

**IMPLEMENTASI EYE TRACKING UNTUK DETEKSI
KECURANGAN PADA SIMULASI UJIAN BERBASIS
COMPUTER VISION**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Kelulusan
Jenjang Strata Satu Pada Program Studi Teknik Informatika**

Oleh
Gerry Mandala Putra
2255201269



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH BENGKULU
2026**

LEMBAR PERSETUJUAN

IMPLEMENTASI EYE TRACKING UNTUK DETEKSI KECURANGAN PADA SIMULASI UJIAN BERBASIS COMPUTER VISION

Oleh

Gerry Mandala Putra

2255201269

Tugas Akhir Ini Telah Diterima dan Disahkan
untuk Memenuhi Persyaratan Mencapai Gelar
SARJANA KOMPUTER (S.Kom)

Pada

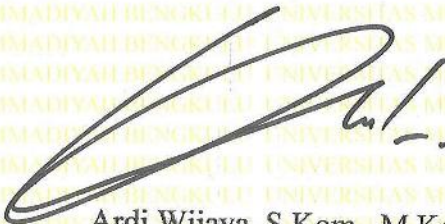
PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH BENGKULU

Bengkulu, 20 Juli 2026

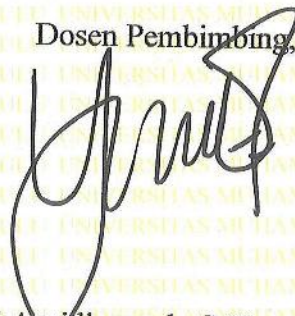
Disetujui oleh

Ketua Program Studi,

Dosen Pembimbing,



Ardi Wijaya, S.Kom., M.Kom
NP.198805112014081181



Yovi Apriadiansyah, S.Kom., M.Kom
NIDN. 0226068801

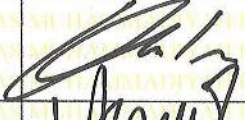
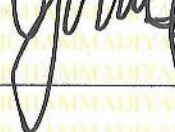
LEMBAR PERSETUJUAN HASIL REVISI

IMPLEMENTASI EYE TRACKING UNTUK DETEKSI KECURANGAN PADA SIMULASI UJIAN BERBASIS COMPUTER VISION

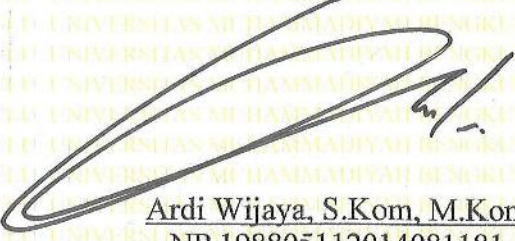
Oleh
Gerry Mandala Putra
2255201269

Telah Melakukan Revisi Sesuai dengan Perubahan
dan Perbaikan yang Diminta Pada Saat Sidang Tugas Akhir

Bengkulu, 3 Agustus 2026
Menyetujui

No	Nama	Keterangan	Tanda Tangan
1.	Gunawan, S.Kom., M.Kom.	Ketua Penguji	
2.	Ardi Wijaya, S.Kom., M.Kom.	Penguji 1	
3.	Yovi Apridiansyah, S.Kom., M.Kom.	Penguji 2	

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Informatika


Ardi Wijaya, S.Kom, M.Kom
NP.198805112014081181

LEMBAR PENGESAHAN

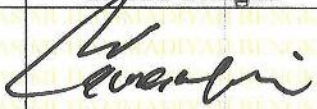
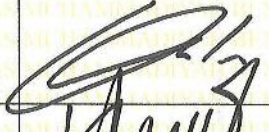
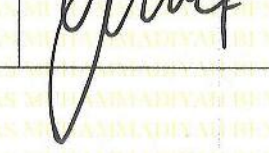
**IMPLEMENTASI EYE TRACKING UNTUK DETEKSI
KECURANGAN PADA SIMULASI UJIAN BERBASIS
COMPUTER VISION**

SKRIPSI

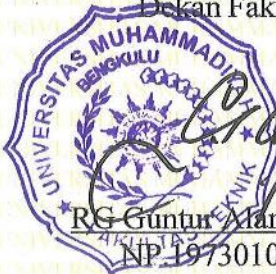
Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Kelulusan
Jenjang Strata Pada Program Studi Teknik Informatika

Oleh
Gerry Mandala Putra
2255201269

Bengkulu, 3 Agustus 2026

No	Nama	Keterangan	Tanda Tangan
1.	Gunawan, S.Kom., M.Kom.	Ketua Penguji	
2.	Ardi Wijaya, S.Kom., M.Kom.	Penguji 1	
3.	Yovi Apridiansyah, S.Kom., M.Kom.	Penguji 2	

