

Sistem Deteksi Postur Duduk Berbasis MediaPipe untuk Meningkatkan Ergonomi dan Kesehatan Pekerja

A Najiah Nurul Affiah^{*1}, Andi Asvin Mahersatillah Suradi²
Teknik Informatika¹, Teknik Komputer dan Jaringan²
Universitas Teknologi Akba Makassar¹, Politeknik Negeri Ujung Pandang²
e-mail: najiahifa@unitama.ac.id^{*1}, andiasvin@poliupg.ac.id²

Abstrak

Postur duduk yang tidak ergonomis dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, seperti nyeri punggung, gangguan muskuloskeletal, dan penurunan produktivitas. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi postur duduk secara real-time menggunakan MediaPipe Pose untuk menganalisis postur tubuh berdasarkan landmark tubuh, seperti bahu, pinggul, dan lutut. Tujuannya adalah mengidentifikasi apakah postur responden termasuk ergonomis atau tidak. Metode yang digunakan melibatkan pengolahan video, di mana MediaPipe Pose mendeteksi posisi landmark tubuh, diikuti dengan perhitungan sudut antara bahu, pinggul, dan lutut untuk menentukan postur duduk. Sistem dirancang agar efisien dan dapat diimplementasikan pada perangkat dengan sumber daya terbatas. Proses evaluasi dilakukan dengan menggunakan data video dari beberapa responden dengan berbagai kondisi sudut kamera dan pencahayaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi postur duduk dengan akurasi tinggi dalam kondisi pencahayaan cukup dan sudut kamera optimal. Selain itu, analisis sudut menunjukkan bahwa postur ergonomis tidak selalu berada pada sudut 90 derajat, melainkan bervariasi sesuai dengan sudut lutut responden. Sistem ini dapat meningkatkan kesadaran akan pentingnya ergonomi dan memberikan solusi praktis dalam mencegah masalah kesehatan di tempat kerja. Penelitian ini membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dalam teknologi ergonomi berbasis kecerdasan buatan.

Kata kunci: Deteksi Postur, MediaPipe Pose, Ergonomis, Computer Vision

Abstract

Incorrect sitting posture can lead to various health problems, such as back pain, musculoskeletal disorders, and decreased productivity. This study aims to develop a real-time sitting posture detection system using MediaPipe Pose to analyze body posture based on body landmarks such as shoulders, hips, and knees, with the goal of identifying whether a respondent's posture is ergonomic or not. The method involves video processing, where MediaPipe Pose detects the position of body landmarks, followed by calculating the angles between the shoulders, hips, and knees to determine sitting posture. The system is designed to be efficient and implementable on devices with limited resources. Evaluation was conducted using video data from multiple respondents under varying camera angles and lighting conditions. The results show that the system can accurately detect sitting posture in optimal lighting conditions and appropriate camera angles. Additionally, angle analysis indicates that ergonomic sitting posture does not always require a 90-degree angle but varies based on the respondent's knee angle. This system can enhance awareness of the importance of ergonomics and provide a practical solution for preventing health issues in the workplace. This study paves the way for further development of AI-based ergonomics technology.

Keywords : Posture Detection, MediaPipe Pose, Ergonomics, Computer Vision

1. Pendahuluan

Dalam era modern ini, semakin banyak individu yang menghabiskan waktu mereka di depan layar komputer, baik untuk bekerja, belajar, maupun bersosialisasi. Banyak pekerja kantoran mengalami gangguan muskuloskeletal, terutama di leher, punggung bawah, dan bahu, akibat postur duduk yang buruk dan ergonomi tempat kerja yang tidak memadai [1]. Posisi duduk yang tidak ergonomis telah terbukti menjadi salah satu penyebab utama dari masalah ini. Postur tubuh yang buruk tidak hanya

berdampak pada kesehatan fisik, tetapi juga pada produktivitas dan kenyamanan seseorang dalam menjalani aktivitas sehari-hari [2]. Studi menunjukkan bahwa pekerja yang duduk dengan postur ergonomis cenderung memiliki tingkat fokus dan produktivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan mereka yang duduk dengan postur yang salah [3]. Hal ini menunjukkan pentingnya intervensi teknologi untuk memastikan posisi duduk yang optimal.

