
			0	√	-		5.45	Merreset tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.54	Merreset tampilan empat deret angka
		Mengepal (0)	0	√	-	100	5.55	Merreset tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.40	Merreset tampilan empat deret angka
			0	√	-		5.44	Merreset tampilan empat deret angka

Pada Tabel 4.15 pengujian metode MediaPipe untuk jarak 150 cm Ansel sebagai subjek, hasil deteksi menunjukkan *gesture* jari tangan deret pertama hingga mengepal masing-masing 5 kali percobaan tidak ada salah deteksi *gesture* jari tangan sehingga nilai akurasinya sebesar 100%. Semua percobaan deret pertama hingga mengepal tangan diarahakan ke sebelah kanan subjek seperti pada Gambar 4.2 hingga 4.6. Ruangan memiliki pencahayaan yang cukup dan visibilitas yang baik pada tangan subjek tanpa bayangan keras atau area yang overexposed yang menunjukkan bahwa cahaya di ruangan tersebar merata. Pada latar belakang dinding berwarna putih dan coklat, dengan kaca sedikit aksen garis-garis putih, saat pengujian ansel jarak 150 cm, jendela kaca telah ditutup kembali sehingga tidak ada cahaya tambahan atau cahaya berlebih, kaca di belakang subjek terdapat sedikit bayangan dari kaca dan pantulan cahaya lampu seperti pada Gambar 4.2 hingga 4.6, latar belakang tetap sederhana dan tidak ramai. FPS relatif stabil pada 5 koma ketika mendeteksi *gesture* jari tangan, karena tidak terlalu banyak pergerakan. Sebaliknya, FPS berada di 9 koma dan 10 koma apabila tidak ada gerakan sama sekali.

Tabel 4.16 Hasil uji jarak 150 cm *gesture* jari tangan Rizal

Subjek	Jarak (cm)	Gesture Jari Tangan Deret ke-	Gesture Jari Tangan angka	Hasil Deteksi		Akurasi (%)	FPS	Keterangan
				Benar	Salah			
Rizal	150	1	3	√	-	100	5.44	-
			2	√	-		5.55	-
			1	√	-		5.65	-
			4	√	-		5.45	-
			2	√	-		5.56	-
		2	1	√	-	100	5.65	-
			4	√	-		5.45	-
			3	√	-		5.55	-
			3	√	-		5.50	-
			2	√	-		5.55	-
		3	3	√	-	100	5.40	-
			3	√	-		5.50	-
			1	√	-		5.50	-
			1	√	-		5.55	-
			1	√	-		5.65	-
		4	4	√	-	100	5.65	-
			4	√	-		5.62	-
			1	√	-		5.55	-
			1	√	-		5.54	-
			2	√	-		5.65	-
Mengepal (0)	0	√	-	100	5.44	Mereset tampilan empat deret angka		
	0	√	-		5.55	Mereset tampilan empat deret angka		
	0	√	-		5.40	Mereset tampilan empat deret angka		
	0	√	-		5.45	Mereset tampilan empat deret angka		
	0	√	-		5.39	Mereset tampilan empat deret angka		

Pada Tabel 4.16 pengujian metode MediaPipe untuk jarak 150 cm Rizal sebagai subjek, hasil deteksi menunjukkan *gesture* jari tangan deret pertama hingga mengepal masing-masing 5 kali percobaan tidak ada salah deteksi *gesture* jari tangan sehingga nilai akurasi sebesar 100%. Semua percobaan deret pertama hingga mengepal tangan diarahkan ke sebelah kanan subjek seperti pada Gambar 4.2 hingga 4.6.

Kondisi pencahayaan ruangan yang cukup, tangan subjek terlihat jelas tanpa bayangan keras atau area overexposed, menandakan cahaya di ruangan tersebar merata. Latar belakang pengujian berupa dinding berwarna putih dan coklat serta kaca dengan sedikit elemen garis-garis putih. Ada sedikit bayangan dari kaca dan pantulan cahaya lampu, latar belakang tetap sederhana dan tidak ramai. FPS relatif stabil pada 5 koma ketika mendeteksi *gesture* jari tangan, karena tidak terlalu banyak pergerakan. Sebaliknya, FPS berada di 9 koma dan 10 koma apabila tidak ada gerakan sama sekali.