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik



RG Guntur Alam, M.Kom., Ph. D
NP 197301012000041040

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

- 1) Naskah Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas Muhammadiyah Bengkulu maupun perguruan tinggi lainnya.
- 2) Skripsi ini murni merupakan karya penelitian saya sendiri dan tidak menjiplak karya pihak lain. Dalam hal ada bantuan atau arahan dari pihak lain maka telah saya sebutkan identitas dan jenis bantuannya di dalam lembar ucapan terima kasih.
- 3) Seandainya ada karya pihak lain yang ternyata memiliki kemiripan dengan karya saya ini, maka hal ini adalah di luar pengetahuan saya dan terjadi tanpa kesengajaan dari pihak saya.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terbukti adanya kebohongan dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai norma yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Bengkulu.

Bengkulu, 3 Agustus 2026
Yang membuat pernyataan



Gerry Mandala Putra
NPM. 2255201269

MOTTO

"Jika kamu benar-benar menginginkan sesuatu, lambat laun kamu pasti akan
segera menemukan caranya."

"Setiap kesulitan selalu ada kemudahan. Setiap masalah pasti ada solusi."

"Kunci untuk mewujudkan impian bukanlah dengan fokus pada kesuksesan tapi
pada arti. Bahkan langkah kecil dan kemenangan kecil sepanjang perjalananmu
bisa memberikan arti yang lebih hebat."

"Tidak ada hal yang sia-sia dalam belajar karena ilmu akan bermanfaat pada
waktunya."

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, yang telah memberi saya kekuatan, kesehatan, dan kesabaran untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Setelah melewati waktu yang tidak sebentar dengan cara yang tidak mudah akhirnya cita-cita dan harapanku tercapai, SKRIPSI ini ku persembahkan untuk:
kedua orang tua saya yang menjadi sebuah alasan utama untuk dapat bertahan dalam setiap proses yang saya jalani selama perkuliahan untuk ayah Nopiyan dan ibu Ica Nopitasari sebagai wujud jawaban dan tanggung jawab atas kepercayaan yang telah diamanatkan kepada ku serta atas cinta dan kasih sayang, kesabaran yang tulus ikhlas membesarkan, merawat dan memberikan dukungan moral dan material serta selalu mendoakan ku selama menempuh pendidikan sehingga aku dapat menyelesaikan studi Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Bengkulu. Kebahagiaan dan rasa bangga kalian menjadi tujuan utama dalam hidupku. Semoga Allah senantiasa memuliakan kalian baik di dunia dan diakhirat, Amin.
2. Yang tersayang adikku Ince Tessa Kauna dan Dirga Rafayel yang selalu menghibur, dan memberikan semangat, dan memberikan motivasi selama ini.
3. Kepada Dosen Pembimbing Bapak Yovi Apridiansyah, S.Kom., M.Kom Terima kasih atas bimbingan, arahan, dan kesabaran yang diberikan selama proses penulisan skripsi ini. Saya beruntung memiliki pembimbing seperti Bapak yang selalu membimbing dan memberikan wawasan yang berharga.

4. Terimakasih untuk Seseorang yang berinisial “Diana Ningsi” yang selalu menemani proses pembuatan SKRIPSI ini, yang selalu Memberikan semangat dan Motivasi serta dukungannya, yang selalu mau di repotkan dan tidak bosan memberikan arahan, Terimakasih sudah menjadi sosok rumah yang selalu ada untuk saya selama proses penyusunan SKRIPSI ini.
5. Dan yang terakhir, Terimakasih kepada diri saya sendiri Gerry Mandala Putra yang telah berhasil melewati berbagai rintangan untuk menyelesaikan SKRIPSI ini. Dan telah bertahan sejauh ini, Terima kasih telah memilih untuk terus melangkah, meski jalan tak selalu terang. Terima kasih telah tetap mencoba, meski hasil tak selalu seperti harapan. Terima kasih telah mempercayai bahwa setiap usaha tidak akan pernah sia-sia. Bahwa lelah yang dirasa hari ini adalah bekal untuk hari esok yang lebih bijaksana. Gerry, kamu luar biasa. Kamu mampu menghadapi tekanan, rasa takut, keraguan, dan kelelahan yang datang silih berganti selama proses penyusunan SKRIPSI ini. Kamu berhasil melewati semuanya, tanpa pernah benar-benar menyerah. Kamu layak untuk bangga dan berbahagia atas setiap langkah yang telah kamu tempuh hingga titik ini.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Identitas Pribadi

Nama : Gerry Mandala Putra
TTL : SINDANG BULAN, 19-02-2002
Agama : Islam
Anak Ke : Pertama
Alamat : DESA DUSUN BARU
Desa : DUSUN BARU
Kecamatan : SEGINIM
Kota : Bengkulu