Seiring dengan perkembangan teknologi, solusi berbasis kecerdasan buatan dan visi komputer semakin banyak digunakan untuk mendeteksi dan menganalisis postur tubuh secara real-time. Salah satu teknologi yang menonjol adalah MediaPipe Pose, sebuah framework yang dirancang untuk mendeteksi landmark tubuh dengan akurasi tinggi dan kinerja yang optimal [4]. MediaPipe mampu mengidentifikasi titik-titik penting tubuh seperti bahu, pinggul, lutut, dan pergelangan kaki, yang dapat digunakan untuk menghitung sudut tubuh guna menentukan apakah posisi duduk seseorang sudah ergonomis [5]. Selain itu, penerapan teknologi berbasis kamera ini telah menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam bidang ergonomi. Menurut penelitian oleh de Belen dkk. (2020), sistem berbasis visi komputer mampu memberikan umpan balik langsung kepada pengguna untuk memperbaiki postur mereka, yang secara signifikan dapat mengurangi risiko gangguan musculoskeletal. Sistem ini juga mudah diimplementasikan dengan perangkat keras yang sudah tersedia secara luas, seperti kamera pada laptop atau smartphone [6].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem sederhana yang dapat mendeteksi postur duduk seseorang menggunakan MediaPipe Pose dan memberikan umpan balik secara real-time. Dengan menghitung sudut tubuh tertentu, seperti sudut antara bahu, pinggul, dan lutut, sistem ini mampu menentukan apakah posisi duduk seseorang sudah memenuhi standar ergonomis. Sistem ini dirancang tidak hanya untuk pekerja kantoran, tetapi juga untuk pelajar yang banyak melakukan aktivitas daring, serta individu lainnya yang sering duduk dalam waktu lama.

Melalui penelitian ini, diharapkan masyarakat dapat lebih sadar akan pentingnya menjaga postur tubuh yang baik. Dengan intervensi teknologi yang mudah diakses dan efektif, sistem ini memiliki potensi besar untuk diterapkan secara luas, baik di lingkungan rumah, tempat kerja, maupun institusi pendidikan, sehingga membantu menciptakan kebiasaan duduk yang lebih sehat di berbagai aspek kehidupan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental berbasis pengembangan perangkat lunak untuk menciptakan sistem deteksi postur ergonomis menggunakan teknologi *MediaPipe Pose* dan *OpenCV*.