4.17. Rata-rata *gesture* jari tangan

Jarak	<i>Gesture</i> Jari Tangan	Akurasi (%)	FPS
30 cm	<i>Gesture</i> Jari Tangan Deret Pertama	93.33	5.51
30 cm	<i>Gesture</i> Jari Tangan Deret Kedua	100	5.54
30 cm	<i>Gesture</i> Jari Tangan Deret Ketiga	100	5.52
30 cm	<i>Gesture</i> Jari Tangan Deret Keempat	100	5.51
30 cm	<i>Gesture</i> Jari Tangan Mengepal (0)	100	5.49
	Rata-rata	98.67	5.51

Cara pengisian rata-rata yaitu dengan cara mengumpulkan 3 subjek pada jarak 30 cm dari subjek 1 Ibnu deret pertama, subjek 2 Ansel deret pertama, subjek 3 Rizal deret pertama lalu mencatat dan memasukkan hasil akurasi dan FPS dari hasil pengujian jarak 30 cm ke dalam excel. Setelah itu di rata-ratakan akurasi deret pertama yaitu akurasi sebjek 1 Ibnu sebesar 80%, subjek 2 Ansel sebesar 100%, dan Rizal sebesar 100% sehingga menghasilkan nilai akurasi sebesar 93.33% untuk deret pertama, sedangkan untuk FPS di dapatkan dari hasil pengujian jarak 30 cm dengan 5 kali percobaan untuk setiap subjek lalu di rata-ratakan sehingga menghasilkan 5.51 FPS untuk deret pertama. Cara pengisi rata-rata ini juga berlaku untuk deret kedua hingga mengepal. Akurasi *gesture* jari tangan deret pertama sebesar 93.33%, deret kedua sebesar 100%, deret ketiga sebesar 100%, deret

keempat sebesar 100%, dan mengepal sebesar 100% sehingga hasil akhir rata-rata sebesar 98.67% dengan rata-rata FPS sebesar 5.51.

4.18. Rata-rata *gesture* jari tangan

Jarak	<i>Gesture</i> Jari Tangan	Akurasi (%)	FPS
60 cm	<i>Gesture</i> Jari Tangan Deret Pertama	100	5.60
60 cm	<i>Gesture</i> Jari Tangan Deret Kedua	100	5.61
60 cm	<i>Gesture</i> Jari Tangan Deret Ketiga	100	5.56
60 cm	<i>Gesture</i> Jari Tangan Deret Keempat	100	5.53
60 cm	<i>Gesture</i> Jari Tangan Mengepal (0)	100	5.52
	Rata-rata	100	5.56

Cara pengisian rata-rata yaitu dengan cara mengumpulkan 3 subjek pada jarak 60 cm dari subjek 1 Ibnu deret pertama, subjek 2 Ansel deret pertama, subjek 3 Rizal deret pertama lalu mencatat dan memasukkan hasil akurasi dan FPS dari hasil pengujian jarak 60 cm ke dalam excel. Setelah itu di rata-ratakan akurasi deret pertama yaitu akurasi subjek 1 Ibnu sebesar 100%, subjek 2 Ansel sebesar 100%, dan Rizal sebesar 100% sehingga menghasilkan nilai akurasi sebesar 100% untuk deret pertama, sedangkan untuk FPS di dapatkan dari hasil pengujian jarak 60 cm dengan 5 kali percobaan untuk setiap subjek lalu di rata-ratakan sehingga menghasilkan 5.60 FPS untuk deret pertama. Cara pengisi rata-rata ini juga berlaku untuk deret kedua hingga mengepal. Akurasi *gesture* jari tangan deret pertama sebesar 100%, deret kedua sebesar 100%, deret ketiga sebesar 100%, deret keempat sebesar 100%, dan mengepal sebesar 100% sehingga hasil akhir rata-rata sebesar 100% dengan rata-rata FPS sebesar 5.56.

