

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aktivitas pekerja kantoran banyak dilakukan di depan komputer dalam posisi duduk selama waktu yang relatif lama. Kondisi tersebut dapat meningkatkan perilaku sedentary, yaitu aktivitas dengan pengeluaran energi rendah yang banyak dilakukan dalam posisi duduk atau berbaring. Lebih dari 50% waktu bangun orang dewasa dilaporkan dihabiskan dalam posisi duduk atau berbaring pasif. Durasi duduk yang terlalu lama (>8 jam/hari) juga dikaitkan dengan peningkatan risiko penyakit kardiovaskular, sindrom metabolik, dan mortalitas sebesar 17–50% dibandingkan dengan durasi duduk kurang dari 4 jam/hari [1]. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa durasi duduk yang berkepanjangan merupakan permasalahan yang perlu diperhatikan, khususnya pada pekerja kantoran yang melakukan aktivitas kerja di depan komputer dalam waktu lama.

Postur duduk ergonomis adalah penyusunan tubuh saat duduk relatif terhadap gravitasi yang meminimalkan ketegangan otot dan tekanan tulang belakang. Posisi duduk yang tidak ergonomis telah menjadi pemicu utama gangguan muskuloskeletal (WMSDs) pada pekerja. Seo dan Lee menyebutkan bahwa WMSDs merupakan penyebab cedera kerja tidak fatal paling umum dan menimbulkan beban biaya besar bagi perusahaan melalui meningkatnya absensi dan menurunnya produktivitas [2]. Bekerja berjam-jam di depan komputer tanpa pengaturan postur yang benar berisiko tinggi

menimbulkan keluhan kesehatan. Estrada dkk. melaporkan 17,7–63% pekerja kantor mengalami nyeri leher dan 23–34% mengalami nyeri punggung akibat postur yang buruk [1]. Kondisi duduk lama juga dikaitkan dengan gaya hidup sedentari dan berpotensi menyebabkan cedera tulang belakang [3]. Dengan demikian, posisi duduk yang tidak ergonomis dapat menurunkan kesehatan sekaligus produktivitas kerja.

Selain postur tubuh, durasi kerja tanpa jeda istirahat juga menjadi faktor yang perlu diperhatikan. Pekerja kantoran sering kali terlalu fokus pada pekerjaan sehingga lupa untuk beristirahat atau melakukan peregangan ringan. Kondisi ini dapat meningkatkan risiko kelelahan, ketegangan otot, dan menurunnya kenyamanan saat bekerja. Albulescu dkk. Dalam studi *systematic review and meta-analysis* menjelaskan bahwa *micro-breaks* atau jeda singkat di antara aktivitas kerja dapat membantu meningkatkan *vigor* serta menurunkan kelelahan, meskipun pengaruhnya terhadap performa kerja dapat berbeda bergantung pada jenis tugas dan durasi jeda [4]. Berdasarkan pentingnya pemberian jeda dalam aktivitas kerja tersebut, penelitian ini menerapkan fitur sesi fokus berbasis Pomodoro sebagai mekanisme untuk membantu pengguna mengatur waktu kerja fokus dan waktu istirahat secara terstruktur. Pada aplikasi ErgoAssist, sesi fokus ditetapkan selama 25 menit. Setelah periode fokus berakhir, aplikasi memberikan notifikasi sebagai pengingat kepada pengguna untuk mengambil waktu istirahat atau melakukan peregangan ringan.

Permasalahan tersebut menunjukkan perlunya solusi berbasis teknologi yang dapat membantu pekerja kantoran dalam mendeteksi postur duduk secara praktis. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah *computer vision*, karena teknologi ini mampu menganalisis citra dari kamera untuk mengenali posisi tubuh pengguna. Seo dan Lee mengembangkan metode *computer vision* untuk klasifikasi postur ergonomis dengan akurasi hingga 88,6% [2]. Penelitian ini menunjukkan bahwa teknologi *computer vision* dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi postur duduk pengguna secara otomatis melalui kamera, sehingga pengguna dapat mengetahui apakah posisi duduknya sudah ergonomis atau belum tanpa perlu pengawasan manual. Pendekatan *computer vision* juga telah diaplikasikan oleh Estrada dkk., yang menggunakan kamera *smartphone* dan CNN untuk mengenali postur duduk di lingkungan WFH, dengan akurasi mencapai 85 –92% [1]. Di sisi lain, Moreira dkk. mengembangkan aplikasi *mobile NL Measurer* berbasis *PoseNet* untuk mengevaluasi keselarasan tubuh pengguna [5]. Di Indonesia, Afifah dan Suradi mengembangkan sistem deteksi postur duduk berbasis *MediaPipe Pose* untuk meningkatkan ergonomi dan kesehatan pekerja. Penelitian tersebut memanfaatkan *landmark* tubuh, seperti bahu, pinggul, dan lutut, serta perhitungan sudut tubuh untuk menilai postur duduk pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan tersebut mampu mendeteksi postur dengan baik pada kondisi pencahayaan cukup dan sudut kamera yang sesuai [6]. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan estimasi pose tubuh

dapat digunakan sebagai dasar dalam pengembangan sistem deteksi postur duduk berbasis kamera.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa postur duduk yang tidak ergonomis menjadi permasalahan penting yang perlu diperhatikan, khususnya pada pekerja kantoran yang menghabiskan banyak waktu dalam posisi duduk. Dampak negatif yang ditimbulkan, seperti nyeri leher, nyeri punggung, kelelahan, dan penurunan produktivitas, menunjukkan perlunya solusi berbasis teknologi yang praktis dan mudah diakses. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan aplikasi *mobile* berbasis *computer vision* yang mampu mendeteksi postur duduk ergonomis melalui kamera *smartphone*. Selain itu, aplikasi dilengkapi fitur Pomodoro untuk membantu pengguna mengatur waktu kerja fokus dan waktu istirahat, sehingga mendukung kebiasaan kerja yang lebih sehat dan produktif.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengembangkan aplikasi *mobile* berbasis *computer vision* untuk deteksi postur duduk ergonomis pada pekerja kantoran?
2. Bagaimana menerapkan Google ML Kit Pose Detection dalam mendeteksi postur duduk pengguna berdasarkan *landmark* tubuh?

3. Bagaimana aplikasi mengidentifikasi postur duduk pengguna ke dalam kategori ergonomis dan tidak ergonomis?
4. Bagaimana menerapkan fitur Pomodoro pada aplikasi untuk membantu pengguna mengatur waktu kerja fokus dan waktu istirahat?
5. Bagaimana hasil pengujian fungsionalitas dan *usability* aplikasi *mobile* ErgoAssist berdasarkan metode *black-box testing* dan *System Usability Scale* (SUS)?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan tidak meluas dari pokok pembahasan, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi yang dikembangkan berbasis *mobile* Android menggunakan *framework* Flutter. Penelitian ini tidak membahas pengembangan aplikasi untuk platform iOS.
2. Penelitian ini berfokus pada fitur utama, yaitu deteksi postur duduk ergonomis dan fitur Pomodoro sebagai pengatur waktu kerja fokus dan waktu istirahat.
3. Deteksi postur dilakukan menggunakan kamera *smartphone* dan teknologi *computer vision* melalui Google ML Kit Pose Detection. Penelitian ini tidak menggunakan sensor tambahan seperti sensor

tekanan kursi, sensor ultrasonik, *wearable device*, atau perangkat eksternal lainnya.

