

Deteksi dan Peringatan Jarak Wajah Otomatis Menggunakan MediaPipe dan Computer Vision untuk Kesehatan Pengguna Komputer

Andi Asvin Mahersatillah Suradi^{1*}, Thiara Tri Funny Manguma², Samsu Alam³, A Najiah Nurul Afifah⁴

¹Politeknik Negeri Ujung Pandang, JL. Perintis Kemerdekaan KM. 10, Makassar, Indonesia

²Universitas Almarisah Madani, JL. Perintis Kemerdekaan KM. 13, Makassar, Indonesia

³Universitas Dipa Makassar, JL. Perintis Kemerdekaan KM. 9, Makassar, Indonesia

⁴Universitas Teknologi Akba Makassar, JL. Perintis Kemerdekaan KM. 9, Makassar, Indonesia

Email: andiasvin@poliupg.ac.id

Abstrak. Jarak pandang yang terlalu dekat antara wajah dan layar komputer dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan, seperti kelelahan mata, sakit kepala, hingga gangguan postur tubuh dalam jangka panjang. Dalam konteks kerja jangka panjang di depan komputer, pemantauan jarak wajah menjadi penting untuk menunjang kenyamanan dan produktivitas pengguna. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pendekripsi jarak wajah secara real-time menggunakan kamera webcam berbasis pemrosesan citra digital dan algoritma MediaPipe Face Mesh. Sistem yang dirancang menghitung jarak antara wajah pengguna dan kamera dengan mendekripsi dua titik wajah utama, yaitu pipi kiri dan pipi kanan. Jarak antara kedua titik tersebut dihitung dalam satuan piksel, dan dikonversi menjadi satuan sentimeter berdasarkan prinsip kalibrasi panjang fokus dan ukuran rata-rata lebar wajah manusia (15 cm). Dalam proses pengembangannya, sistem dilengkapi dengan mekanisme peringatan otomatis yang akan mengubah tampilan layar menjadi hitam apabila jarak wajah pengguna lebih dekat dari ambang batas minimum yang telah ditentukan (60 cm). Pengujian dilakukan terhadap delapan responden dengan variasi jarak aktual, untuk mengukur tingkat akurasi sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki Mean Relative Error (MRE) sebesar 2,75%, serta standar deviasi sebesar 2,71%, yang menunjukkan bahwa sistem tidak hanya akurat, tetapi juga konsisten dalam melakukan estimasi jarak wajah. Dengan hasil tersebut, sistem ini dapat berfungsi sebagai alat bantu ergonomi yang sederhana dan efektif, serta berpotensi untuk diintegrasikan lebih lanjut dalam aplikasi pemantauan kerja, pembelajaran daring, maupun sistem keselamatan berbasis pengenalan wajah.

Kata Kunci: Deteksi Jarak Wajah, MediaPipe Face Mesh, OpenCV, Kesehatan Mata dan Postur

Abstract. A viewing distance that is too close between the face and a computer screen can cause various health issues, such as eye strain, headaches, and poor posture over time. In the context of prolonged computer use, monitoring face-to-screen distance becomes essential to support user comfort and productivity. This study aims to develop a real-time face distance detection system using a webcam, employing digital image processing techniques and the MediaPipe Face Mesh algorithm. The system calculates the distance between the user's face and the camera by detecting two key facial landmarks: the left and right cheeks. The pixel distance between these points is measured and converted into centimeters based on a calibration approach involving focal length and the average human face width (15 cm). The system is equipped with an automatic warning mechanism that darkens the entire screen if the user's face is detected to be closer than the defined minimum threshold (60 cm). The system was tested on eight participants with varying actual distances to assess its accuracy. The evaluation results indicate that the system achieved a Mean Relative Error (MRE) of 2.75% and a standard deviation of 2.71%, demonstrating both accuracy and consistency in face distance estimation. Based on these findings, the developed system can serve as a simple yet effective ergonomic aid. It also holds potential for integration into broader applications such as remote work monitoring, online learning platforms, or face-based safety systems.

