

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut *World Health Organization* (2022), gangguan muskuloskeletal dialami oleh sekitar 1,71 miliar orang di seluruh dunia dan menjadi penyebab utama disabilitas di lebih dari 160 negara. Kondisi ini menunjukkan bahwa *Work-related Musculoskeletal Disorders* (WMSDs) adalah masalah kesehatan global yang serius, tidak hanya pada populasi pekerja, tetapi juga pada kelompok mahasiswa yang terpapar aktivitas statis berkepanjangan selama proses pembelajaran. Aktivitas belajar yang didominasi oleh posisi duduk dalam waktu lama, khususnya di depan laptop, berpotensi menimbulkan tekanan statis pada otot leher, bahu, dan punggung bawah.

Penelitian Putsa et al. (2022) melaporkan tingginya prevalensi keluhan muskuloskeletal pada aktivitas berbasis komputer, dengan area tubuh yang paling sering terdampak meliputi leher, bahu, dan punggung. Meskipun penelitian tersebut dilakukan pada pekerja kantor, karakteristik aktivitas yang serupa, seperti durasi duduk yang panjang, mengetik, membaca dokumen digital, dan menatap layar dalam waktu lama, juga umum ditemukan pada mahasiswa selama mengikuti perkuliahan dan mengerjakan tugas akademik. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa memiliki risiko yang sebanding terhadap terjadinya keluhan muskuloskeletal akibat kebiasaan postur duduk yang kurang ergonomis.

Okezue et al. (2020) menunjukkan bahwa individu yang duduk lebih dari delapan jam per hari memiliki risiko lebih tinggi mengalami nyeri punggung bawah dibandingkan individu yang lebih aktif secara fisik. Postur tubuh yang tidak tepat dan durasi duduk yang berlebihan menjadi faktor utama yang memengaruhi munculnya gangguan muskuloskeletal, membungkuk atau menunduk dalam waktu lama dapat menyebabkan kelelahan otot dan ketidakseimbangan postural. Kondisi ini menegaskan pentingnya deteksi dini terhadap postur duduk yang tidak ergonomis, terutama pada mahasiswa yang sering tidak menyadari kebiasaan postur

buruk selama aktivitas belajar.

Mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan solusi yang mampu memantau postur tubuh secara *real-time* dan memberikan informasi objektif mengenai kebiasaan duduk pengguna. Salah satu pendekatan yang relevan adalah pemanfaatan teknologi *wearable sensor* yang ditempatkan pada tubuh untuk merekam gerakan dan posisi secara kontinu. Data sensor tersebut kemudian dapat dianalisis menggunakan model kecerdasan buatan guna mengenali pola postur ergonomis dan tidak ergonomis. Penelitian Baklouti et al. (2024) mengembangkan sistem *wearable* berbasis IMU tanpa magnetometer untuk mengukur orientasi tubuh dan sudut postural secara objektif. Sementara itu, Koca dan Koca (2025) menempatkan IMU pada beberapa titik vertebra untuk mengukur sudut postur tulang belakang, seperti lordosis servikal, kyphosis torakal, dan lordosis lumbar. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan model *machine learning* seperti *Random Forest* dan *Artificial Neural Network* (Fikry & Inoue, 2023). Pendekatan ini relevan untuk penelitian pada mahasiswa karena menunjukkan bahwa kombinasi IMU dan *machine learning* efektif dalam memantau postur tulang belakang selama aktivitas statis.

Penelitian Peters et al. (2025) menunjukkan bahwa integrasi *wearable sensors* dengan *machine learning* dan *deep learning* mampu meningkatkan akurasi deteksi dan klasifikasi postur tubuh. Metode *ensemble boosting* seperti XGBoost terbukti efektif dalam mengenali pola spasial dari sinyal sensor karena kemampuannya menangani hubungan nonlinier antar fitur serta ketahanannya terhadap *noise* data sensor (Sri-ngernyuang et al., 2025).

Sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada klasifikasi postur secara statis tanpa mempertimbangkan aspek temporal, khususnya durasi dan pola waktu postur non-ergonomis. Padahal, durasi mempertahankan postur statis merupakan parameter penting dalam analisis ergonomi pada aktivitas duduk berkepanjangan, termasuk pada mahasiswa selama proses belajar. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem klasifikasi postur duduk ergonomis dan non-ergonomis berbasis sensor akselerometer menggunakan algoritma XGBoost. Sistem ini dirancang untuk

mengklasifikasikan postur duduk secara otomatis berdasarkan data yang diperoleh dari sensor akselerometer sehingga mampu mendeteksi postur non-ergonomis secara *real-time*. Hasil klasifikasi kemudian ditampilkan melalui antarmuka web monitoring yang menyajikan status postur, nilai *confidence*, serta riwayat (*log*) perubahan postur untuk memudahkan proses pemantauan selama aktivitas belajar.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang model klasifikasi postur belajar berbasis sensor akselerometer yang mampu membedakan postur ergonomis dan non-ergonomis pada mahasiswa?
2. Bagaimana pengolahan data sensor terhadap postur ergonomis dan non-ergonomis mahasiswa dilakukan untuk klasifikasi postur duduk di depan komputer?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, penelitian ini memiliki beberapa tujuan yang ingin dicapai, yaitu:

1. Merancang dan mengembangkan model klasifikasi postur belajar berbasis sensor akselerometer yang mampu membedakan postur ergonomis dan non-ergonomis pada mahasiswa.
2. Mengolah data sensor postur ergonomis dan non-ergonomis mahasiswa untuk mengklasifikasi postur duduk di depan komputer.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan dan ruang lingkup penelitian yang telah ditetapkan, penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat secara praktis, akademis, dan teknologis.

Manfaat praktis, penelitian ini diharapkan dapat:

1. Membantu mahasiswa dalam mengenali postur belajar yang non-ergonomis sehingga dapat melakukan perbaikan posisi duduk secara mandiri selama aktivitas belajar.
2. Memberikan informasi mengenai durasi dan pola waktu postur non-ergonomis yang dialami mahasiswa sebagai bahan evaluasi kebiasaan postur belajar.

Manfaat akademis, penelitian ini diharapkan dapat:

1. Menambah referensi ilmiah terkait pemanfaatan sensor akselerometer dalam pemantauan dan analisis postur tubuh pada aktivitas belajar mahasiswa.
2. Menjadi dasar bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan model klasifikasi postur atau sistem pemantauan postur berbasis sensor *wearable* dan metode komputasi cerdas.

Manfaat teknologis, penelitian ini diharapkan dapat:

1. Menghasilkan model klasifikasi postur belajar berbasis *wearable* sensor yang dapat diimplementasikan dalam sistem pemantauan postur secara digital.
2. Mendorong pengembangan teknologi *wearable* yang lebih adaptif dalam pemantauan gerakan dan postur tubuh mahasiswa secara *real-time*.

1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Untuk memperjelas arah penelitian dan memastikan pembahasan tetap terfokus, maka ruang lingkup dan batasan masalah dalam penelitian ini ditetapkan sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada klasifikasi postur duduk mahasiswa saat aktivitas belajar menggunakan dua sensor akselerometer yang dipasang pada area torakal dan lumbar.
2. Data yang dianalisis terbatas pada sinyal akselerometer dari kedua sensor untuk mengidentifikasi postur ergonomis dan non-ergonomis.
3. Pengambilan data dilakukan pada aktivitas duduk selama kegiatan belajar, seperti mengikuti perkuliahan atau mengerjakan tugas, dan tidak mencakup aktivitas fisik lainnya.

4. Penelitian ini tidak menggunakan sensor tambahan selain dua sensor akselerometer, seperti magnetometer, atau kamera.
5. Subjek penelitian dibatasi pada mahasiswa berusia 18–23 tahun, dengan durasi pengambilan data selama 5 menit untuk setiap responden, yang memperagakan postur ergonomis dan non-ergonomis sesuai instruksi.
6. Penelitian ini hanya berfokus pada klasifikasi dua kategori postur, yaitu ergonomis dan non-ergonomis, berdasarkan data sudut kemiringan tubuh bagian atas yang diperoleh dari sensor *wearable* yang dipasang pada punggung, tanpa melibatkan analisis medis atau diagnosis klinis.
7. Sistem hanya akan mengaktifkan *buzzer* ketika postur non-ergonomis terdeteksi dalam periode kurang dari 2 jam sejak dimulainya sesi pemantauan. Apabila postur non-ergonomis terdeteksi setelah melewati batas waktu 2 jam tersebut, *buzzer* tidak akan berbunyi.