4. Postur yang dianalisis hanya postur duduk saat bekerja di depan meja atau komputer. Penelitian ini tidak mencakup postur berdiri, berbaring, berjalan, atau aktivitas dinamis lainnya.
5. Klasifikasi postur dibatasi menjadi dua kategori, yaitu postur ergonomis dan postur tidak ergonomis. Sistem tidak membahas tingkat keparahan postur secara medis atau diagnosis gangguan muskuloskeletal.
6. Analisis postur dilakukan berdasarkan landmark tubuh yang dihasilkan oleh Google ML Kit Pose Detection. Meskipun Google ML Kit Pose Detection dapat menghasilkan 33 landmark tubuh, aplikasi ErgoAssist hanya menggunakan bahu kiri, bahu kanan, mata kiri, mata kanan, dan hidung. Kelima landmark tersebut digunakan untuk merepresentasikan kesejajaran bahu, kemiringan kepala, dan kecenderungan tubuh membungkuk pada tubuh bagian atas. Sebelum proses klasifikasi dilakukan, setiap landmark harus memiliki nilai *inFrameLikelihood* minimal 0,55. Nilai *inFrameLikelihood* menunjukkan probabilitas bahwa landmark berada di dalam bingkai gambar[7]. Nilai minimal 0,55 merupakan parameter operasional aplikasi ErgoAssist dan bukan standar resmi Google ML Kit maupun standar diagnosis medis. Postur pengguna dikategorikan ergonomis apabila sudut kemiringan bahu dan kepala tidak melebihi 8 derajat, nilai rasio indikasi membungkuk tidak

kurang dari 0,28, dan kondisi tersebut stabil selama tiga detik. Nilai ambang 8 derajat, 0,28, 0,55, serta durasi tiga detik digunakan sebagai parameter klasifikasi aplikasi dan dievaluasi melalui pengujian sistem.

7. Penilaian postur ergonomis pada penelitian ini dibatasi pada indikator kesejajaran bahu, kemiringan kepala, dan indikasi membungkuk yang dapat dideteksi menggunakan kamera depan melalui Google ML Kit Pose Detection. Aspek ergonomi lain seperti posisi siku, pergelangan tangan, pinggul, lutut, dan telapak kaki tidak menjadi bagian dari proses klasifikasi pada penelitian ini.
8. Pengujian deteksi postur dilakukan pada satu pengguna dalam satu waktu dengan posisi kamera yang sesuai. Penelitian ini tidak membahas deteksi beberapa orang sekaligus dalam satu *frame* kamera.
9. Pengujian dilakukan pada lingkungan *indoor* dengan posisi kamera yang stabil. Variasi kondisi penggunaan yang diuji meliputi jarak kamera dan kondisi pencahayaan, sedangkan penelitian ini tidak membahas kondisi sudut kamera ekstrem, tubuh tertutup objek, atau latar belakang yang terlalu kompleks.
10. Fitur Pomodoro pada penelitian ini dibatasi sebagai pengatur waktu kerja fokus dan waktu istirahat. Fitur ini digunakan sebagai pendukung untuk membantu pengguna mengatur jeda selama aktivitas kerja. Penelitian ini tidak membahas atau mengukur peningkatan produktivitas pengguna secara jangka panjang.

11. Fitur pendukung berupa riwayat aktivitas, gamifikasi berupa poin pengalaman (*experience points* atau XP), video peregangan, peta keluhan tubuh (*pain heatmap*), dan ekspor laporan PDF tidak menjadi fokus utama penelitian. Fitur *pain heatmap* digunakan untuk mencatat lokasi dan tingkat keluhan yang dirasakan pengguna berdasarkan input pengguna, bukan berdasarkan hasil deteksi kamera. Informasi keluhan tersebut digunakan sebagai pendukung dalam memberikan rekomendasi *stretching* pada bagian tubuh yang mengalami keluhan. Setelah melakukan *stretching*, pengguna dapat memperbarui tingkat keluhan untuk melihat perubahan skala nyeri yang dirasakan. Fitur ini tidak digunakan untuk menentukan diagnosis medis.
12. Pengujian aplikasi pada penelitian ini meliputi pengujian fungsional menggunakan metode *black-box testing*, pengujian kinerja deteksi dan klasifikasi postur, pengujian kondisi penggunaan secara *real-time* berdasarkan variasi jarak kamera dan pencahayaan, serta pengujian *usability* menggunakan *System Usability Scale* (SUS).
13. Aplikasi ErgoAssist tidak ditujukan sebagai alat diagnosis medis, melainkan sebagai alat bantu untuk mengidentifikasi kondisi postur duduk serta mendukung pengguna dalam mengatur waktu kerja dan waktu istirahat.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan aplikasi *mobile* berbasis Android menggunakan Flutter yang memiliki fitur deteksi postur duduk ergonomis dan fitur Pomodoro.
2. Menerapkan teknologi *computer vision* menggunakan Google ML Kit Pose Detection untuk mendeteksi *landmark* tubuh pengguna melalui kamera *smartphone*.
3. Mengidentifikasi postur duduk pengguna ke dalam kategori ergonomis dan tidak ergonomis berdasarkan hasil analisis *landmark* tubuh, seperti kemiringan bahu, kemiringan kepala, dan indikasi membungkuk.
4. Menerapkan fitur Pomodoro untuk membantu pengguna mengatur waktu kerja fokus dan waktu istirahat agar tidak duduk terlalu lama tanpa jeda.
5. Menguji fungsionalitas aplikasi menggunakan metode *black-box testing* serta mengevaluasi *usability* aplikasi menggunakan *System Usability Scale* (SUS).

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Pengguna/Pekerja Kantoran
 - a. Membantu pekerja kantor dalam mengetahui kondisi postur duduknya secara lebih praktis melalui kamera *smartphone*.

- b. Membantu pengguna mengidentifikasi apakah posisi duduknya termasuk ergonomis atau tidak ergonomis.
- c. Membantu meningkatkan kesadaran pengguna terhadap pentingnya menjaga postur duduk saat bekerja di depan komputer.
- d. Membantu pengguna mengatur waktu kerja fokus dan waktu istirahat melalui fitur Pomodoro agar tidak duduk terlalu lama tanpa jeda.
- e. Memberikan rekomendasi peregangan ringan sebagai aktivitas pendukung setelah sesi kerja fokus selesai.