Keyword: Face Distance Detection, MediaPipe Face Mesh, OpenCV, Eye Health and Posture

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital telah mengubah pola interaksi manusia dengan perangkat elektronik, terutama komputer. Dalam berbagai sektor mulai dari perkantoran, pendidikan, hingga aktivitas rumahan



penggunaan komputer dalam durasi panjang telah menjadi hal yang tak terhindarkan. Namun, kebiasaan ini sering kali tidak diimbangi dengan kesadaran akan postur tubuh dan jarak pandang yang ergonomis. Akibatnya, banyak pengguna mengalami masalah kesehatan seperti *Computer Vision Syndrome (CVS)*, nyeri leher, dan gangguan muskuloskeletal. Salah satu faktor kunci dalam menanggulangi masalah ini adalah menjaga jarak pandang ideal antara pengguna dan layar monitor [1].

Secara praktis, mayoritas pengguna komputer tidak menyadari bahwa posisi mereka terlalu dekat atau terlalu jauh dari layar. Kurangnya perhatian terhadap postur kerja dan ketiadaan sistem *real-time* untuk memantau jarak pandang memperparah risiko gangguan kesehatan tersebut. Padahal, dengan kemajuan teknologi pengolahan citra dan ketersediaan perangkat seperti kamera *web*, solusi berbasis *computer vision* dapat dikembangkan untuk memantau jarak wajah pengguna secara otomatis, akurat, dan non-invasif.

Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem pendekripsi jarak wajah menggunakan kamera standar (seperti *webcam* atau kamera laptop) sebagai bagian dari solusi ergonomi kerja. Sistem ini dirancang untuk memberikan peringatan ketika pengguna berada di luar jarak aman dari layar, sehingga dapat meminimalkan dampak negatif penggunaan komputer jangka panjang. Keunggulan pendekatan ini terletak pada pemanfaatan perangkat yang sudah tersedia secara luas, tanpa memerlukan sensor khusus seperti *depth camera* (misalnya *Kinect*) yang berbiaya tinggi dan kurang terjangkau.

Secara lebih spesifik, penelitian ini berfokus pada pembuatan sistem pendekripsi jarak wajah menggunakan sensor kamera sebagai bagian dari sistem peringatan dini ergonomis dalam penggunaan komputer. Sistem ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan kenyamanan dan kesehatan kerja para pengguna komputer, baik di lingkungan kantor, pendidikan, maupun rumah.

Studi terkait deteksi wajah dan estimasi jarak telah berkembang pesat, namun mayoritas berfokus pada aplikasi di luar konteks ergonomi kerja. Metode *Haar-like features* [2] dan *Histogram of Oriented Gradients (HOG)* [3] menjadi fondasi deteksi wajah *real-time*, sementara pendekatan berbasis *deep learning* seperti *Multi-Task Cascaded Convolutional Networks (MTCNN)* [4] meningkatkan akurasi dalam kondisi pencahayaan kompleks. Untuk estimasi jarak, penelitian terbaru memanfaatkan kombinasi *face landmark detection* [5]. Riset sebelumnya menunjukkan berbagai pendekatan estimasi jarak wajah/objek monokuler. [6] mengembangkan sistem *PnP dual-branch* yang mampu memperkirakan jarak objek dengan *error sub-5%*, sedangkan Duman dkk [7] menggunakan regresi jarak langsung dari citra wajah dan tubuh dengan model CNN, memperoleh akurasi hingga sekitar 98%. Namun, solusi tersebut masih memerlukan komputasi tinggi atau kalibrasi kamera khusus [8]. Di sisi lain, implementasi untuk *monitoring ergonomic* khususnya sistem peringatan *real-time* berbasis kamera standar masih terbatas. Penelitian oleh Lee & Wong [9] mengembangkan *ergonomic assistant* berbasis *Kinect*, tetapi ketergantungan pada sensor khusus membatasi adopsinya. Studi serupa sebelumnya [10] menggunakan *webcam* hanya mengevaluasi postur duduk tanpa analisis jarak wajah-layar. Dengan demikian, penelitian ini mengisi celah tersebut dengan mengusulkan metode ringan (*lightweight*) berbasis *face landmark* dan geometri proyektif yang dioptimalkan untuk kamera pengguna.

METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini, dilakukan serangkaian tahapan yang bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi jarak wajah secara *real-time* berbasis kamera, dengan pendekatan eksperimental [11]. Sistem ini dibangun menggunakan bahasa pemrograman *Python* dengan dukungan pustaka *OpenCV* dan *MediaPipe Face Mesh*. Tahap awal dimulai dengan studi literatur mengenai sistem pendekripsi berbasis pengolahan citra, khususnya yang berkaitan dengan analisis jarak wajah dan penerapannya dalam menjaga kenyamanan serta ergonomi saat bekerja di depan komputer. Penelusuran literatur dilakukan secara menyeluruh untuk memahami teori-teori dan teknik-teknik *computer vision* yang relevan, sehingga dapat dijadikan landasan dalam perancangan sistem.

Setelah memperoleh pemahaman teoretis yang memadai, dilakukan proses pengembangan sistem yang mencakup beberapa langkah utama, yaitu inisialisasi pustaka pendukung, akuisisi dan pemrosesan citra video dari kamera, deteksi titik-titik *landmark* wajah, serta perhitungan jarak wajah berdasarkan jarak antara pipi kiri dan kanan. Jarak tersebut kemudian dikonversi menjadi estimasi jarak sebenarnya menggunakan prinsip kalibrasi panjang fokus (*focal length*). Sistem juga dirancang untuk memberikan umpan balik visual kepada pengguna melalui tampilan teks dan peringatan visual apabila wajah berada terlalu dekat dengan layar. Proses ini diakhiri dengan pengujian sistem menggunakan data uji yang berbeda dari data pengembangan, kemudian hasilnya dianalisis untuk mengevaluasi performa dan keandalannya. Dengan pendekatan ini, diharapkan sistem



yang dikembangkan mampu memberikan kontribusi dalam menciptakan lingkungan kerja yang lebih sehat melalui pemantauan jarak pandang yang ideal antara wajah pengguna dan layar komputer.

- A. Inisialisasi *Face Mesh* dan Kamera; Pada tahap awal, dilakukan inisialisasi modul *Face Mesh* dari pustaka *MediaPipe* yang berfungsi untuk mendeteksi titik-titik wajah secara presisi. Sistem dikonfigurasi dengan parameter minimum *confidence* untuk deteksi dan *tracking* sebesar 0.5. Selain itu, kamera internal laptop atau *webcam* eksternal diakses menggunakan *cv2.VideoCapture(0)* untuk mendapatkan *input video* secara *real-time* seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Data primer

- B. Kalibrasi *Focal Length* Kamera; Untuk menghitung jarak antara wajah pengguna dan kamera, diperlukan nilai *focal length* kamera. Nilai ini dikalibrasi terlebih dahulu berdasarkan objek yang diketahui ukurannya (lebar wajah rata-rata 15 cm) dan diketahui jaraknya dari kamera serta lebar objek tersebut dalam satuan piksel menggunakan rumus (1).

$$Focal\ Length = \frac{Width\ in\ Pixels - Known\ Distances}{Real\ Width} \quad (1)$$

Nilai *Focal Length* yang diperoleh akan digunakan dalam perhitungan jarak aktual wajah pengguna ke kamera.

- C. Deteksi Titik *Landmark* Wajah; Setiap *frame* video diubah dari format BGR ke RGB untuk kompatibilitas dengan *MediaPipe*. Kemudian dilakukan deteksi wajah menggunakan metode *face mesh* yang mengidentifikasi 468 titik *landmark* pada wajah. Dari titik-titik tersebut, sistem mengambil dua titik yang mewakili pipi kiri dan pipi kanan, yaitu titik 234 dan 454. Koordinat titik tersebut dikonversi ke satuan piksel berdasarkan dimensi citra.
- D. Perhitungan Jarak Wajah ke Kamera; Jarak antara kedua titik pipi dihitung menggunakan rumus *Euclidean Distance*. Hasil dari pengukuran ini adalah lebar wajah dalam piksel. Kemudian, jarak wajah terhadap kamera dihitung menggunakan rumus (2).

$$Distance = \frac{Real\ Width \times Focal\ Length}{Width\ in\ Pixels} \quad (2)$$

Rumus ini diasumsikan berdasarkan prinsip kamera lubang jarum (*pin-hole camera model*).