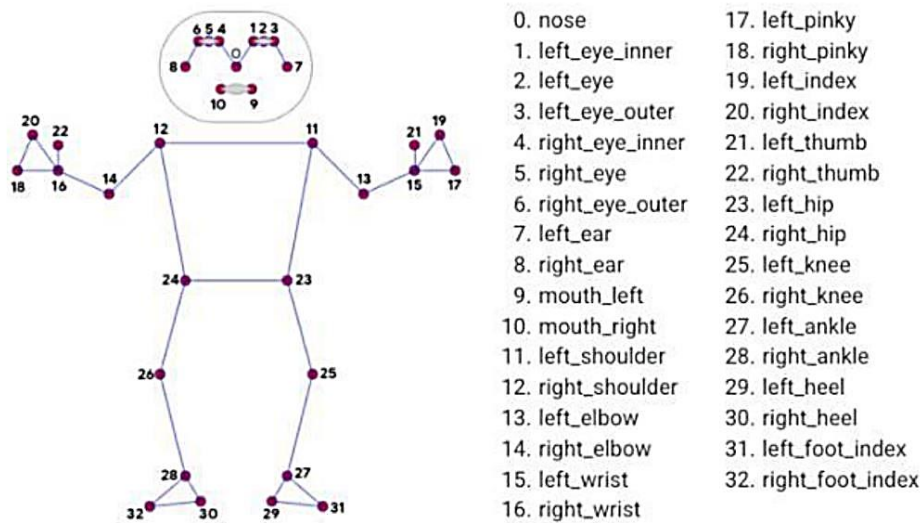
2.1 Studi Literatur

2.1.1 Posisi Duduk

Posisi duduk yang ideal adalah duduk dengan tegap membentuk sudut 90 derajat, yang mengharuskan seseorang menjaga bagian tubuh utama tetap berada dalam postur yang benar. Duduk dalam waktu yang lama dapat meningkatkan risiko terkena ambeien, penyakit jantung, diabetes, obesitas, serta menyebabkan kerusakan pada persendian, otot, dan postur tubuh. Salah satu masalah kesehatan yang sering muncul adalah nyeri pinggang, yang biasanya disebabkan oleh cedera otot atau sendi di area pinggang akibat posisi duduk yang tidak tepat dalam jangka waktu lama [7].

2.1.2 MediaPipe Pose

MediaPipe Pose adalah salah satu modul dari *framework MediaPipe* yang dirancang untuk mendeteksi dan melacak pose tubuh manusia secara real-time. Modul ini dikembangkan oleh Google dan memanfaatkan teknologi *Machine Learning* untuk mendeteksi titik-titik kunci (*landmarks*) pada tubuh manusia dengan akurasi tinggi seperti yang terlihat pada gambar 1 [8].



Gambar 1. Titik-titik kunci pada *Mediapipe*

2.1.3 Computer Vision

Computer vision adalah metode menggunakan komputer untuk memperoleh informasi tingkat tinggi dari gambar digital. Sebuah sistem *computer vision* mengambil gambar dan memasukkannya ke dalam komputer yang akan dieksekusi menggunakan pengolahan citra dan pengenalan pola. Algoritma *computer vision* kemudian melakukan untuk mencapai tujuan tertentu [9].

2.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan untuk menguji akurasi dan performa sistem deteksi postur tubuh. Tahapan pengumpulan data melibatkan penggunaan kamera untuk merekam posisi tubuh partisipan dan penggunaan sistem untuk menganalisis postur secara *real-time*. Berikut adalah rincian proses pengumpulan data:

2.2.1 Subjek Penelitian

- Partisipan: Penelitian melibatkan 10 partisipan dengan tinggi dan berat badan yang berbeda.
- Kriteria Partisipan: Partisipan dipilih berdasarkan kriteria berikut:
 - Tidak memiliki gangguan fisik yang memengaruhi postur tubuh.
 - Bersedia mengikuti arahan untuk duduk dalam posisi tertentu (ergonomis dan tidak ergonomis).
 - Memiliki waktu luang untuk berpartisipasi selama proses pengumpulan data.

2.2.2 Alat dan Bahan

- Kamera: Kamera laptop atau webcam dengan resolusi minimal 720p untuk menangkap video secara *real-time*.
- Perangkat Lunak: Sistem deteksi postur berbasis *MediaPipe Pose* yang telah dikembangkan.
- Kursi dan Meja: Kursi dan meja dengan ketinggian standar digunakan untuk mensimulasikan posisi duduk partisipan.

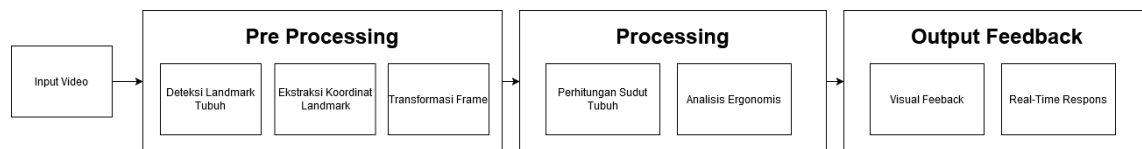
2.2.3 Prosedur Pengumpulan Data

- Persiapan ruangan eksperimen:
 - Ruangan dilengkapi dengan pencahayaan yang memadai untuk memastikan kamera dapat menangkap landmark tubuh dengan jelas.
 - Kamera diposisikan sejajar dengan tubuh partisipan untuk mendapatkan sudut pandang yang optimal.
- Instruksi untuk persiapan:
 - Partisipan diminta untuk duduk dalam dua kondisi:
 1. Kondisi Ergonomis: Posisi duduk dengan sudut bahu, pinggul, dan lutut mendekati 90 derajat.