2. Bagi Institusi Pendidikan

- a. Menambah referensi akademik terkait pengembangan aplikasi *mobile* berbasis *computer vision* untuk deteksi postur duduk ergonomis.
- b. Menjadi bahan rujukan bagi mahasiswa lain yang ingin melakukan penelitian dengan topik serupa, khususnya pada bidang *mobile application*, *computer vision*, *pose detection*, dan ergonomi kerja.
- c. Mendukung pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya pada penerapan kecerdasan buatan dalam aplikasi kesehatan kerja digital.

- d. Menunjukkan penerapan ilmu akademik dalam penyelesaian permasalahan nyata yang berkaitan dengan postur duduk dan kebiasaan kerja pekerja kantoran.

3. Bagi Peneliti

- a. Menambah pengetahuan dan pengalaman dalam merancang serta membangun aplikasi *mobile* menggunakan Flutter.
- b. Meningkatkan pemahaman dalam menerapkan teknologi *computer vision* menggunakan Google ML Kit Pose Detection.
- c. Melatih kemampuan peneliti dalam mengolah *landmark* tubuh untuk mendeteksi postur duduk ergonomis dan tidak ergonomis.
- d. Menjadi sarana penerapan ilmu yang telah diperoleh selama perkuliahan, khususnya pada bidang pengembangan aplikasi *mobile*, kecerdasan buatan, *computer vision*, dan pengujian perangkat lunak.
- e. Melatih kemampuan peneliti dalam melakukan analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, dan pengujian aplikasi menggunakan metode *black-box testing*.

4. Bagi Peneliti Selanjutnya

- a. Menjadi referensi untuk penelitian lanjutan yang berkaitan dengan deteksi postur tubuh berbasis *computer vision*.

- b. Menjadi dasar pengembangan aplikasi sejenis dengan fitur yang lebih lengkap, seperti personalisasi ambang postur, analisis postur yang lebih detail, atau integrasi dengan data kesehatan pengguna.
- c. Memberikan gambaran mengenai penerapan Google ML Kit Pose Detection pada aplikasi *mobile* untuk kasus deteksi postur duduk.
- d. Menjadi acuan untuk pengujian lebih lanjut dengan jumlah pengguna yang lebih banyak, variasi kondisi pencahayaan, sudut kamera berbeda, atau pengukuran tingkat kepuasan pengguna.

1.6 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka merupakan bagian yang berisi uraian mengenai penelitian-penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan topik penelitian yang dilakukan. Penelitian terdahulu digunakan sebagai bahan perbandingan, referensi, dan dasar dalam menentukan posisi penelitian yang sedang dikembangkan. Pada penelitian ini, tinjauan pustaka difokuskan pada penelitian yang berkaitan dengan deteksi postur duduk ergonomis, *computer vision*, *pose detection*, aplikasi *mobile*, serta fitur pengaturan waktu kerja dan istirahat.

Penelitian yang dilakukan oleh Hapsari dkk. membahas prevalensi postur tubuh yang buruk dan keluhan muskuloskeletal akibat penggunaan gawai sebagai dampak program *Work From Home* pada lingkungan

perguruan tinggi. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan perangkat digital dalam durasi lama dengan postur yang tidak tepat dapat menimbulkan keluhan pada bagian leher, punggung bawah, dan bahu. Penelitian ini relevan karena menunjukkan bahwa postur duduk yang tidak ergonomis merupakan permasalahan nyata yang dapat terjadi pada pengguna perangkat digital, terutama dalam aktivitas kerja atau belajar yang dilakukan dalam waktu lama [8].

Penelitian tersebut memiliki kesamaan dengan penelitian ini, yaitu sama-sama membahas permasalahan postur tubuh dan keluhan muskuloskeletal akibat aktivitas duduk dalam durasi lama. Namun, penelitian Hapsari dkk. hanya berfokus pada analisis prevalensi keluhan dan belum mengembangkan aplikasi untuk membantu pengguna mengetahui kondisi postur duduknya. Sementara itu, penelitian ini berfokus pada pengembangan aplikasi *mobile* berbasis *computer vision* untuk mendeteksi postur duduk ergonomis pada pekerja kantoran.

Penelitian yang dilakukan oleh Seo dan Lee membahas penilaian risiko ergonomi secara otomatis menggunakan klasifikasi postur berbasis *computer vision*. Penelitian tersebut bertujuan untuk membantu proses penilaian postur kerja secara otomatis tanpa bergantung sepenuhnya pada pengamatan manual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan *computer vision* dapat digunakan untuk mengklasifikasikan postur ergonomis dengan tingkat akurasi yang baik [2].

Penelitian tersebut relevan dengan penelitian ini karena sama-sama menggunakan *computer vision* untuk menganalisis postur tubuh. Perbedaannya, penelitian Seo dan Lee lebih berfokus pada penilaian risiko ergonomi secara umum, sedangkan penelitian ini berfokus pada deteksi postur duduk ergonomis dalam bentuk aplikasi *mobile*. Selain itu, penelitian ini juga menambahkan fitur Pomodoro sebagai pengatur waktu kerja fokus dan waktu istirahat.

Penelitian yang dilakukan oleh Estrada, Vea, dan Devaraj membahas pemodelan postur duduk yang benar dan tidak benar pada pengguna komputer menggunakan *machine vision*. Penelitian tersebut menggunakan kamera *smartphone* untuk pengambilan citra, ekstraksi jarak dan sudut antar bagian tubuh, serta model CNN untuk mengenali postur duduk pengguna komputer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali postur duduk dengan akurasi sekitar 85–92% [1].

Penelitian tersebut memiliki kesamaan dengan penelitian ini, yaitu sama-sama membahas klasifikasi postur duduk pengguna komputer dengan memanfaatkan kamera *smartphone* dan teknologi berbasis citra. Perbedaannya, penelitian Estrada dkk. lebih menekankan pada pemodelan postur duduk menggunakan CNN, sedangkan penelitian ini menggunakan Google ML Kit Pose Detection untuk memperoleh *landmark* tubuh pengguna. Selain itu, penelitian ini tidak hanya berfokus pada deteksi postur, tetapi juga mengintegrasikan fitur Pomodoro, notifikasi, dan rekomendasi peregangan sebagai fitur pendukung aplikasi.

Penelitian yang dilakukan oleh Moreira dkk. membahas pengembangan aplikasi *mobile* berbasis *computer vision* untuk menilai postur tubuh manusia. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa perangkat *mobile* dapat dimanfaatkan sebagai media praktis untuk melakukan analisis postur tubuh menggunakan pendekatan berbasis citra. Aplikasi yang dikembangkan dalam penelitian tersebut digunakan untuk mengevaluasi keselarasan postur tubuh pengguna [5].