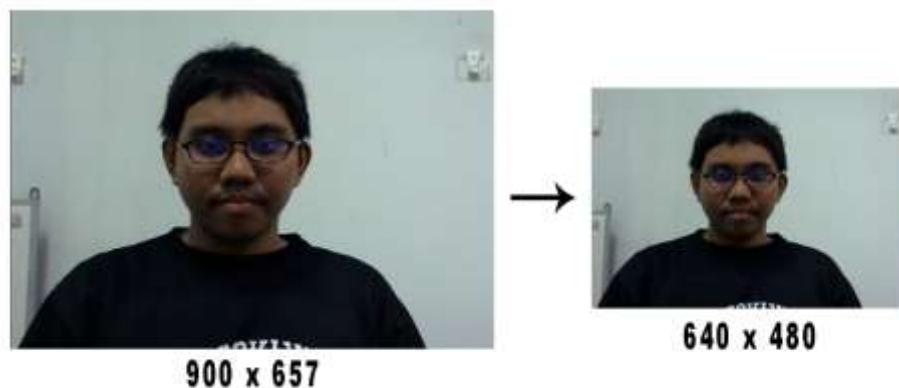
- E. Sistem Peringatan Jarak; Jika hasil perhitungan menunjukkan bahwa jarak wajah ke kamera kurang dari 60 cm, maka sistem memberikan peringatan dengan menampilkan layar hitam secara penuh dan teks peringatan. Sebaliknya, jika jarak dalam kondisi aman, sistem akan menampilkan informasi lebar wajah dan jarak wajah ke kamera di layar.



HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pipeline merupakan suatu alur kerja pemrosesan data yang tersusun secara sistematis, di mana setiap tahap dalam proses tersebut menghasilkan keluaran (*output*) yang kemudian digunakan sebagai masukan (*input*) untuk tahap selanjutnya. Setiap proses dalam *pipeline* memiliki fungsi spesifik dalam mengubah, memfilter, atau menganalisis data, sehingga data terus mengalami transformasi dari satu bentuk ke bentuk lainnya secara berurutan. Proses ini berlangsung secara berkesinambungan hingga seluruh tahapan selesai dilalui dan data mencapai bentuk akhir yang diinginkan atau dibutuhkan. Dengan demikian, *data pipeline* tidak hanya menggambarkan aliran data, tetapi juga menunjukkan struktur logis dari tahapan pengolahan data yang saling bergantung satu sama lain [12].

- A. *Input Data*; Proses awal dalam sistem ini dimulai dengan membaca data primer berupa citra video yang diambil secara langsung melalui kamera *webcam*. Pada tahap ini, posisi dan sudut pandang *webcam* memiliki peran penting dalam menentukan keberhasilan proses deteksi, karena sudut yang tidak tepat dapat menyebabkan kesalahan deteksi (*false detection*). Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, posisi *webcam* yang diletakkan sejajar dengan arah pandang wajah pengguna memberikan hasil deteksi yang paling optimal, terutama dalam menangkap bagian wajah secara utuh. Penempatan ini memungkinkan sistem memperoleh tampilan wajah yang jelas dan simetris, sehingga proses pengolahan dan analisis dapat berjalan dengan lebih akurat, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.
- B. *Resize Image*; Pra-pemrosesan merupakan tahapan penting dalam sistem pengolahan citra yang berfungsi untuk mengurangi beban komputasi serta meningkatkan kualitas informasi visual yang akan dianalisis. Salah satu bentuk pra-pemrosesan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mengubah ukuran (*resize*) *frame* video yang ditangkap oleh kamera *webcam*. Pada tahap ini, gambar diubah ukurannya secara proporsional dengan mempertahankan rasio aspek (*aspect ratio*) 4:3. Ukuran asli gambar yang memiliki resolusi 900 piksel pada lebar diubah menjadi 640 piksel, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2. Tujuan dari pengubahan ukuran ini adalah untuk mempercepat proses komputasi yang dilakukan oleh sistem, terutama saat menjalankan proses deteksi wajah secara *real-time* [13] [14]. Dengan ukuran gambar yang lebih kecil, sistem dapat melakukan pemrosesan data secara lebih efisien tanpa mengorbankan akurasi deteksi secara signifikan. Hal ini penting agar sistem tetap responsif dan dapat memberikan umpan balik dengan cepat kepada pengguna.