2. Nama Orang Tua

Nama Ayah : NOPIYAN
Pekerjaan : Petani
Nama Ibu : ICA NOPITASARI
Pekerjaan : Petani

3. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 47 Bengkulu Selatan : 2008–2015
SMP Negeri 30 Bengkulu Selatan : 2015–2018
SMA Negeri 7 Bengkulu Selatan : 2018–2021
Universitas Muhammadiyah Bengkulu : 2022–2026

ABSTRAK

IMPLEMENTASI EYE TRACKING UNTUK DETEKSI KECURANGAN PADA SIMULASI UJIAN BERBASIS COMPUTER VISION

Nama : Gerry Mandala Putra

NPM 2255201269

Pembimbing : Yovi Apridiansyah, S.Kom., M.Kom

Penelitian ini mengimplementasikan sistem *eye tracking* berbasis *computer vision* untuk mendeteksi kecurangan pada simulasi ujian berbasis komputer. Sistem yang dibangun memanfaatkan pustaka MediaPipe *Face Mesh* untuk mendeteksi lebih dari 468 titik *landmark* wajah tanpa memerlukan perangkat keras khusus, kemudian mengekstraksi fitur perilaku visual berupa arah pandang (*gaze direction*), durasi gaze ke luar area layar, jumlah sakade, dan nilai PERCLOS (*Percentage of Eye Closure*) dari rekaman video peserta ujian menggunakan OpenCV dan Python melalui antarmuka GUI Tkinter. Deteksi kecurangan dilakukan dengan pendekatan berbasis ambang batas (*rule-based threshold*), tanpa memerlukan proses pelatihan model *machine learning*. Pengujian dilakukan terhadap dataset yang terdiri dari 30 video simulasi ujian berdurasi sekitar 10–20 detik, meliputi 15 video dengan label *ground truth* curang dan 15 video dengan label normal. Evaluasi kinerja sistem dilakukan menggunakan *confusion matrix* dengan kelas curang sebagai kelas positif. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mencapai akurasi sebesar 93,33%, presisi sebesar 100%, *recall* (sensitivitas) sebesar 86,67%, *F1-score* sebesar 92,86%, dan spesifisitas sebesar 100%, dengan nilai *True Positive* sebesar 13, *True Negative* sebesar 15, *False Positive* sebesar 0, dan *False Negative* sebesar 2. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai PERCLOS merupakan indikator yang paling dominan dalam proses deteksi kecurangan pada penelitian ini. Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan *eye tracking* berbasis ambang batas menawarkan solusi deteksi kecurangan yang ringan, transparan, dan terjangkau dibandingkan pendekatan berbasis perangkat keras khusus atau model *deep learning* yang memerlukan sumber daya komputasi besar.

Kata Kunci: *Eye Tracking*, Deteksi Kecurangan, *Computer Vision*, MediaPipe *Face Mesh*, *Gaze Tracking*, PERCLOS, *Confusion Matrix*, Simulasi Ujian

ABSTRACT

IMPLEMENTATION OF EYE TRACKING FOR CHEATING DETECTION IN COMPUTER VISION-BASED EXAM SIMULATIONS

Name : Gerry Mandala Putra
NPM 2255201269
Advisor : Yovi Apridiansyah, S.Kom., M.Kom

This study implements an *eye tracking* system based on *computer vision* to detect cheating behavior during computer-based examination simulations. The developed system utilizes the MediaPipe *Face Mesh* library to detect more than 468 facial *landmark* points without requiring specialized hardware, then extracts visual behavior features including gaze direction, gaze-outside-screen duration, saccade count, and PERCLOS (*Percentage of Eye Closure*) values from examinee video recordings using OpenCV and Python through a Tkinter-based GUI. Cheating detection is performed using a *rule-based threshold* approach, without requiring machine learning model training. Testing was conducted on a dataset consisting of 30 examination simulation videos of approximately 10–20 seconds each, comprising 15 videos labeled as cheating and 15 videos labeled as normal ground truth. System performance was evaluated using a *confusion matrix* with the cheating class as the positive class. The results show that the system achieves an accuracy of 93.33%, precision of 100%, recall (sensitivity) of 86.67%, F1-score of 92.86%, and specificity of 100%, with *True Positive* of 13, *True Negative* of 15, *False Positive* of 0, and *False Negative* of 2. These results indicate that the PERCLOS value is the most dominant indicator in the cheating detection process in this study. This study demonstrates that a threshold-based *eye tracking* approach offers a lightweight, transparent, and affordable cheating detection solution compared to approaches requiring specialized hardware or *deep learning* models that require large computational resources.