Penelitian tersebut relevan dengan penelitian ini karena sama-sama menggunakan aplikasi *mobile* dan *computer vision* untuk analisis postur tubuh. Perbedaannya, penelitian Moreira dkk. lebih berfokus pada penilaian postur tubuh secara umum, sedangkan penelitian ini difokuskan pada deteksi postur duduk ergonomis pekerja kantoran. Selain itu, penelitian ini juga dilengkapi fitur Pomodoro untuk membantu pengguna mengatur waktu kerja fokus dan waktu istirahat.

Penelitian yang dilakukan oleh Afifah dan Suradi membahas sistem deteksi postur duduk berbasis MediaPipe Pose untuk meningkatkan ergonomi dan kesehatan pekerja. Sistem tersebut memanfaatkan *landmark* tubuh, seperti bahu, pinggul, dan lutut, serta perhitungan sudut tubuh untuk menilai apakah postur duduk pengguna tergolong ergonomis atau tidak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi postur dengan baik pada kondisi pencahayaan cukup dan sudut kamera yang sesuai [6].

Penelitian tersebut memiliki kesamaan dengan penelitian ini, yaitu sama-sama menggunakan pendekatan estimasi pose tubuh untuk menilai postur duduk pengguna. Perbedaannya, penelitian Afifah dan Suradi menggunakan MediaPipe Pose, sedangkan penelitian ini menggunakan Google ML Kit Pose Detection pada aplikasi *mobile* berbasis Flutter. Selain itu, penelitian ini juga menambahkan fitur Pomodoro dan peregangan sebagai pendukung kebiasaan kerja yang lebih teratur.

Penelitian yang dilakukan oleh Alfarizy, Syauqy, dan Perdana membahas sistem deteksi postur duduk pada pemain *game online* menggunakan sensor *load cell* dan sensor ultrasonik dengan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) berbasis Arduino. Penelitian tersebut bertujuan untuk mendeteksi posisi duduk pengguna berdasarkan data sensor fisik dan memberikan peringatan ketika postur duduk tidak sesuai [9].

Penelitian tersebut relevan dengan penelitian ini karena sama-sama bertujuan membantu pengguna mengenali postur duduk yang kurang ergonomis. Perbedaannya, penelitian Alfarizy dkk. masih bergantung pada perangkat keras tambahan berupa sensor fisik, sedangkan penelitian ini menggunakan kamera *smartphone* dan *pose detection* sehingga lebih praktis digunakan tanpa perangkat tambahan.

Penelitian yang dilakukan oleh Hsieh membahas aplikasi cerdas untuk mendeteksi dan mengoreksi postur duduk menggunakan Raspberry Pi dan MediaPipe Pose Detection. Sistem tersebut memanfaatkan kamera

Raspberry Pi untuk menangkap citra, MediaPipe untuk analisis pose, serta aplikasi *mobile* sebagai media pemberian umpan balik kepada pengguna[10].

Penelitian tersebut memiliki kesamaan dengan penelitian ini karena sama-sama memanfaatkan teknologi *pose detection* dan aplikasi *mobile* untuk membantu pengguna mengetahui kondisi postur duduknya. Perbedaannya, penelitian Hsieh masih membutuhkan perangkat tambahan seperti Raspberry Pi, sedangkan penelitian ini memanfaatkan kamera *smartphone* secara langsung. Selain itu, penelitian ini menggunakan Google ML Kit Pose Detection dan mengintegrasikan fitur Pomodoro sebagai pengatur waktu kerja fokus dan istirahat.

Penelitian yang dilakukan oleh Aiman, Rahman, dan Wahyuni membahas analisis gerakan duduk karyawan menggunakan metode *MobileNet SSD*. Penelitian tersebut menggunakan pendekatan deteksi objek untuk mengenali kondisi duduk pengguna di lingkungan kerja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan *computer vision* dapat digunakan untuk membantu mengenali pola duduk karyawan [11].

Penelitian tersebut relevan dengan penelitian ini karena sama-sama membahas penggunaan *computer vision* untuk mengenali postur atau gerakan duduk pada lingkungan kerja. Perbedaannya, penelitian Aiman dkk. menggunakan metode deteksi objek *MobileNet SSD*, sedangkan penelitian ini menggunakan pendekatan *pose detection* berbasis *landmark* tubuh.

Dengan pendekatan *landmark* tubuh, sistem dapat menganalisis titik tubuh tertentu seperti bahu, mata, dan hidung yang digunakan dalam proses deteksi postur duduk.

Penelitian yang dilakukan oleh Albulescu dkk. membahas efektivitas *micro-breaks* atau jeda singkat terhadap kesejahteraan dan performa kerja melalui *systematic review* dan *meta-analysis*. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa jeda singkat dapat membantu mengurangi kelelahan dan meningkatkan kondisi psikologis tertentu, meskipun dampaknya terhadap performa kerja dapat berbeda tergantung jenis aktivitas dan durasi jeda [4].

Penelitian tersebut relevan dengan penelitian ini karena menjadi dasar pendukung penerapan fitur Pomodoro. Perbedaannya, penelitian Albulescu dkk. tidak membahas deteksi postur duduk maupun pengembangan aplikasi *mobile*, sedangkan penelitian ini mengintegrasikan fitur Pomodoro ke dalam aplikasi deteksi postur duduk ergonomis. Dalam penelitian ini, Pomodoro digunakan sebagai mekanisme pengatur waktu kerja fokus dan waktu istirahat agar pengguna tidak duduk terlalu lama tanpa jeda.

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu tersebut, dapat disimpulkan bahwa teknologi *computer vision*, sensor fisik, CNN, MediaPipe Pose, *MobileNet SSD*, dan aplikasi *mobile* telah digunakan untuk membantu mendeteksi atau menganalisis postur tubuh. Namun, sebagian penelitian masih memiliki keterbatasan, seperti membutuhkan

perangkat keras tambahan, belum berbasis aplikasi *mobile* secara langsung, belum menggunakan Google ML Kit Pose Detection, atau belum mengintegrasikan fitur pengaturan waktu kerja dan istirahat.