Gambar 2. *Resize Image*

- C. *RGB Image*; Dalam sistem pengolahan citra digital, format warna gambar sangat memengaruhi cara data diproses oleh pustaka atau algoritma tertentu. Secara *default*, pustaka *OpenCV* membaca citra dalam format BGR (*Blue-Green-Red*), yaitu urutan kanal warna yang berbeda dari standar umum RGB (*Red-Green-Blue*). Pada bagian ini, gambar yang diambil dari kamera menggunakan *OpenCV* awalnya berada dalam format BGR. Namun, pustaka *MediaPipe*, yang digunakan untuk mendeteksi wajah, secara internal membutuhkan input gambar dalam format RGB agar dapat melakukan pemrosesan secara akurat. Oleh karena itu, dilakukan konversi warna dari BGR ke RGB menggunakan fungsi *cv2.cvtColor()* seperti yang terlihat pada Gambar 3.





Gambar 3. Convert BGR to RGB Image

Proses konversi ini sangat penting karena:

- Menjamin kompatibilitas dengan *MediaPipe*, yang mengandalkan urutan kanal RGB untuk mengenali fitur wajah.
- Mencegah kesalahan deteksi atau ketidakakuratan *landmark*, yang bisa terjadi jika gambar diproses dalam format warna yang salah.
- Meningkatkan akurasi pemrosesan fitur wajah, karena *MediaPipe* dirancang dan dilatih menggunakan gambar dalam format RGB.

Dengan demikian, konversi warna ini merupakan langkah pra-pemrosesan penting untuk memastikan bahwa data visual yang dianalisis sesuai dengan spesifikasi pustaka deteksi wajah yang digunakan dalam penelitian ini.

D. *Face detection*; Tahap selanjutnya dalam sistem ini adalah proses deteksi wajah, yang dilakukan dengan memanfaatkan pustaka *MediaPipe Face Mesh*. *MediaPipe* merupakan *framework* berbasis *machine learning* yang dikembangkan oleh *Google*, dan menyediakan solusi deteksi fitur wajah secara *real-time* dengan akurasi tinggi dan efisiensi komputasi yang baik. Dalam penelitian ini, *MediaPipe* digunakan untuk mendeteksi keberadaan wajah pada setiap *frame* video yang diambil oleh kamera. *Face Mesh* dari *MediaPipe* mampu mendeteksi hingga 468 titik *landmark* wajah secara presisi. Namun, untuk keperluan pengukuran jarak wajah, sistem ini tidak memanfaatkan seluruh titik tersebut, melainkan hanya menggunakan posisi dua titik tertentu yang mewakili sisi kiri dan kanan wajah (pipi). Setelah gambar dikonversi ke format RGB, *MediaPipe* memproses gambar dan mengembalikan objek *multi_face_landmarks*, yang berisi informasi koordinat titik-titik wajah. Jika wajah terdeteksi dalam *frame*, sistem kemudian dapat mengekstrak informasi posisi wajah yang dibutuhkan untuk proses selanjutnya, seperti perhitungan jarak ke kamera. Tahap ini sangat krusial karena akurasi dari seluruh sistem bergantung pada keberhasilan dan ketepatan deteksi wajah yang dilakukan oleh *MediaPipe* seperti yang terlihat pada Gambar 4.

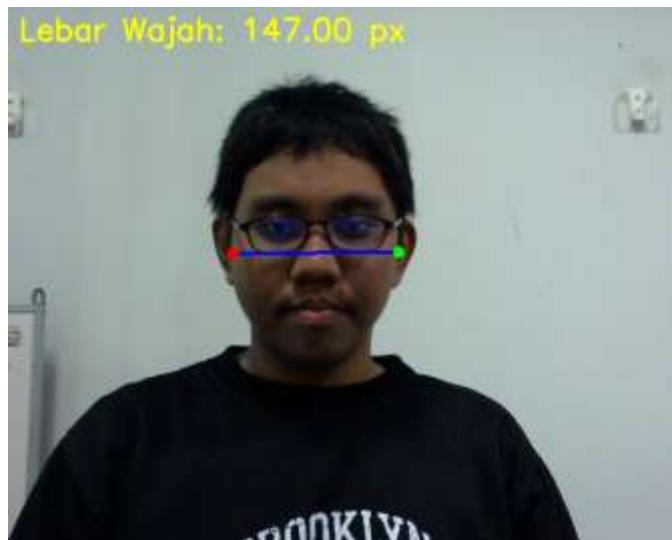


Gambar 4. Landmark Wajah



Dengan mengintegrasikan *MediaPipe* dalam alur sistem, penelitian ini mendapatkan keuntungan dalam hal kecepatan pemrosesan, stabilitas deteksi, dan kemudahan implementasi, yang sangat mendukung penerapan sistem secara *real-time*.