2. Kondisi Tidak Ergonomis: Posisi duduk dengan sudut tubuh yang menyimpang dari posisi ergonomis (misalnya membungkuk atau duduk terlalu condong ke depan).
 - Setiap kondisi direkam selama ± 1 menit.

2.3 Perancangan Sistem

Rancangan atau desain sistem yang dapat dilihat pada gambar 2 merupakan gambaran yang berisi tahapan-tahapan yang akan dilakukan sistem mulai dari memasukkan data, pra pemrosesan data, pemrosesan utama sampai luaran yang dihasilkan.



Gambar 2. Desain Sistem

2.4 Pengujian Sistem

Proses pengujian dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu:

1. Sistem deteksi postur digunakan untuk menganalisis sudut tubuh partisipan secara *real-time*.
2. Data sudut yang dihitung oleh sistem (bahu-pinggul-lutut) dicatat.
3. Hasil deteksi sistem dibandingkan dengan pengamatan manual.

Perbedaan sudut antara sistem dan kondisi manual dicatat sebagai data perbandingan.

3. Hasil dan Pembahasan

Data Pipeline adalah serangkaian pemrosesan data. Ada serangkaian langkah di mana setiap langkah memberikan keluaran yang merupakan masukan ke langkah berikutnya. Ini berlanjut sampai *pipeline* selesai. Proses penyelesaian *pipeline* ini menggunakan bantuan pustaka dari *Media Pipe* dan *Open CV*.

3.1 Input Video

Pada tahap awal, sistem menerima masukan berupa aliran video *real-time* yang diambil melalui perangkat kamera. Proses ini dilakukan menggunakan fungsi `cv2.VideoCapture(0)`, yang merupakan bagian dari pustaka *OpenCV*. Parameter 0 menunjukkan bahwa kamera default dari perangkat akan digunakan seperti yang terlihat pada gambar 3.

- *Frame*: Video yang diterima dari kamera sebenarnya merupakan kumpulan gambar diam (*frame*) yang diambil dalam interval waktu tertentu, biasanya dalam kecepatan 30 frame per detik (fps) untuk kamera standar.
- Tujuan:
 - Menginisialisasi kamera sebagai sumber input.
 - Menangkap data visual dalam bentuk rangkaian *frame* untuk dianalisis lebih lanjut.

```
# Buka kamera
cap = cv2.VideoCapture(0)
```

Gambar 3. Memuat Video

3.2 Pre-Processing

Tahap *pre-processing* bertujuan untuk menyiapkan data visual (*frame*) agar lebih mudah dianalisis oleh algoritma selanjutnya. Pada tahap ini, sistem menggunakan *MediaPipe Pose* untuk mendeteksi titik-titik utama (*landmark*) pada tubuh manusia dalam setiap *frame*.

1. Konversi format warna:
 - Sistem mengonversi *frame* dari format *default* BGR (*Blue-Green-Red*) menjadi RGB (*Red-Green-Blue*) menggunakan fungsi `cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2RGB)`.
 - Format RGB lebih cocok untuk digunakan oleh *MediaPipe* karena model *deep learning* dilatih menggunakan format ini.
2. Deteksi *landmark* tubuh:
 - Sistem memanfaatkan model *MediaPipe Pose* untuk mendeteksi hingga 32 titik *landmark* tubuh manusia dalam setiap *frame*.
 - Titik *landmark* ini meliputi bagian tubuh utama, seperti bahu, siku, lutut, dan pergelangan kaki.
 - Fungsi `pose.process(frame)` memproses *frame* untuk mendeteksi titik-titik ini.
3. Ekstraksi Koordinat Landmark:
 - Sistem mengambil koordinat *landmark* dalam format (x, y) dan nilai kedalaman z (opsional), yang kemudian digunakan untuk analisis pose tubuh.
 - Koordinat ini diwakili dalam unit relatif terhadap dimensi *frame* (nilai antara 0 dan 1).