Tabel 1. 1 Tabel Gap Analisis

NO	Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan Penelitian Ini
1	Hapsari dkk., 2022	<i>The prevalence of bad posture and musculoskeletal symptoms originating from the use of gadgets as an impact of the work from home program of the university community</i>	Menunjukkan adanya hubungan antara penggunaan gawai, postur buruk, dan keluhan muskuloskeletal seperti nyeri leher, punggung bawah, dan bahu	Penelitian tersebut hanya menganalisis prevalensi keluhan, sedangkan penelitian ini mengembangkan aplikasi <i>mobile</i> untuk deteksi postur duduk ergonomis
2	Seo dan Lee, 2021	<i>Automated postural ergonomic risk</i>	Menghasilkan metode penilaian risiko ergonomi	Penelitian ini diterapkan dalam bentuk aplikasi

NO	Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan Penelitian Ini
		<i>assessment using vision-based posture classification</i>	otomatis berbasis <i>computer vision</i>	<i>mobile</i> dan dilengkapi fitur Pomodoro
3	Estrada, Veal, dan Devaraj, 2023	<i>Modelling Proper and Improper Sitting Posture of Computer Users Using Machine vision</i>	Menghasilkan model klasifikasi postur duduk pengguna komputer menggunakan kamera <i>smartphone</i> dan CNN	Penelitian ini menggunakan Google ML Kit Pose Detection dan menambahkan Pomodoro, notifikasi, serta peregangan
4	Moreira dkk., 2022	<i>A computer vision-based mobile tool for assessing human posture: A validation study</i>	Menghasilkan aplikasi <i>mobile</i> berbasis <i>computer vision</i> untuk menilai postur tubuh manusia	Penelitian ini lebih spesifik pada postur duduk pekerja kantoran dan fitur Pomodoro

NO	Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan Penelitian Ini
5	Afifah dan Suradi, 2025	Sistem Deteksi Postur Duduk Berbasis MediaPipe untuk Meningkatkan Ergonomi dan Kesehatan Pekerja	Menghasilkan sistem deteksi postur duduk menggunakan MediaPipe Pose dan <i>landmark</i> tubuh	Penelitian ini menggunakan Google ML Kit Pose Detection pada aplikasi <i>mobile</i> berbasis Flutter
6	Alfarizy, Syauqy, dan Perdana, 2023	Sistem Monitoring Postur Duduk pada Pemain <i>Game online</i> menggunakan Sensor <i>Load cell</i> dan Ultrasonik dengan Metode KNN berbasis Arduino	Menghasilkan sistem deteksi postur duduk berbasis sensor fisik dan metode KNN	Penelitian ini tidak menggunakan sensor tambahan, melainkan kamera <i>smartphone</i> dan <i>pose detection</i>

NO	Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan Penelitian Ini
7	Hsieh, 2022	<i>An Intelligent Mobile application to Monitor and Correct Sitting Posture Using Raspberry Pi and MediaPipe Pose Detection</i>	Menghasilkan aplikasi cerdas untuk mendeteksi postur duduk menggunakan Raspberry Pi dan MediaPipe Pose	Penelitian ini tidak menggunakan Raspberry Pi, tetapi memanfaatkan kamera <i>smartphone</i> secara langsung
8	Aiman, Rahman, dan Wahyuni, 2025	Analisis Monitoring Gerakan Duduk dengan Menggunakan Metode <i>MobileNet SSD</i> pada Karyawan	Menghasilkan sistem analisis gerakan duduk menggunakan metode <i>MobileNet SSD</i>	Penelitian ini menggunakan pendekatan <i>pose detection</i> berbasis <i>landmark</i> tubuh, bukan deteksi objek
9	Albulescu dkk., 2022	<i>Give me a break! A systematic review and</i>	Menunjukkan bahwa jeda singkat dapat membantu	Penelitian tersebut tidak membahas deteksi postur,

NO	Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan Penelitian Ini
		<i>meta-analysis on the efficacy of micro-breaks for increasing well-being and performance</i>	mengurangi kelelahan dan mendukung kesejahteraan kerja	sedangkan penelitian ini mengintegrasikan Pomodoro dengan aplikasi deteksi postur duduk

1.7. Data Penelitian

Data penelitian merupakan data dan informasi yang digunakan sebagai dasar dalam proses analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan, implementasi, serta pengujian aplikasi. Pada penelitian ini, data yang digunakan berhubungan dengan pengembangan aplikasi ErgoAssist, yaitu aplikasi *mobile* berbasis *computer vision* untuk mendeteksi postur duduk ergonomis dengan fitur Pomodoro pada pekerja kantoran.

Data penelitian diperoleh melalui beberapa sumber, yaitu observasi kebiasaan duduk pengguna saat bekerja di depan komputer, wawancara/observasi dengan tenaga ahli fisioterapi, studi pustaka mengenai postur duduk ergonomis dan jeda kerja, serta data visual yang diperoleh dari kamera *smartphone* saat fitur deteksi postur dijalankan. Data tersebut

digunakan untuk merancang fitur utama aplikasi, seperti deteksi postur duduk, fitur Pomodoro, notifikasi pengingat istirahat, rekomendasi peregangan, riwayat aktivitas, dan laporan mingguan pengguna.

Data visual yang digunakan dalam penelitian ini bukan berupa *dataset* pelatihan model baru. Aplikasi ErgoAssist menggunakan model bawaan dari Google ML Kit Pose Detection untuk mendeteksi titik-titik tubuh pengguna. Data utama yang diproses oleh sistem berupa *frame* kamera dan *landmark* tubuh, seperti bahu, mata, dan hidung. *Landmark* tersebut dianalisis menggunakan aturan tertentu untuk mengidentifikasi apakah postur duduk pengguna termasuk ergonomis atau tidak ergonomis.

1.7.1. Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan dua jenis data utama, yaitu data primer dan data sekunder.

1) Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung selama proses analisis kebutuhan, pengembangan, dan pengujian aplikasi. Data primer dalam penelitian ini meliputi:

a) Data postur duduk pengguna

Data ini berupa kondisi postur pengguna saat duduk di depan meja atau komputer. Data tersebut digunakan sebagai

objek utama dalam proses deteksi postur duduk ergonomis dan tidak ergonomis.

b) Data *frame* kamera *smartphone*

Data ini berupa citra atau *frame* yang ditangkap oleh kamera *smartphone* ketika fitur deteksi postur dijalankan. *Frame* tersebut digunakan sebagai *input* untuk proses deteksi pose tubuh.

c) Data *landmark* tubuh

Data ini berupa titik-titik tubuh hasil deteksi Google ML Kit Pose Detection, seperti bahu kiri, bahu kanan, mata kiri, mata kanan, dan hidung. Data *landmark* digunakan untuk menghitung indikator postur, seperti kemiringan bahu, kemiringan kepala, dan indikasi membungkuk.

d) Data hasil deteksi postur

Data ini berupa hasil identifikasi sistem terhadap postur pengguna, yaitu postur ergonomis atau postur tidak ergonomis. Data ini digunakan untuk memberikan umpan balik kepada pengguna.

e) Data Pomodoro

Data ini berupa durasi kerja fokus, waktu selesai sesi, status *timer*, dan waktu istirahat. Data Pomodoro digunakan

untuk mengatur waktu kerja fokus dan waktu istirahat pengguna.

f) Data riwayat aktivitas pengguna

Data ini berupa catatan aktivitas pengguna, seperti hasil sesi deteksi postur, durasi duduk, riwayat Pomodoro, riwayat peregangan, dan perolehan XP. Data ini digunakan untuk menampilkan riwayat penggunaan aplikasi dan mendukung fitur laporan mingguan.

g) Hasil observasi kebiasaan duduk pengguna

Data ini diperoleh dari pengamatan terhadap kebiasaan duduk pengguna saat bekerja di depan komputer, kondisi pencahayaan, posisi kamera, serta kebutuhan pengguna terhadap pengingat istirahat. Hasil observasi digunakan sebagai dasar dalam merancang fitur deteksi postur, Pomodoro, dan rekomendasi peregangan.

h) Hasil wawancara/observasi dengan tenaga ahli fisioterapi

Data ini berupa informasi yang diperoleh dari tenaga ahli mengenai postur duduk ergonomis, dampak postur duduk yang tidak tepat, risiko duduk terlalu lama, dan rekomendasi peregangan ringan. Data tersebut digunakan sebagai pendukung dalam menentukan kebutuhan fitur aplikasi, terutama fitur deteksi postur, Pomodoro, dan video peregangan.

2) Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung yang diperoleh dari sumber tidak langsung, seperti jurnal ilmiah, dokumentasi teknologi, dan referensi pengembangan sistem.

Data sekunder dalam penelitian ini meliputi:

- a) Referensi mengenai postur duduk ergonomis dan risiko postur duduk tidak ergonomis.
- b) Referensi mengenai *computer vision* dan *pose detection*.
- c) Referensi mengenai Google ML Kit Pose Detection.
- d) Referensi mengenai Pomodoro atau jeda kerja singkat.
- e) Dokumentasi Flutter, Dart, dan *package* yang digunakan dalam aplikasi.
- f) Dokumentasi API *backend* yang digunakan untuk autentikasi, profil, riwayat, statistik, peregang, dan XP.
- g) Konten video peregang yang digunakan sebagai fitur pendukung aplikasi.

Tabel 1. 2 Tabel Data

NO	Data Penelitian	Keterangan	Fungsi dalam Penelitian
1	Data postur duduk pengguna	Kondisi tubuh pengguna saat	Digunakan sebagai objek utama dalam proses

NO	Data Penelitian	Keterangan	Fungsi dalam Penelitian
		duduk di depan meja atau komputer.	deteksi postur duduk ergonomis dan tidak ergonomis.
2	Data <i>frame</i> kamera	Citra atau <i>frame</i> yang diperoleh dari kamera <i>smartphone</i> saat fitur deteksi postur dijalankan.	Digunakan sebagai <i>input</i> untuk Google ML Kit Pose Detection.
3	Data <i>landmark</i> tubuh	Titik tubuh hasil deteksi, seperti bahu, mata, dan hidung.	Digunakan untuk menghitung indikator kemiringan bahu, kemiringan kepala, dan indikasi membungkuk.
4	Data hasil deteksi postur	Hasil identifikasi postur pengguna, yaitu ergonomis atau tidak ergonomis.	Digunakan untuk memberikan umpan balik kepada pengguna.
5	Data Pomodoro	Durasi fokus, waktu selesai sesi, status <i>timer</i> , dan waktu istirahat.	Digunakan untuk menjalankan fitur pengatur waktu kerja fokus dan istirahat.

NO	Data Penelitian	Keterangan	Fungsi dalam Penelitian
6	Data notifikasi	Jadwal dan isi notifikasi lokal setelah sesi fokus selesai.	Digunakan sebagai pengingat agar pengguna beristirahat atau melakukan peregangan.
7	Data video peregangan	Konten video peregangan berdasarkan kategori bagian tubuh.	Digunakan sebagai rekomendasi aktivitas pendukung setelah sesi Pomodoro selesai.
8	Data riwayat aktivitas	Catatan hasil deteksi, durasi duduk, sesi Pomodoro, peregangan, dan XP.	Digunakan untuk menampilkan riwayat dan laporan mingguan pengguna.
9	Data profil pengguna	Informasi akun pengguna yang digunakan dalam aplikasi.	Digunakan untuk mendukung fitur profil, riwayat, dan laporan PDF.
10	Hasil observasi kebiasaan duduk pengguna	Pengamatan terhadap kebiasaan duduk, kondisi	Digunakan sebagai dasar analisis kebutuhan dan

NO	Data Penelitian	Keterangan	Fungsi dalam Penelitian
		penggunaan kamera, dan kebutuhan pengingat istirahat.	perancangan fitur aplikasi.
11	Hasil wawancara/observasi dengan tenaga ahli fisioterapi	Informasi mengenai postur duduk ergonomis, dampak postur tidak ergonomis, risiko duduk lama, dan peregangan ringan.	Digunakan sebagai dasar pendukung dalam merancang fitur deteksi postur, Pomodoro, dan rekomendasi peregangan.
12	Referensi ergonomi dan teknologi	Literatur tentang ergonomi, <i>computer vision</i> , <i>pose detection</i> , dan Pomodoro.	Digunakan sebagai dasar teori dan acuan pengembangan sistem.
13	Skenario pengujian <i>black-box testing</i>	Daftar kasus uji, langkah pengujian, hasil yang diharapkan, dan hasil aktual.	Digunakan untuk menguji fungsi aplikasi.

Tabel 1. 3 Analisis Hasil Wawancara/Observasi dengan Tenaga Ahli

Fisioterapi

No	Topik	Informasi yang Diperoleh	Implementasi pada Aplikasi
1	Postur duduk ergonomis	Postur duduk yang baik perlu memperhatikan posisi kepala dan leher, keseimbangan bahu, posisi punggung, posisi lengan, serta kaki saat duduk.	Digunakan sebagai dasar dalam menentukan bagian tubuh yang diperhatikan pada aplikasi, seperti kepala dan leher, punggung dan bahu, lengan dan tangan, pinggang dan pinggul, serta kaki.
2	Risiko postur duduk tidak ergonomis	Postur duduk yang tidak tepat dan dilakukan dalam waktu lama dapat menyebabkan ketegangan pada bagian tubuh tertentu, seperti leher, bahu, punggung, pinggang, dan tangan.	Digunakan sebagai dasar penyusunan fitur deteksi postur dan informasi edukatif pada aplikasi.
3	Pentingnya jeda istirahat	Duduk terlalu lama tanpa jeda dapat menimbulkan	Digunakan sebagai dasar penerapan fitur

No	Topik	Informasi yang Diperoleh	Implementasi pada Aplikasi
		rasa lelah dan ketegangan otot, sehingga pengguna perlu diingatkan untuk beristirahat atau melakukan peregangan ringan.	Pomodoro dan notifikasi pengingat istirahat.
4	Peregangan ringan	Peregangan ringan dapat dilakukan pada bagian tubuh yang sering mengalami ketegangan, seperti leher, bahu, lengan, pinggang, dan kaki.	Digunakan sebagai dasar penyusunan kategori video peregangan pada aplikasi.
5	Batasan aplikasi	Aplikasi tidak digunakan sebagai alat diagnosis medis, melainkan sebagai alat bantu untuk mendeteksi postur duduk dan memberikan pengingat istirahat.	Digunakan sebagai batasan sistem agar aplikasi tidak diklaim sebagai alat diagnosis atau terapi medis.