- E. Ekstraksi Titik Kunci Wajah (*Cheek Landmark Extraction*); Setelah sistem mendeteksi keberadaan wajah dalam *frame* video menggunakan *MediaPipe Face Mesh*, tahap selanjutnya adalah mengekstrak titik-titik kunci (*landmark*) pada wajah yang diperlukan untuk pengukuran. *MediaPipe Face Mesh* sendiri mampu mendeteksi hingga 468 titik *landmark* pada permukaan wajah secara *real-time*, mencakup bagian mata, hidung, bibir, rahang, dan pipi. seperti yang terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Visualisasi titik lebar wajah

Dalam penelitian ini, titik yang dipilih yaitu:

- Titik 234 (pipi kiri)
- Titik 454 (pipi kanan)

Pemilihan dua titik ini bukan tanpa alasan. Titik 234 dan 454 terletak di sisi paling kiri dan kanan wajah, tepat di bagian pipi, yang secara anatomis relatif stabil terhadap rotasi kepala dan posisi wajah di depan kamera. Oleh karena itu, jarak antara dua titik ini digunakan sebagai estimasi lebar wajah dalam piksel (*pixel width*). Namun, nilai koordinat yang dihasilkan oleh *MediaPipe* bersifat relatif terhadap ukuran gambar, yaitu dalam skala 0 sampai 1. Maka dari itu, perlu dilakukan proses konversi koordinat relatif ke koordinat absolut dalam piksel, menggunakan rumus (3) dan (4).

$$X_{\text{piksel}} = X_{\text{relatif}} \times \text{Lebar Gambar} \quad (3)$$

$$Y_{\text{piksel}} = Y_{\text{relatif}} \times \text{Tinggi Gambar} \quad (4)$$

Dengan menggunakan dimensi *frame* video saat ini (misalnya 640x480 atau sesuai hasil *resize*), maka didapatkan posisi titik pipi kiri dan kanan dalam satuan piksel, yang nantinya digunakan untuk mengukur jarak pipi ke pipi dalam piksel. Hasil dari tahap ini yaitu:

- Dua koordinat piksel: *left_cheek_px* dan *right_cheek_px*
- Nilai lebar wajah dalam piksel, yang dihitung dengan menggunakan rumus jarak *Euclidean* (5).



$$\text{Jarak Antar Titik} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (5)$$

Jarak inilah yang menjadi dasar dalam menghitung jarak wajah ke kamera di tahap selanjutnya. Dengan kata lain, tahap ini merupakan inti dari proses pengukuran yang memetakan informasi visual menjadi nilai numerik yang dapat diolah lebih lanjut dalam sistem estimasi jarak wajah.

- F. Estimasi Jarak Wajah ke Kamera; Setelah mendapatkan jarak pipi ke pipi dalam satuan piksel (*face_width_pixel*), langkah selanjutnya adalah menghitung jarak wajah sebenarnya dari kamera dalam satuan cm. Estimasi ini dilakukan dengan menggunakan prinsip proyeksi pinhole camera menggunakan rumus (6).

$$\text{Distance} = \frac{W_{real} \times F}{W_{pixel}} \quad (6)$$

- W_{real} : lebar wajah sebenarnya dalam satuan cm (diasumsikan 15 cm sebagai lebar pipi manusia dewasa).
- F: *focal length* kamera, diperoleh dari proses kalibrasi awal
- W_{pixel} : hasil perhitungan jarak pipi kiri ke pipi kanan dalam piksel.