4.19. Rata-rata *gesture* jari tangan

Jarak	<i>Gesture</i> Jari Tangan	Akurasi (%)	FPS
90 cm	<i>Gesture</i> Jari Tangan Deret Pertama	100	5.49
90 cm	<i>Gesture</i> Jari Tangan Deret Kedua	100	5.48
90 cm	<i>Gesture</i> Jari Tangan Deret Ketiga	100	5.49
90 cm	<i>Gesture</i> Jari Tangan Deret Keempat	100	5.43
90 cm	<i>Gesture</i> Jari Tangan Mengepal (0)	100	5.52
	Rata-rata	100	5.48

Cara pengisian rata-rata yaitu dengan cara mengumpulkan 3 subjek pada jarak 90 cm dari subjek 1 Ibnu deret pertama, subjek 2 Ansel deret pertama, subjek 3 Rizal deret pertama lalu mencatat dan memasukkan hasil akurasi dan FPS dari hasil pengujian jarak 90 cm ke dalam excel. Setelah itu di rata-ratakan akurasi deret pertama yaitu akurasi subjek 1 Ibnu sebesar 100%, subjek 2 Ansel sebesar 100%, dan Rizal sebesar 100% sehingga menghasilkan nilai akurasi sebesar 100% untuk deret pertama, sedangkan untuk FPS di dapatkan dari hasil pengujian jarak 90 cm dengan 5 kali percobaan untuk setiap subjek lalu di rata-ratakan sehingga menghasilkan 5.49 FPS untuk deret pertama. Cara pengisi rata-rata ini juga berlaku untuk deret kedua hingga mengepal. Akurasi *gesture* jari tangan deret pertama sebesar 100%, deret kedua sebesar 100%, deret ketiga sebesar 100%, deret keempat sebesar 100%, dan mengepal sebesar 100% sehingga hasil akhir rata-rata sebesar 100% dengan rata-rata FPS sebesar 5.48.

4.20. Rata-rata *gesture* jari tangan

Jarak	<i>Gesture</i> Jari Tangan	Akurasi (%)	FPS
120 cm	<i>Gesture</i> Jari Tangan Deret Pertama	100	5.53
120 cm	<i>Gesture</i> Jari Tangan Deret Kedua	100	5.53
120 cm	<i>Gesture</i> Jari Tangan Deret Ketiga	100	5.51
120 cm	<i>Gesture</i> Jari Tangan Deret Keempat	100	5.55
120 cm	<i>Gesture</i> Jari Tangan Mengepal (0)	100	5.50
	Rata-rata	100	5.52

Cara pengisian rata-rata yaitu dengan cara mengumpulkan 3 subjek pada jarak 120 cm dari subjek 1 Ibnu deret pertama, subjek 2 Ansel deret pertama, subjek 3 Rizal deret pertama lalu mencatat dan memasukkan hasil akurasi dan FPS dari hasil pengujian jarak 120 cm ke dalam excel. Setelah itu di rata-ratakan akurasi deret pertama yaitu akurasi subjek 1 Ibnu sebesar 100%, subjek 2 Ansel sebesar 100%, dan Rizal sebesar 100% sehingga menghasilkan nilai akurasi sebesar 100% untuk deret pertama, sedangkan untuk FPS di dapatkan dari hasil pengujian jarak 120 cm dengan 5 kali percobaan untuk setiap subjek lalu di rata-ratakan sehingga menghasilkan 5.53 FPS untuk deret pertama. Cara pengisi rata-rata ini juga berlaku untuk deret kedua hingga mengepal. Akurasi *gesture* jari tangan deret pertama sebesar 100%, deret kedua sebesar 100%, deret ketiga sebesar 100%, deret keempat sebesar 100%, dan mengepal sebesar 100% sehingga hasil akhir rata-rata sebesar 100% dengan rata-rata FPS sebesar 5.52.

4.21. Rata-rata *gesture* jari tangan

Jarak	<i>Gesture</i> Jari Tangan	Akurasi (%)	FPS
150 cm	<i>Gesture</i> Jari Tangan Deret Pertama	100	5.54
150 cm	<i>Gesture</i> Jari Tangan Deret Kedua	93.33	5.50
150 cm	<i>Gesture</i> Jari Tangan Deret Ketiga	100	5.51
150 cm	<i>Gesture</i> Jari Tangan Deret Keempat	93.33	5.58
150 cm	<i>Gesture</i> Jari Tangan Mengepal (0)	100	5.46
	Rata-rata	97.33	5.52