Gambar 1. 1 Wawancara Bersama Fisioterapis

1.7.2. Pengolahan dan Transformasi Data

Data yang telah dikumpulkan kemudian diolah dan ditransformasikan agar dapat digunakan dalam sistem aplikasi ErgoAssist. Proses pengolahan data dilakukan sebagai berikut:

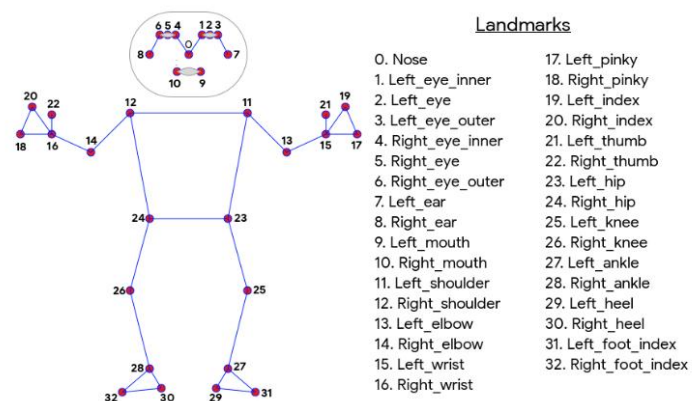
1. Pengolahan Hasil Observasi dan Wawancara Ahli

Data hasil observasi kebiasaan duduk pengguna dan wawancara/observasi dengan tenaga ahli fisioterapi diolah menjadi kebutuhan fitur aplikasi. Informasi mengenai postur duduk ergonomis digunakan untuk mendukung fitur deteksi postur, sedangkan informasi mengenai jeda istirahat dan peregangan ringan digunakan untuk mendukung fitur Pomodoro dan rekomendasi peregangan.

2. Pengolahan Data Visual Postur

Data visual berupa frame kamera dikonversi menjadi objek `InputImage`, kemudian diproses menggunakan Google

ML Kit Pose Detection. Teknologi tersebut menghasilkan 33 landmark tubuh beserta koordinat posisi dan nilai *inFrameLikelihood* untuk setiap landmark [7]. Nilai *inFrameLikelihood* berada pada rentang 0,0 sampai 1,0 dan menunjukkan probabilitas bahwa landmark berada di dalam bingkai gambar. Meskipun seluruh landmark dapat dihasilkan oleh Google ML Kit, aplikasi ErgoAssist hanya menggunakan bahu kiri, bahu kanan, mata kiri, mata kanan, dan hidung karena landmark tersebut digunakan dalam perhitungan indikator postur tubuh bagian atas.



Gambar 1. 2 Landmark Tubuh pada Google ML Kit Pose Detection

Berdasarkan Gambar 1. 2, dari 33 landmark tubuh yang dapat dihasilkan, aplikasi ErgoAssist menggunakan lima landmark dalam proses pengolahan postur, yaitu hidung (*nose*), mata kiri (*left eye*), mata kanan (*right eye*), bahu kiri (*left shoulder*), dan bahu kanan (*right shoulder*). Kelima landmark

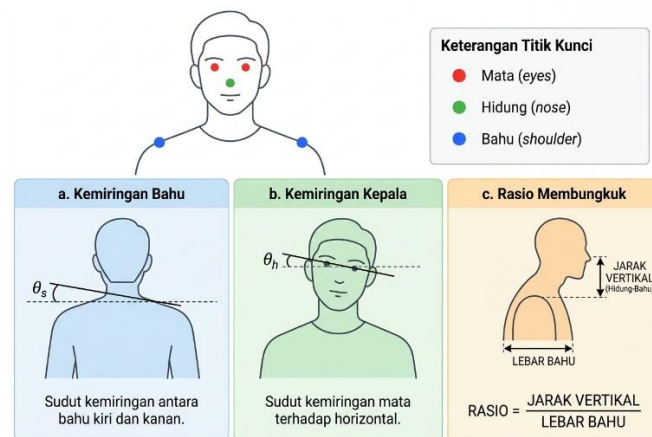
tersebut selanjutnya digunakan dalam perhitungan indikator postur tubuh bagian atas.

3. Pengolahan Data *Landmark* Tubuh

Data *landmark* tubuh digunakan untuk menghitung indikator postur duduk pengguna. Pada aplikasi ErgoAssist, *landmark* yang digunakan dalam proses klasifikasi postur meliputi bahu kiri, bahu kanan, mata kiri, mata kanan, dan hidung. *Landmark* tersebut dipilih karena mampu merepresentasikan keseimbangan bahu, kemiringan kepala, serta kecenderungan tubuh membungkuk saat pengguna duduk.

Google ML Kit Pose Detection hanya menghasilkan *landmark* tubuh dan koordinat posisinya serta tidak secara langsung memberikan makna atau kategori terhadap pose yang terdeteksi. Oleh karena itu, penentuan postur ergonomis atau tidak ergonomis tidak dilakukan oleh Google ML Kit, tetapi dilakukan oleh logika aplikasi ErgoAssist melalui perhitungan geometris dan aturan klasifikasi yang telah ditentukan [7].

Indikator yang digunakan dalam proses pengolahan data *landmark* tubuh adalah sebagai berikut.



Gambar 1. 3 Ilustrasi Landmark Indikator Postur

- Kemiringan bahu, yaitu perhitungan sudut berdasarkan koordinat bahu kiri dan bahu kanan. Postur dikategorikan tidak ergonomis apabila sudut kemiringan bahu melebihi 8° .
- Kemiringan kepala, yaitu perhitungan sudut berdasarkan koordinat mata kiri dan mata kanan. Postur dikategorikan tidak ergonomis apabila sudut kemiringan kepala melebihi 8° .
- Indikasi membungkuk, yaitu perhitungan rasio antara jarak vertikal hidung terhadap titik tengah bahu dan lebar bahu. Postur dikategorikan membungkuk apabila nilai rasio kurang dari 0,28.

Nilai ambang yang digunakan pada aplikasi ErgoAssist merupakan parameter operasional yang ditetapkan pada tahap pengembangan sistem untuk menerjemahkan hasil pengolahan landmark menjadi kategori postur. Studi pustaka dan hasil

wawancara dengan tenaga ahli fisioterapi digunakan sebagai dasar dalam menentukan indikator postur yang diamati, yaitu kemiringan bahu, kemiringan kepala, dan kecenderungan tubuh membungkuk. Adapun nilai numerik berupa batas kemiringan kepala dan bahu sebesar 8° , rasio indikasi membungkuk sebesar 0,28, nilai *landmark likelihood* sebesar 0,55, serta kestabilan postur selama tiga detik digunakan sebagai parameter operasional dalam logika klasifikasi aplikasi. Nilai-nilai tersebut tidak digunakan sebagai batas diagnosis medis, melainkan sebagai parameter untuk membedakan kondisi postur pada sistem ErgoAssist. Penerapan parameter tersebut selanjutnya dievaluasi melalui pengujian sistem pada beberapa variasi posisi dan kondisi penggunaan kamera. Dengan demikian, nilai ambang tersebut digunakan untuk kebutuhan klasifikasi pada sistem dan tidak dimaksudkan sebagai batas klinis maupun standar diagnosis gangguan muskuloskeletal.