Setelah estimasi jarak ke kamera diperoleh, sistem melakukan pengecekan terhadap nilai ambang batas yang ditetapkan. Berdasarkan rekomendasi *American Optometric Association (AOA)* mengenai kesehatan penglihatan digital, jarak 60 cm diadopsi sebagai batas minimal antara pengguna dan layar untuk mencegah ketegangan mata (*computer vision syndrome*) dan mempertahankan postur ergonomis [1]. Jika jarak pengguna terdeteksi kurang dari nilai ambang tersebut, sistem akan mengaktifkan peringatan *real-time*. Fungsi ini bertujuan untuk memberikan *feedback* korektif guna mempromosikan kebiasaan bekerja yang sehat, khususnya bagi populasi rentan seperti anak-anak dan pekerja digital yang menghabiskan waktu lama di depan layar. Implementasi ini sejalan dengan prinsip ergonomi *workstation* yang menekankan pentingnya penyesuaian jarak pandang untuk mengurangi risiko gangguan muskuloskeletal dan visual.

- G. Pengujian sistem; Pengujian sistem deteksi jarak wajah dilakukan secara eksperimental terhadap 8 responden dengan variasi parameter jarak untuk mengevaluasi akurasi dan kinerja sistem. Metode pengujian mencakup tiga aspek utama: (a) validasi kuantitatif menggunakan *error absolut* dan *error relatif* terhadap *ground truth*, (b) analisis *robustnes* terhadap variasi sudut wajah, serta (c) pengukuran performa *real-time* melalui metrik *frame rate* (FPS). Data dikumpulkan melalui eksperimen terkontrol dengan jarak uji 50 cm, 80 cm dan 100 cm, di mana setiap responden melakukan pengujian pada setiap jarak selama 10 detik (± 300 frame per sampel) seperti yang terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Skenario Pengujian Sistem



Pada Gambar 6 terlihat dilakukan proses kalibrasi kamera terlebih dahulu untuk memastikan akurasi perhitungan jarak berbasis *landmark* wajah. Hasil pengujian dianalisis secara statistik dengan menghitung *MAE* (*Mean Absolute Error*), *MRE* (*Mean Relative Error*) dan Standar Deviasi seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sistem

Responden	Jarak Aktual (cm)	Error Absolut (cm)	Error Relatif (%)	FPS
1	50	1,7	3,4	33,57
2	50	1,6	3,2	33,42
3	50	0,2	0,4	33,68
4	50	4,4	8,8	33,46
5	80	1,3	1,6	33,13
6	80	1,1	1,3	33,70
7	80	0,3	0,3	33,19
8	100	2,8	2,8	33,44
Rata-rata MRE		2,75	-	
Standar Deviasi		2,71	-	
Rata-rata FPS		-	33,44	

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem deteksi jarak wajah berbasis *webcam* dan *MediaPipe Face Mesh* yang dapat menghitung jarak wajah pengguna ke kamera secara *real-time*. Berdasarkan hasil pengujian terhadap delapan responden dengan jarak aktual bervariasi, sistem menunjukkan kinerja yang cukup baik dengan nilai *Mean Relative Error* (*MRE*) sebesar 2,75%, serta standar deviasi kesalahan relatif sebesar 2,71%. Nilai ini mengindikasikan bahwa sistem mampu memberikan estimasi jarak wajah yang relatif akurat dan konsisten, khususnya dalam konteks aplikasi non-kritis seperti pengawasan ergonomi saat bekerja di depan komputer. Meskipun terdapat beberapa variasi kesalahan yang lebih besar pada jarak pendek, secara umum sistem dapat diandalkan untuk memberikan peringatan dini apabila wajah berada terlalu dekat dengan layar. Dengan demikian, sistem ini berpotensi diterapkan sebagai alat bantu sederhana dalam menjaga kenyamanan dan kesehatan visual pengguna komputer. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, disarankan agar sistem deteksi jarak wajah ini ditingkatkan melalui kalibrasi dinamis yang dapat menyesuaikan nilai parameter berdasarkan karakteristik pengguna. Selain itu, integrasi dengan sensor tambahan seperti *depth camera* atau inframerah dapat meningkatkan akurasi pengukuran jarak, khususnya dalam kondisi pencahayaan yang kurang ideal. Sistem juga perlu diuji dalam berbagai skenario lingkungan dan sudut pandang kamera agar lebih *robust* dan adaptif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. O. Association, “Computer vision syndrome.” [Online]. Available: <https://www.aoa.org/healthy-eyes/eye-and-vision-conditions/computer-vision-syndrome>. [Accessed: 26-Jun-2025].
- [2] P. Viola and M. Jones, “Rapid object detection using a boosted cascade of simple features,” in *Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. CVPR 2001*, 2001, doi: 10.1109/CVPR.2001.990517.
- [3] N. Dalal and B. Triggs, “Histograms of Oriented Gradients for Human Detection,” in *2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR’05)*, 2005, vol. 9358, pp. v–vi, doi: <https://doi.org/10.1109/CVPR.2005.177>.
- [4] K. Zhang, Z. Zhang, Z. Li, and Y. Qiao, “Joint Face Detection and Alignment Using Multitask