3.3 Processing

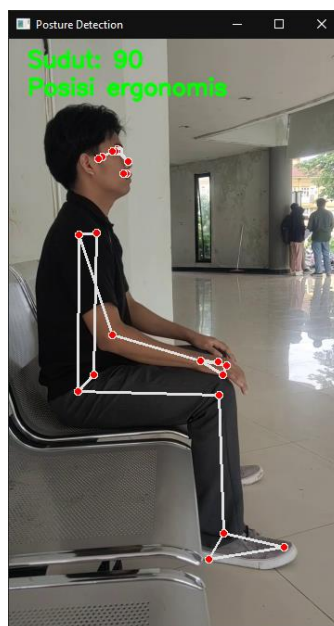
Tahap pemrosesan bertujuan untuk menganalisis data *landmark* tubuh yang telah diperoleh, guna menentukan apakah posisi tubuh pengguna sesuai dengan kriteria ergonomis. Analisis ini dilakukan melalui langkah-langkah berikut:

1. Perhitungan Sudut Antar *Landmark*:
 - Menggunakan trigonometri, sistem menghitung sudut antar-tiga titik *landmark*, seperti sudut di siku, bahu, atau lutut.
 - Fungsi khusus digunakan untuk menghitung sudut ini dengan rumus.
 - Perhitungan ini memanfaatkan vektor yang dibentuk oleh koordinat *landmark*.

3.4 Output Feedback

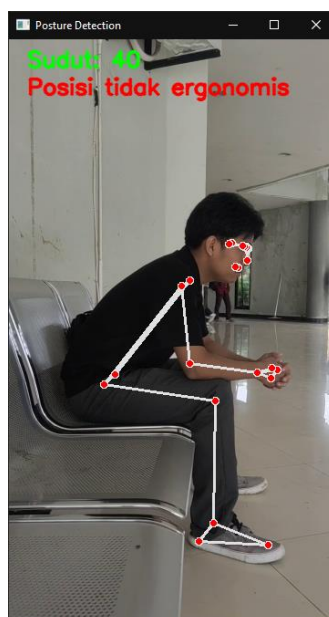
Pada tahap akhir, sistem memberikan umpan balik kepada pengguna berdasarkan hasil analisis. Umpan balik ini disajikan secara visual di layar menggunakan *overlay* pada video *real-time*.

1. Menampilkan status ergonomi:
 - Jika posisi tubuh dinilai ergonomis, sistem menampilkan teks seperti "Posisi Ergonomis".



Gambar 4. Posisi ergonomis

- Jika tidak ergonomis, sistem memberikan peringatan seperti "Posisi tidak ergonomis"



Gambar 5. Posisi tidak ergonomis

2. Visualisasi landmark:
 - *MediaPipe Pose* menampilkan landmark tubuh pengguna berupa titik-titik berwarna pada bagian tubuh yang terdeteksi.
 - Garis dapat ditambahkan untuk menghubungkan titik-titik ini, sehingga memberikan representasi pose tubuh pengguna.
3. *Real-time respons*:
 - Sistem terus memproses *frame* secara berulang dalam *loop*, sehingga setiap perubahan postur tubuh pengguna langsung dianalisis dan ditampilkan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sistem

Video	Rentang Derajat Duduk Posisi Ergonomis (Sistem)	Rentang Sudut Lutut
Video1.mp4	90–120°	95–125°
Video2.mp4	90–120°	95–125°
Video3.mp4	90–110°	92–115°
Video4.mp4	90–100°	90–105°
Video5.mp4	80–95°	85–100°
Video6.mp4	90–110°	92–115°
Video7.mp4	110–115°	115–120°
Video8.mp4	90–95°	90–100°
Video9.mp4	110–115°	115–120°
Video10.mp4	90–100°	90–105°