Sebelum proses klasifikasi dilakukan, sistem terlebih dahulu memeriksa nilai *inFrameLikelihood* pada landmark bahu kiri, bahu kanan, mata kiri, mata kanan, dan hidung. Nilai tersebut menunjukkan probabilitas bahwa suatu landmark berada di dalam bingkai gambar [7]. Pada aplikasi ErgoAssist, nilai minimal 0,55 digunakan sebagai parameter operasional

untuk menentukan apakah landmark telah memenuhi syarat sebelum proses klasifikasi dilanjutkan. Apabila salah satu landmark memiliki nilai *inFrameLikelihood* kurang dari 0,55, sistem meminta pengguna menyesuaikan posisi tubuh, jarak terhadap kamera, atau posisi kamera.

Selanjutnya, sistem melakukan klasifikasi menggunakan pendekatan *rule-based* berdasarkan nilai ambang (*threshold*) yang telah ditentukan. Apabila seluruh indikator memenuhi nilai ambang, postur pengguna dikategorikan sebagai ergonomis. Untuk mengurangi kesalahan deteksi akibat perubahan posisi sesaat, postur ergonomis harus dipertahankan selama 3 detik sebelum sistem menampilkan status "Postur Terverifikasi" dan pengguna dapat melanjutkan ke mode kerja fokus (Pomodoro). Sebaliknya, apabila salah satu indikator berada di luar nilai ambang yang ditentukan, sistem mengategorikan postur sebagai tidak ergonomis dan menampilkan arahan perbaikan postur.

4. Pengolahan Data Pomodoro

Data Pomodoro diproses dengan menyimpan waktu selesai sesi kerja fokus pada penyimpanan lokal menggunakan *SharedPreferences*. Ketika waktu fokus selesai, sistem

menampilkan notifikasi lokal dan mengarahkan pengguna untuk melakukan istirahat atau peregangan.

5. Pengolahan Data Riwayat Aktivitas

Data riwayat aktivitas diproses dan dikirimkan ke *backend* melalui REST API. Data ini digunakan untuk menampilkan riwayat sesi kerja, riwayat peregangan, statistik, XP, dan laporan mingguan pengguna.

6. Pengolahan Data Video Peregangan

Data video peregangan dikelompokkan berdasarkan kategori bagian tubuh, seperti kepala dan leher, punggung dan bahu, lengan dan tangan, pinggang dan pinggul, serta kaki. Video tersebut digunakan sebagai rekomendasi aktivitas peregangan setelah sesi kerja fokus selesai.

1.8. Alat Penelitian

Penelitian ini menggunakan sejumlah perangkat keras dan perangkat lunak untuk mendukung proses perancangan, pengembangan, implementasi, serta pengujian aplikasi ErgoAssist. Alat penelitian dibagi menjadi dua kategori, yaitu perangkat keras dan perangkat lunak.

Tabel 1. 4 Tabel Perangkat Keras

No	Perangkat Keras	Spesifikasi/Keterangan	Fungsi
1	Laptop/PC	Spesifikasi mendukung pengembangan aplikasi	Digunakan untuk merancang,

No	Perangkat Keras	Spesifikasi/Keterangan	Fungsi
		<i>mobile</i> , minimal RAM 8 GB.	membangun, menjalankan, dan menguji aplikasi.
2	Penyimpanan SSD/HDD	Minimal 256 GB atau menyesuaikan perangkat yang digunakan.	Digunakan untuk menyimpan <i>file</i> proyek, <i>source code</i> , <i>package</i> Flutter, SDK Android, aset aplikasi, dan dokumen laporan.
3	<i>Smartphone</i> /Android	<i>Smartphone</i> Android dengan kamera aktif.	Digunakan sebagai perangkat pengujian dan untuk menangkap <i>frame</i> tubuh pengguna saat fitur deteksi postur dijalankan.
4	Koneksi internet	Jaringan internet stabil.	Digunakan untuk mengunduh <i>package</i> , mengakses dokumentasi, dan menghubungkan aplikasi dengan API <i>backend</i> .

Tabel 1. 5 Perangkat Lunak

NO	Perangkat Lunak	Fungsi
1	Windows 10/11	Sistem operasi utama yang digunakan dalam proses pengembangan aplikasi.

NO	Perangkat Lunak	Fungsi
2	Visual Studio Code	Kode editor untuk menulis dan mengelola <i>source code</i> aplikasi Flutter.
3	Android Studio	Digunakan untuk menyediakan Android SDK, emulator, konfigurasi perangkat Android, serta proses <i>build</i> dan <i>debugging</i> aplikasi.
4	Flutter SDK	<i>Framework</i> utama dalam pengembangan aplikasi <i>mobile</i> ErgoAssist.
5	Dart	Bahasa pemrograman yang digunakan dalam pengembangan aplikasi Flutter.
6	GetX	Digunakan untuk manajemen <i>state</i> , <i>dependency injection</i> , dan navigasi aplikasi.
7	Google ML Kit Pose Detection	Digunakan untuk mendeteksi <i>landmark</i> tubuh pengguna melalui kamera <i>smartphone</i> .
8	<i>Package camera</i>	Digunakan untuk mengakses kamera <i>smartphone</i> dan menangkap <i>frame</i> gambar secara langsung.

NO	Perangkat Lunak	Fungsi
9	<i>Package</i> google_mlkit_pose_detection	Digunakan untuk menghubungkan aplikasi Flutter dengan Google ML Kit Pose Detection.
10	<i>Package</i> http	Digunakan untuk komunikasi data antara aplikasi <i>mobile</i> dan <i>backend</i> melalui REST API.
11	<i>Package</i> shared_preferences	Digunakan untuk menyimpan data lokal seperti token pengguna dan status <i>timer</i> Pomodoro.
12	<i>Package</i> flutter_local_notifications dan timezone	Digunakan untuk menjadwalkan serta menampilkan notifikasi lokal saat sesi Pomodoro selesai.
13	<i>Package</i> video_player dan chewie	Digunakan untuk memutar video panduan peregangan pada aplikasi.
14	<i>Package</i> pdf dan printing	Digunakan untuk membuat dan membagikan laporan PDF mingguan pengguna.
15	Postman	Digunakan untuk menguji <i>endpoint</i> API <i>backend</i> .
16	Draw.io / diagrams.net	Digunakan untuk membuat diagram perancangan sistem, seperti <i>use case</i>

NO	Perangkat Lunak	Fungsi
		<i>diagram, activity diagram, dan flowchart.</i>