Keywords: Eye Tracking, Cheating Detection, Computer Vision, MediaPipe Face Mesh, Gaze Tracking, PERCLOS, Confusion Matrix, Examination Simulation.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan judul "Implementasi Eye Tracking Untuk Deteksi Kecurangan Pada Simulasi Ujian Berbasis Computer Vision". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer di Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Bengkulu. Penulis juga mengucapkan terima kasih sebesar besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan selama proses penelitian hingga penulisan skripsi selesai kepada :

1. Bapak Dr. Susiyanto, M. Si., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah
2. Bapak RG Guntur Alam, M.Kom, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Bengkulu.
3. Bapak Ardi Wijaya, S. Kom., M. Kom., selaku Ketua Program Studi Fakultas Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Bengkulu.
4. Bapak Yovi Apridiansyah, S. Kom., M. Kom., atas bimbingan, arahan, dan kesabaran yang luar biasa selama proses penyusunan skripsi ini
5. Ayah, Ibu, dan Adek-Adek ku dengan semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.
6. Ayah, Ibu. Terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala doa yang tiada henti, curahan kasih sayang, dukungan moral dan materiil, serta pengorbanan yang

telah diberikan hingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Karya sederhana ini kupersembahkan sebagai wujud rasa cinta dan bakti, serta sebagai langkah awal untuk membuat Ayah dan Ibu bangga."

Walaikumsalam Warahmatullahi Wabarakatuh

Bengkulu, 3 Agustus 2026
Penulis

Gerry Mandala Putra
NPM. 2255201269

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN HASIL REVISI	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
SURAT PERNYATAAN.....	v
MOTTO.....	vi
PERSEMBAHAN	vii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	ix
ABSTRAK.....	x
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Pertanyaan penelitian	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Kerangka Kerja Penelitian (<i>Research Framework</i>)	6
BAB II TINJAUAN LITERATUR	
2.1 Penelitian Terkait.....	12
2.2 Pengolahan Citra Digital	15
2.3 Kecurangan Akademik Pada Ujian Berbasis Komputer.....	16

2.4 Eye Tracking.....	17
2.4.1 Komponen Utama Eye Tracking	18
2.4.2 Jenis Gerakan Mata	18
2.5. Computer vision	19
2.5.1 Pra-pemrosesan Citra (Imge Processing)	19
2.5.2 Deteksi Wajah	20
2.6 MediaPipe Face Mash.....	20
2.6.1 Landmark Iris Untuk Estimasi Gaze	21
2.6.2 Eye Aspect Ratio (EAR)	21
2.7 Fitur Prilaku Visual Dalam Deteksi Kecurangan.....	22
2.7.1 PERCLOS (Percetange of Eye Closre)	23
2.7.2 Metode Deteksi Berbasis Threshold (Rule-Based)	23
2.8 Evaluasi Kinerja Sistem dengan Cunfusion Matrik.....	24
2.81 Matrik Evaluasi	24

BAB III ANALISIS MASALAH DAN PERANCANGAN PROGRAM

3.1 Analisis Masalah	26
3.2 Metode Pelaksanaan.....	27
3.3 Perancangan Antarmuka Pengguna (GUI)	31
3.3.1 Tab 1-Uji Satu Video	31
3.3.2 Tab 2-Uji Semua Video.....	32
3.3.3 Tab 3-Evaluasi.....	32
3.3.4 Tab 4-Tabel Hasil	33

BAB IV IMPLEMENTASI DAN UJI COBA

4.1 Implementasi	35
4.1.1 Persiapan Dataset Video.....	35
4.1.2 Skenario Perekaman	36
4.1.3 Pelabelan Dataset	37
4.2 Uji Coba	38
4.2.1 Uji Coba 1 Video.....	40
4.2.2 Proses Uji Keseluruhan	42

4.2.3 Proses Confussion Matrik	47
--------------------------------------	----

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran.....	54

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Framwork Penelitian	7
Tabel 2.1 <i>Fitur prilaku Visual Dalam Sistem Deteksi Kecurangan</i>	22
Tabel 2.2 Struktur Confusion Matrix Sistem Deteksi Kecurangan	24
Tabel 4.1 Skenario Perekaman Dataset Video Simulasi Ujian	36
Tabel 4.2 Distribusi Dataset Video Simulasi Ujian	38
Tabel 4.3 Hasil Pengujian.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Proses Tahap Pelaksanaan Eksperimen.....	28
Gambar 3.2 Rancangan Antarmuka Tab 1: Uji Satu Video	31
Gambar 3.3 Rancangan Antarmuka Tab 2: Uji Semua Video (Batch)	32
Gambar 3.4 Rancangan Antarmuka Tab 3: Confusion Matrix & Evaluasi.....	33
Gambar 3.5 Rancangan Antarmuka Tab 4: Tabel Hasil.....	34
Gambar 4.1 Tampilan Utama Deteksi Kecurangan.....	40
Gambar 4.2 Uji Coba Tunggal	41
Gambar 4.3 Proses Uji Keseluruhan.....	43
Gambar 4.4 Hasil Proses Uji Keseluruhan	44
Gambar 4.5 Pengujian Confussion Matrik	47
Gambar 4.6 Grafik Batang Metrik Evaluasi Eye Tracking	48
Gambar 4.7 Tim Eline Arah Pandang (Gaze Direction)	50