Berdasarkan tabel 1 yang menunjukkan rentang derajat duduk dan rentang sudut lutut, dapat disimpulkan bahwa posisi duduk ergonomis tidak selalu berada pada sudut tepat 90 derajat. Variasi sudut duduk yang terdeteksi pada responden dipengaruhi oleh sudut lutut, yang secara langsung berkaitan dengan tinggi kursi, panjang kaki, dan postur tubuh individu. Ketika sudut lutut lebih besar, seperti pada Video7 (115–120°) dan Video9 (115–120°), rentang derajat duduk juga meningkat hingga 110–115°. Sebaliknya, sudut lutut yang lebih kecil, seperti pada Video5 (85–100°), menghasilkan sudut duduk yang lebih sempit, yaitu 80–95°.

4. Kesimpulan

Riset ini berhasil mengimplementasikan MediaPipe sebagai alat untuk mendeteksi dan menganalisis postur duduk pengguna secara real-time dengan tingkat efisiensi yang tinggi. MediaPipe Pose menyediakan kerangka kerja berbasis machine learning yang memungkinkan pendeteksian titik-titik tubuh secara presisi, sehingga postur ergonomis maupun tidak ergonomis dapat diidentifikasi. Melalui analisis data posisi tubuh, seperti orientasi bahu, pinggul, lutut, dan punggung, sistem mampu mengenali pola postur yang tidak ergonomis, seperti membungkuk atau duduk terlalu condong ke depan.

Daftar Pustaka

- [1] H. H. Al-Nakhli and H. G. Bakheet, "The Impact of Improper Body Posture on Office Workers' Health," *International Journal of Innovative Research in Medical Science*, vol. 5, no. 05. 2020, doi: 10.23958/ijirms/vol05-i05/873.
- [2] I. G. N. P. Kelvin, I. K. Saputra, and M. V. Manangkot, "Gambaran Sikap Ergonomi Dan Keluhan Muskuloskeletal Selama Pembelajaran Daring Pada Mahasiswa Ilmu Keperawatan Di Universitas Udayana," *Coping Community Publ. Nurs.*, vol. 11, no. 4, p. 299, 2023, doi: 10.24843/coping.2023.v11.i04.p07.
- [3] Silviana, A. Hardianto, and D. Hermawan, "the Implementation of Anthropometric Measurement in Designing the Ergonomics Work Furniture," *EUREKA, Phys. Eng.*, vol. 2022, no. 3, pp. 20–27, 2022, doi: 10.21303/2461-4262.2022.001967.
- [4] Google, "MediaPipe Solutions guide," MediaPipe, 2020. [Online]. Available: <https://ai.google.dev/edge/mediapipe/solutions/guide>. [Accessed: 18-Jan-2025].
- [5] C. Lugaresi et al., "MediaPipe: A Framework for Building Perception Pipelines," 2019.
- [6] R. A. J. de Belen, T. Bednarz, A. Sowmya, and D. Del Favero, "Computer vision in autism spectrum disorder research: a systematic review of published studies from 2009 to 2019," *Transl. Psychiatry*, vol. 10, no. 1, 2020, doi: 10.1038/s41398-020-01015-w.
- [7] A. Supriyanto, A. Noor, Y. Prastyaningsih, K. dan Bisnis, T. Rekayasa Komputer Jaringan, and P. Negeri Tanah Laut, "Penerapan Sistem Tertanam Untuk Deteksi Posisi Duduk," *Konvergensi*, vol. 19, no. 1, pp. 21–29, 2023.
- [8] V. Bazarevsky, I. Grishchenko, K. Raveendran, T. Zhu, F. Zhang, and M. Grundmann, "BlazePose: On-device Real-time Body Pose tracking," 2020.
- [9] A. N. N. Afifah, Indrabayu, A. Suyuti, and Syafaruddin, "A review on image processing techniques for damage detection on photovoltaic panels," *ICIC Express Lett.*, vol. 15, no. 7, pp. 779–790, 2021, doi: 10.24507/icicel.15.07.779..