Cara pengisian rata-rata yaitu dengan cara mengumpulkan 3 subjek pada jarak 150 cm dari subjek 1 Ibnu deret pertama, subjek 2 Ansel deret pertama, subjek 3 Rizal deret pertama lalu mencatat dan memasukkan hasil akurasi dan FPS dari hasil pengujian jarak 150 cm ke dalam excel. Setelah itu di rata-ratakan akurasi deret pertama yaitu akurasi subjek 1 Ibnu sebesar 100%, subjek 2 Ansel sebesar 100%, dan Rizal sebesar 100% sehingga menghasilkan nilai akurasi sebesar 100% untuk deret pertama, sedangkan untuk FPS di dapatkan dari hasil pengujian jarak 150 cm dengan 5 kali percobaan untuk setiap subjek lalu di rata-ratakan sehingga menghasilkan 5.54 FPS untuk deret pertama. Cara pengisi rata-rata ini juga berlaku untuk deret kedua hingga mengepal. Akurasi *gesture* jari tangan deret pertama sebesar 100%, deret kedua sebesar 93.33%, deret ketiga sebesar 100%, deret keempat sebesar 93.33%, dan mengepal sebesar 100% sehingga hasil akhir rata-rata sebesar 97.33% dengan rata-rata FPS sebesar 5.52.

4.22. Rata-rata akurasi dan FPS tiap deret

Jarak	<i>Gesture</i> Jari Tangan	Akurasi (%)	FPS
30 cm-150 cm	<i>Gesture</i> Jari Tangan Deret Pertama	98.67	5.53
30 cm-150 cm	<i>Gesture</i> Jari Tangan Deret Kedua	98.67	5.53
30 cm-150 cm	<i>Gesture</i> Jari Tangan Deret Ketiga	100	5.52
30 cm-150 cm	<i>Gesture</i> Jari Tangan Deret Keempat	98.67	5.52
30 cm-150 cm	<i>Gesture</i> Jari Tangan Mengepal (0)	100	5.50
	Rata-rata	99,20	5.52

Cara pengisian rata-rata yaitu dengan cara mengumpulkan akurasi tiap deret dari deret pertama hingga mengepal dari hasil pengujian jarak dimulai dari subjek 1 Ibnu deret pertama jarak 30 cm akurasi sebesar 80%, jarak 60 cm akurasi sebesar 100%, jarak 90 cm akurasi sebesar 100%, jarak 120 cm akurasi sebesar 100%, dan jarak 150 cm akurasi sebesar 100%. Subjek 2 Ansel deret pertama jarak 30 cm akurasi sebesar 100%, jarak 60 cm akurasi sebesar 100%, jarak 90 cm akurasi sebesar 100%, jarak 120 cm akurasi sebesar 100%, dan jarak 150 cm akurasi sebesar 100%. Subjek 3 Rizal deret pertama jarak 30 cm akurasi sebesar 100%, jarak 60 cm akurasi sebesar 100%, jarak 90 cm akurasi sebesar 100%, jarak 120 cm akurasi sebesar 100%, dan jarak 150 cm akurasi sebesar 100%, untuk FPS dengan mengumpulkan FPS dari deret pertama, 5 kali percobaan, 3 subjek begitu juga seterusnya untuk deret kedua hingga mengepal, sehingga rata-rata akhir ditemukan nilai akurasi sebesar 99.20% dengan FPS sebesar 5.52.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari menguji sistem deteksi *gesture* jari tangan hingga menampilkan empat deret angka dan melakukan reset tampilan hasil deteksi pada layar laptop hingga pengujian jarak yang dirancang pada penelitian ini, maka ada kesimpulan yang dapat diusulkan:

1. *Computer Vision* berhasil menampilkan *capture* dari webcam atau kamera secara *real-time*. Dalam penelitian ini berhasil digunakan untuk menampilkan hasil deteksi *gesture* jari tangan pada layar laptop, *Frame Per Second* (FPS), teks ketika tangan mengepal, kotak di sekitar tangan, teks nama, teks nim, teks tugas akhir.
2. Hasil pengujian untuk mendeteksi empat deret angka yang telah diuji, bahwa hasil deteksi *gesture* jari tangan deret pertama sampai mengepal yang didapatkan pada jarak 30 cm dengan 5 kali percobaan untuk 3 subjek, 74 percobaan benar dan 1 salah sehingga rata-rata akurasi dan FPS jarak 30 cm sebesar 98.67% dan 5.51 FPS dapat dikatakan deteksi *gesture* jari tangan mendeteksi dengan baik hanya saja terdapat satu kesalahan deteksi, *gesture* jari tangan deret pertama sampai mengepal pada jarak 60 cm dengan 5 kali percobaan untuk 3 subjek, 75 percobaan benar sehingga rata-rata akurasi dan FPS jarak 60 cm sebesar 100% dan 5.56 FPS dapat dikatakan deteksi *gesture* jari tangan mendeteksi dengan sangat baik, *gesture* jari tangan deret pertama sampai mengepal pada jarak 90 cm dengan 5 kali percobaan untuk 3 subjek, 75 percobaan benar sehingga rata-rata akurasi dan FPS jarak 90 cm sebesar 100% dan 5.48 FPS dapat dikatakan deteksi *gesture* jari tangan mendeteksi dengan sangat baik, *gesture* jari tangan deret pertama sampai mengepal pada jarak 120 cm dengan 5 kali percobaan untuk 3 subjek, 75 percobaan benar sehingga rata-rata akurasi dan FPS jarak 120 cm sebesar 100% dan 5.52 FPS dapat dikatakan deteksi *gesture* jari tangan mendeteksi dengan sangat baik, *gesture* jari tangan deret pertama sampai mengepal yang didapatkan pada jarak 150 cm dengan 5

kali percobaan untuk 3 subjek, 73 percobaan benar dan 2 salah sehingga rata-rata akurasi dan FPS jarak 150 cm sebesar 97.33% dan 5.52 FPS dapat dikatakan deteksi *gesture* jari tangan mendeteksi dengan baik hanya saja terdapat dua kesalahan deteksi.

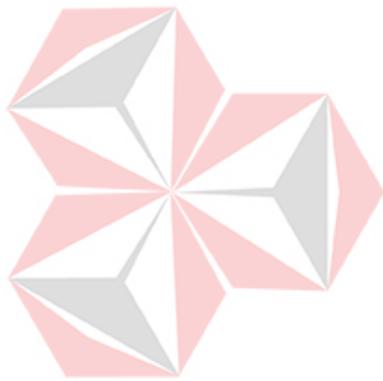
3. Jarak 60 cm, 90 cm, 120 cm memiliki akurasi sebesar 100% dan FPS pada jarak 60 cm 5.56 FPS, 90 cm 5.48 FPS, 120 cm 5.52 FPS cukup stabil.
4. Hasil rata-rata nilai akurasi dan error semua deteksi *gesture* jari tangan deret pertama sampai mengepal yang dilakukan dengan metode MediaPipe dengan jarak 30 cm sampai 150 cm, dilakukan dengan 3 subjek dan 5 kali percobaan pada setiap jarak, pada *gesture* jari tangan deret pertama tingkat akurasi sebesar 98.67%, akurasi *gesture* jari tangan deret kedua sebesar 98.67%, akurasi *gesture* jari tangan deret ketiga sebesar 100%, akurasi *gesture* jari tangan deret keempat sebesar 98.67%, akurasi *gesture* jari tangan mengepal sebesar 100%. Pada percobaan ini juga menghasilkan nilai rata-rata FPS untuk setiap *gesture* jari tangan dengan rata-rata *gesture* jari tangan deret pertama sebesar 5.53, *gesture* jari tangan deret kedua sebesar 5.53, *gesture* jari tangan deret ketiga sebesar 5.52, *gesture* jari tangan deret keempat sebesar 5.52, *gesture* jari tangan mengepal sebesar 5.50 sehingga total rata-rata keseluruhan akurasi sebesar 99.20% dan FPS sebesar 5.52 menunjukkan bahwa performa dari sistem deteksi *gesture* jari tangan bekerja sangat baik.

5.2 Saran

Sehubung dengan saran pengembangan lebih lanjut penelitian untuk memperbaikinya, maka saran yang diberikan adalah sebagai berikut:

1. Sistem deteksi *gesture* jari tangan bekerja sangat baik pada jarak 60 cm hingga 120 cm disarankan untuk menggunakan sistem ini dalam rentang jarak tersebut untuk memastikan akurasi dan konsistensi deteksi yang tinggi.
2. Dapat dikembangkan untuk proses belajar berhitung anak usia dini.
3. Bila terjadi kesalahan deteksi *gesture* jari tangan *count* direset ke *count* 0.
4. Deteksi angka kembar dibuat penyimpanan khusus agar *count* tidak menghitung dari awal atau *count* 0.