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia pendidikan ujian merupakan suatu proses atau kegiatan sistematis untuk mengukur dan mengevaluasi pengetahuan, kemampuan, keterampilan, sikap, atau potensi, akan tetapi sering kali terdapat persoalan yang cukup serius dalam hal integritas akademik, khususnya tindak kecurangan yang terjadi saat pelaksanaan ujian. Perilaku menyontek sudah bukan sekadar pelanggaran etika semata, melainkan telah menjadi kebiasaan yang mengakar di berbagai jenjang pendidikan, mulai dari tingkat sekolah dasar hingga perguruan tinggi (Zayyinul Mushthofa, 2021). Fenomena ini tidak memandang latar belakang kemampuan akademik maupun jenis kelamin peserta didik siapa pun berpotensi terlibat ketika pengawasan tidak berjalan secara optimal. Kondisi ini diperburuk oleh perkembangan teknologi digital yang justru membuka celah baru bagi peserta ujian untuk berbuat curang dengan cara yang semakin tidak terdeteksi oleh pengawas konvensional.

Meluasnya penyelenggaraan ujian berbasis komputer (*computer based test*) dan ujian daring pasca pandemi Covid-19 semakin memperumit tantangan pengawasan ini. Dalam lingkungan ujian berbasis komputer, peserta ujian memiliki peluang yang jauh lebih besar untuk melakukan kecurangan karena minimnya kehadiran fisik pengawas (Pratama, Kharisma and Arwani, 2021). Riset yang dilakukan oleh Pangestu dkk. (2024) pada platform ujian daring menunjukkan

bahwa kasus menyontek lebih sering terjadi dalam ujian berbasis komputer dibandingkan ujian tatap muka konvensional, salah satunya karena sistem pendukung pengawasan virtual yang masih sangat terbatas. Berbagai modus kecurangan pun semakin beragam, mulai dari menolehkan pandangan ke sumber jawaban lain, berkomunikasi dengan orang di sekitar, hingga memanfaatkan perangkat digital secara sembunyi-sembunyi.

Salah satu indikator perilaku yang paling sulit disembunyikan oleh peserta ujian yang hendak berbuat curang adalah pola pergerakan bola mata. Ketika seseorang mengalihkan pandangannya ke sumber jawaban yang bukan layar ujian, arah tatapan matanya akan berubah secara signifikan dari pola normal seseorang yang sedang berkonsentrasi mengerjakan soal. Penelitian oleh Yogasara dkk. (2023) membuktikan bahwa indikator-indikator pada *eye tracking* seperti durasi fiksasi, kecepatan sakadik, dan jumlah pergerakan sakkad mampu memberikan gambaran yang sangat akurat tentang kondisi kognitif dan perilaku fokus seseorang. Temuan ini membuka peluang besar untuk memanfaatkan teknologi pelacakan mata sebagai instrumen deteksi kecurangan yang lebih andal (Yogasara *et al.*, 2023).

Sejumlah penelitian terdahulu telah berupaya menjawab tantangan deteksi kecurangan ini dengan berbagai pendekatan teknologi. Bimantoro dkk. (2024) mengembangkan *Learning Management System* (LMS) berbasis deteksi kecurangan menggunakan model *MediaPipe Face Mesh* yang mampu menganalisis orientasi kepala dan fitur wajah guna mengidentifikasi apakah peserta ujian sedang berkonsentrasi atau mencoba menyontek (Bimantoro, Hidayattullah and Afidah,

2024). Sementara itu, Pangestu dkk. (2024) membangun platform ujian daring bernama *Fraud Catcher* yang memanfaatkan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) dan berhasil mencapai akurasi deteksi kecurangan hingga 98,5% dalam kondisi pencahayaan yang memadai (Pangestu, Wiyono and Af'idah, 2024).¹Selain itu, penelitian menggunakan model SURF-CNN yang dikembangkan untuk mendeteksi gerakan mencurigakan seperti menoleh ke kiri atau kanan selama ujian berlangsung menunjukkan peningkatan akurasi yang signifikan dibandingkan metode konvensional (Rusmawan *et al.*, 2025).