- Cascaded Convolutional Networks," *IEEE Signal Process. Lett.*, vol. 23, no. 10, pp. 1499–1503, Oct. 2016, doi: 10.1109/LSP.2016.2603342.
- [5] A. Bulat and G. Tzimiropoulos, "How Far are We from Solving the 2D & 3D Face Alignment Problem? (and a Dataset of 230,000 3D Facial Landmarks)," in *2017 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*, 2017, pp. 1021–1030, doi: 10.1109/ICCV.2017.116.
- [6] J.-Y. Liang, H.-B. Zhang, Q. Lei, J.-X. Du, and T.-L. Lin, "Dual Branch PnP Based Network for Monocular 6D Pose Estimation," *Intell. Autom. Soft Comput.*, vol. 36, no. 3, pp. 3243–3256, 2023, doi: 10.32604/iasc.2023.035812.
- [7] S. Duman, A. Elewi, and Z. Yetgin, "Distance Estimation from a Monocular Camera Using Face and Body Features," *Arab. J. Sci. Eng.*, vol. 47, no. 2, pp. 1547–1557, Feb. 2022, doi: 10.1007/s13369-021-06003-w.
- [8] F. Khan, M. A. Farooq, W. Shariff, S. Basak, and P. Corcoran, "Towards Monocular Neural Facial Depth Estimation: Past, Present, and Future," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 29589–29611, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3158950.
- [9] A. Muller, C. Pontonnier, X. Robert-Lachaine, G. Dumont, and A. Plamondon, "Motion-based prediction of external forces and moments and back loading during manual material handling tasks," *Appl. Ergon.*, vol. 82, p. 102935, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.apergo.2019.102935.
- [10] A. N. N. Afifah and A. A. M. Suradi, "Sistem Deteksi Postur Duduk Berbasis MediaPipe untuk Meningkatkan Ergonomi dan Kesehatan Pekerja," *SISITI Semin. Ilm. Sist. Inf. dan Teknol. Inf.*, vol. 14, no. 1, pp. 168–174, Mar. 2025, doi: 10.36774/sisiti.v14i1.1690.
- [11] A. Asvin Mahersatillah Suradi, S. Alam, M. Furqan Rasyid, I. Djafar, U. Dipa Makassar, and J. K. Perintis Kemerdekaan, "Sistem Deteksi Kantuk Pengemudi Mobil Berdasarkan Analisis Rasio Mata Menggunakan Computer Vision," *JUKI J. Komput. dan Inform.*, vol. 2, pp. 222–230, 2023.
- [12] A. A. Mahersatillah, Z. Zainuddin, and Y. Yusran, "Unstructured Road Detection and Steering Assist Based on HSV Color Space Segmentation for Autonomous Car," in *2020 3rd International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems, ISRITI 2020*, 2020, doi: 10.1109/ISRITI51436.2020.9315452.
- [13] O. Adeyemi, M. Irhebhude, and A. Kolawole, "Speed Breakers, Road Marking Detection and Recognition Using Image Processing Techniques," *Adv. Image Video Process.*, vol. 7, no. 5, pp. 30–42, 2019, doi: 10.14738/aivp.75.7205.
- [14] R. G, "A Study to Find Facts Behind Preprocessing on Deep Learning Algorithms," *J. Innov. Image Process.*, vol. 3, no. 1, pp. 66–74, 2021, doi: 10.36548/jiip.2021.1.006.