5. Dapat dikembangkan dengan penambahan output suara sesuai hasil deteksi.
6. Diperlukan penelitian lebih lanjut agar dapat dikembangkan menjadi sistem berbasis password untuk membuka brankas, ruangan, dan lain-lain.



UNIVERSITAS
Dinamika

DAFTAR PUSTAKA

- Anam, N. (2022). SISTEM DETEKSI SIMBOL PADA SIBI (SISTEM ISYARAT BAHASA INDONESIA) MENGGUNAKAN MEDIAPIPE DAN RESNET-50. Repository Universitas Dinamika. <https://repository.dinamika.ac.id/id/eprint/6259/>
- Anjali Dompeipen, T., R.U.A Sompie, S., & E.I Najoan, M. (2021). Computer Vision Implementation for Detection and Counting the Number of Humans . Jurnal Teknik Informatika, 16(1), 65–76. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/informatika/article/view/31471>
- Edowai, Y. R. B. (2023). SISTEM AUTOMATIC FEATURE SELECTION BERBASIS DETEKSI GESTUR KEDUA JARI TANGAN UNTUK MENGONTROL LEVEL KECEPATAN PUTARAN 2 KIPAS ANGIN MENGGUNAKAN MEDIAPIPE. Repository Universitas Dinamika. <https://repository.dinamika.ac.id/id/eprint/7301/>
- Google. (2024, May 14). MediaPipe Tasks. Google AI for Developers. <https://ai.google.dev/edge/mediapipe/solutions/guide?hl=id>
- Hernando, K. (2023). Implementasi Deep Learning untuk Visi Komputer sebagai Mouse Virtual menggunakan Mediapipe dan Faster RCNN. Repository Universitas Dinamika. <https://repository.dinamika.ac.id/id/eprint/6887/>
- Movsessian, A., & Nagaty, K. A. (2013). A New Approach for Peer-to-Peer Distributed Computation . Researchgate, 1–192. https://www.researchgate.net/publication/237062986_A_New_Approach_for_Peer-to-Peer_Distributed_Computation
- Nautica, M. R. P. (2022). HAND GESTURE DETECTION SEBAGAI ALAT BANTU AJAR BERHITUNG MENGGUNAKAN MEDIAPIPE DAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK SECARA REALTIME. Repository Universitas Dinamika. <https://repository.dinamika.ac.id/id/eprint/6650/>

Nur Budiman, S., Lestanti, S., Marselius Evvandri, S., & Kartika Putri, R. (2022). PENGENALAN GESTUR GERAKAN JARI UNTUK MENGONTROL VOLUME DI KOMPUTER MENGGUNAKAN LIBRARY OPENCV DAN MEDIAPIPE. *Antivirus : Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, 16(2), 223–232. <https://doi.org/10.35457/antivirus.v16i2.2508>

Pranowo. (2015). *Pengolahan Citra Berbasis PDE dengan OpenCV (1st ed.)*. Cahaya Atma Pustaka. <https://e-journal.uajy.ac.id/13659/>

Ramdhan, N. A., & Nufriana, D. A. (2019). RANCANG BANGUN DAN IMPLEMENTASI SISTEM INFORMASI SKRIPSI ONLINE BERBASIS WEB. *Jurnal Ilmiah Intech : Information Technology Journal of UMUS*, 1(2), 1–12. <https://jurnal.umus.ac.id/index.php/intech/issue/view/10>

Tanugraha, F. D. (2022). SISTEM PENGENALAN AKTIVITAS MANUSIA MENGGUNAKAN LONG SHORT-TERM MEMORY DAN MEDIAPIPE. *Repository Universitas Dinamika*. <https://repository.dinamika.ac.id/id/eprint/6190/>

Visual Studio Code. (2021, June 22). *Icons and names usage guidelines*. Visual Studio Code. <https://code.visualstudio.com/brand>

Zein, A. (2018). Pendeteksian Kantuk Secara Real Time Menggunakan Pustaka OPENCV dan DLIB PYTHON. *Sainstech: Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Sains Dan Teknologi*, 28(2). <https://doi.org/10.37277/stch.v28i2.238>