Meskipun penelitian-penelitian tersebut telah memberikan kontribusi yang cukup berarti, terdapat kesenjangan yang belum tertangani secara memadai. Pertama, sebagian besar sistem yang ada hanya berfokus pada deteksi orientasi kepala dan gerakan tubuh secara umum, sementara pelacakan arah pandang mata secara spesifik (*gaze tracking*) belum dioptimalkan sebagai fitur utama deteksi kecurangan. Padahal, seorang peserta ujian yang cerdas dapat tetap mengarahkan kepalanya ke layar sambil menggerakkan bola matanya ke arah sumber jawaban lain. Kedua, implementasi *eye tracking* yang ada selama ini umumnya membutuhkan perangkat keras khusus yang mahal seperti Tobii Tracker, sehingga tidak praktis untuk diterapkan pada simulasi ujian berbasis komputer sehari-hari. Ketiga, belum ada sistem yang secara terintegrasi menggabungkan analisis arah pandang mata dengan deteksi perilaku mencurigakan lainnya dalam satu kerangka sistem berbasis *computer vision* yang ringan dan terjangkau.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini mengusulkan sebuah sistem implementasi *eye tracking* untuk mendeteksi kecurangan pada simulasi ujian

berbasis *computer vision*. Sistem ini dirancang dengan memanfaatkan pustaka MediaPipe yang telah terbukti mampu mendeteksi lebih dari 468 titik *landmark* wajah secara akurat tanpa membutuhkan perangkat keras khusus (Asvin Mahersatillah Suradi *et al.*, 2023). Berbeda dengan pendekatan *real-time* berbasis webcam, sistem yang dibangun dalam penelitian ini menerima masukan berupa rekaman video simulasi ujian berdurasi 20 detik per rekaman, yang kemudian diproses melalui antarmuka berbasis GUI Tkinter menggunakan Python. Dataset yang digunakan terdiri dari 30 rekaman video yang merepresentasikan kondisi ujian dengan variasi perilaku jujur maupun mencurigakan. Dari titik-titik *landmark* yang terdeteksi pada setiap *frame* video, sistem akan mengekstrak posisi iris mata dan menganalisis arah pandang peserta ujian secara sistematis, sehingga mampu mendeteksi secara otomatis ketika peserta mengalihkan pandangannya ke luar area layar ujian sebagai indikasi potensi kecurangan.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah membangun dan mengevaluasi sistem deteksi kecurangan pada simulasi ujian berbasis komputer dengan menggunakan teknologi *eye tracking* berbasis *computer vision*. Secara lebih rinci, penelitian ini bertujuan untuk merancang modul pelacakan arah pandang mata menggunakan MediaPipe Face Mesh dan algoritma estimasi posisi iris, mengintegrasikan sistem *eye tracking* tersebut ke dalam antarmuka simulasi ujian berbasis komputer, serta mengevaluasi akurasi dan keandalan sistem dalam membedakan perilaku jujur dan perilaku mencurigakan selama simulasi ujian berlangsung.

Kontribusi utama dari penelitian ini terletak pada kebaruan pendekatannya yang mengedepankan analisis arah pandang mata sebagai fitur primer deteksi kecurangan. Pendekatan berbasis *eye tracking* ini diharapkan dapat menjadi solusi metode pengawasan manual yang selama ini terbukti tidak selalu efektif dan efisien. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan untuk dapat diaplikasikan langsung pada sistem ujian berbasis komputer

1.2 Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana implementasi sistem *eye tracking* berbasis *computer vision* menggunakan MediaPipe Face Mesh dapat mendeteksi perilaku kecurangan pada simulasi ujian berbasis komputer, dan seberapa akurat sistem tersebut dalam membedakan perilaku normal dan mencurigakan?
2. Bagaimana cara merancang dan mengimplementasikan modul pelacakan arah pandang mata (*gaze tracking*) menggunakan MediaPipe Face Mesh dan algoritma estimasi posisi iris pada rekaman video simulasi ujian?
3. Bagaimana kinerja sistem deteksi kecurangan yang dibangun jika dievaluasi menggunakan *confusion matrix* dengan metrik akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score* pada data video simulasi ujian?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengimplementasikan dan mengevaluasi sistem deteksi kecurangan pada simulasi ujian berbasis komputer menggunakan teknologi *eye tracking* berbasis *computer vision* dengan pendekatan *rule-based threshold* tanpa memerlukan perangkat keras tambahan yang mahal.

2. Merancang dan membangun modul pelacakan arah pandang mata (*gaze tracking*) menggunakan MediaPipe Face Mesh dan algoritma estimasi posisi iris untuk menganalisis perilaku visual peserta ujian dari rekaman video.
3. Mengimplementasikan pipeline pemrosesan video secara lengkap — mulai dari pra-pemrosesan citra (*resize, grayscale, Gaussian blur, normalisasi*), deteksi wajah, *crop* ROI mata, estimasi gaze, hingga ekstraksi fitur perilaku visual (fiksasi, sakade, arah pandang, PERCLOS) — dalam antarmuka GUI berbasis Tkinter.
4. Mengevaluasi kinerja sistem menggunakan *confusion matrix* pada 30 data video simulasi ujian untuk menghasilkan nilai akurasi, presisi, *recall*, dan F1-score sebagai tolok ukur keandalan sistem.

1.4 Kerangka Kerja Penelitian (*Research Framework*)

Framework penelitian merupakan kerangka konseptual yang menggambarkan secara sistematis hubungan antara komponen-komponen utama dalam suatu penelitian. Dalam penelitian ini, framework disusun untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai implementasi *eye tracking* untuk mendeteksi kecurangan pada simulasi ujian berbasis *computer vision*. Pendekatan yang digunakan adalah deteksi berbasis ambang batas (*rule-based threshold*), di mana kecurangan diidentifikasi berdasarkan nilai fitur perilaku visual yang melampaui batas yang telah ditetapkan. Setiap video peserta ujian diproses secara individual,

dan hasil deteksi seluruh video dievaluasi pada akhir pengujian menggunakan *confusion matrix*. Tabel 1 berikut menyajikan framework penelitian secara lengkap.

Tabel 1.1 Framework Penelitian

No	Tahapan Proses	Deskripsi Kegiatan	Input	Output
1	Mulai	Tahap awal pelaksanaan penelitian. Sistem diinisialisasi, perangkat kamera disiapkan, dan lingkungan pengujian dikondisikan.	-	Sistem siap dijalankan
2	Input Video Peserta Ujian	Video peserta ujian dimasukkan ke dalam sistem satu per satu untuk diproses secara individual. Total data: 30 video atau lebih, terdiri dari skenario ujian normal dan simulasi kecurangan.	File video peserta ujian	Video siap diproses
3	Pra-pemrosesan Citra (Preprocessing)	Setiap frame video diproses melalui: • Resize ke resolusi seragam • Konversi RGB ke grayscale • Penghilangan noise dengan Gaussian blur • Normalisasi intensitas piksel	Frame mentah dari video	Frame hasil pra-pemrosesan
4	Deteksi Wajah & Lokalisasi Mata	Deteksi wajah peserta pada setiap frame menggunakan MediaPipe Face Mesh / Dlib. Jika wajah tidak terdeteksi, frame dilewati dan dilanjutkan ke frame berikutnya.	Frame hasil pra-pemrosesan	Koordinat area wajah dan mata
5	Crop Region of Interest (ROI) Mata	Pemotongan area mata (ROI) berdasarkan koordinat landmark untuk mengisolasi region iris, pupil, dan kelopak mata secara presisi.	Koordinat landmark mata	Citra ROI area mata
6	Estimasi Gaze & Deteksi Pupil	Perhitungan gaze vector (vektor arah pandangan) dan estimasi gaze point (titik pandang) peserta secara kontinu per frame.	Citra ROI area mata	Gaze vector & gaze point per frame

No	Tahapan Proses	Deskripsi Kegiatan	Input	Output
7	Ekstraksi Fitur Perilaku Visual	Ekstraksi fitur perilaku mata: • Fiksasi: durasi & frekuensi pandangan • Sakade: kecepatan perpindahan pandangan • Gaze direction: zona layar vs luar layar • PERCLOS: rasio penutupan kelopak mata	Gaze vector & gaze point	Nilai fitur perilaku visual
8	Pendeteksian Kecurangan Berbasis Threshold (Rule-Based)	Nilai fitur dibandingkan dengan ambang batas (threshold) yang telah ditetapkan: • Pandangan keluar layar > 3 detik → curang • Frekuensi sakade ke samping > batas → curang • PERCLOS melebihi batas → tidak fokus Jika salah satu kondisi terpenuhi, sistem menandai video sebagai terindikasi kecurangan.	Nilai fitur perilaku visual	Label hasil deteksi (Normal / Curang)
9	Visualisasi Hasil Deteksi	Hasil deteksi ditampilkan berupa: • Visualisasi gaze point pada frame video • Label status peserta (Normal / Curang) • Rekap durasi dan frekuensi perilaku mencurigakan per video	Label hasil deteksi	Laporan hasil deteksi per video
10	Ulangi untuk Video Berikutnya	Proses tahap 2 hingga 9 diulang untuk setiap video berikutnya hingga seluruh 30 data video atau lebih selesai diproses satu per satu.	Video berikutnya	Hasil deteksi seluruh video
11	Evaluasi dengan Confusion Matrix	Seluruh hasil deteksi dibandingkan dengan ground truth (label sebenarnya) untuk menghasilkan confusion matrix. Metrik evaluasi: • Akurasi (Accuracy) • Presisi (Precision) • Recall (Sensitivity)	Hasil deteksi vs ground truth (30+ video)	Nilai akurasi, presisi, recall, F1-score

No	Tahapan Proses	Deskripsi Kegiatan	Input	Output
• F1-Score				
12	Selesai	Seluruh data video selesai diproses dan dievaluasi. Hasil pengujian disusun sebagai laporan akhir penelitian.	Nilai evaluasi sistem	Laporan akhir penelitian

Pada tahap input video, setiap video peserta ujian dimasukkan ke dalam sistem dan diproses secara individual, satu per satu. Total data yang digunakan berjumlah minimal 30 video yang mencakup dua skenario, yaitu skenario ujian normal dan skenario simulasi kecurangan. Pendekatan pengujian satu per satu ini dipilih untuk memastikan setiap video mendapatkan hasil analisis yang independen dan dapat ditelusuri secara individual.

Tahap pra-pemrosesan citra mencakup operasi resize, konversi grayscale, pengurangan noise menggunakan Gaussian blur, dan normalisasi piksel. Tahap ini bersifat kritis karena kualitas citra yang dihasilkan secara langsung memengaruhi keakuratan proses deteksi wajah dan lokalisasi mata pada tahap selanjutnya. Setelah wajah terdeteksi menggunakan MediaPipe Face Mesh atau Dlib, area mata diisolasi melalui proses crop Region of Interest (ROI) untuk memfokuskan analisis pada region yang relevan.

Tahap estimasi gaze menghitung vektor arah pandangan dan titik pandang (gaze point) peserta secara kontinu per frame. Data ini kemudian digunakan dalam tahap ekstraksi fitur perilaku visual untuk menghasilkan empat kelompok fitur utama, yaitu durasi dan frekuensi fiksasi pandangan, kecepatan dan amplitudo sakade, arah pandang terhadap zona layar versus luar layar, serta nilai PERCLOS

yang mengukur rasio penutupan kelopak mata sebagai indikator kewaspadaan peserta.

Inti dari sistem ini adalah tahap pendeteksian kecurangan berbasis threshold (rule-based). Pada tahap ini, nilai fitur yang telah diekstrak dibandingkan dengan ambang batas yang telah ditetapkan berdasarkan kajian literatur dan observasi awal. Sebagai contoh, apabila pandangan peserta berada di luar area layar selama lebih dari 3 detik secara berturut-turut, sistem akan menandai perilaku tersebut sebagai indikasi kecurangan. Pendekatan ini tidak memerlukan proses pelatihan model machine learning, sehingga lebih sederhana, transparan, dan mudah dijelaskan. Setiap keputusan deteksi dapat langsung ditelusuri berdasarkan nilai fitur dan aturan yang berlaku.

Hasil deteksi setiap video kemudian divisualisasikan dalam bentuk tampilan gaze point pada frame video beserta label status peserta. Proses ini diulang untuk setiap video berikutnya hingga seluruh 30 data atau lebih selesai diproses. Setelah semua video selesai dianalisis secara individual, dilakukan tahap evaluasi akhir menggunakan confusion matrix. Pada tahap ini, seluruh label hasil deteksi sistem dibandingkan dengan ground truth (label sebenarnya yang telah dianotasi secara manual) untuk menghasilkan empat metrik evaluasi utama, yaitu akurasi, presisi, recall, dan F1-score.

Penggunaan confusion matrix sebagai alat evaluasi dipilih karena mampu memberikan gambaran performa sistem yang komprehensif, tidak hanya dari sisi ketepatan prediksi secara keseluruhan (akurasi), tetapi juga dari kemampuan sistem dalam mendeteksi kecurangan yang sebenarnya (recall) dan menghindari kesalahan

identifikasi terhadap peserta yang jujur (presisi). Keseimbangan antara presisi dan recall tercermin pada nilai F1-score, yang menjadi tolok ukur utama keandalan sistem ini.

Secara keseluruhan, framework penelitian ini menggambarkan alur yang sederhana, terstruktur, dan dapat diimplementasikan secara nyata. Setiap komponen memiliki input dan output yang jelas, sehingga memudahkan proses implementasi, pengujian, maupun pengembangan lebih lanjut. Pendekatan rule-based threshold yang dipilih menjadikan sistem ini lebih mudah dipahami, dipertanggungjawabkan secara ilmiah, dan sesuai dengan skala data yang tersedia dalam penelitian ini.