

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi digital telah mengubah berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam bidang pendidikan tinggi. Pemanfaatan komputer dan laptop sebagai sarana utama pembelajaran menyebabkan mahasiswa menghabiskan lebih banyak waktu untuk melakukan aktivitas akademik secara digital, seperti mengikuti perkuliahan daring, mengerjakan tugas, menyusun laporan, melakukan analisis data, dan mengakses berbagai sumber pembelajaran. Aktivitas tersebut umumnya dilakukan dalam posisi duduk dengan durasi yang relatif lama serta minim jeda istirahat, sehingga meningkatkan kecenderungan munculnya perilaku sedentari.

Perilaku sedentari merupakan aktivitas dengan pengeluaran energi yang rendah yang dilakukan dalam posisi duduk, berbaring, atau bersandar selama waktu terjaga. Salah satu kelompok yang rentan mengalami perilaku sedentari adalah mahasiswa (Edelmann et al., 2022), terutama pada program studi yang memiliki intensitas penggunaan komputer tinggi dalam aktivitas akademiknya seperti Teknik Informatika. Mahasiswa Teknik Informatika sering menghabiskan waktu berjam-jam di depan laptop untuk pemrograman, pengembangan perangkat lunak, penyusunan laporan, maupun pembelajaran berbasis komputer. Terlebih ketika menghadapi tugas dan tenggat waktu akademik, mahasiswa cenderung duduk dalam waktu lama dan kurang menyadari pentingnya istirahat singkat secara berkala. Kondisi tersebut berpotensi meningkatkan perilaku sedentari selama aktivitas akademik.

Perilaku sedentari yang berlangsung terus-menerus berpotensi menimbulkan berbagai permasalahan kesehatan, terutama gangguan muskuloskeletal seperti *Low Back Pain* (LBP) atau nyeri punggung bawah. Selain berdampak pada ketidaknyamanan fisik, duduk berkepanjangan tanpa interupsi gerak juga dapat berpengaruh terhadap konsentrasi dan kualitas belajar. Secara global, World Health

Organization (2023) melaporkan bahwa *Low Back Pain* merupakan salah satu penyebab utama disabilitas di dunia, dengan estimasi lebih dari 619 juta kasus pada tahun 2020 dan diproyeksikan terus meningkat. Data tersebut menunjukkan bahwa LBP bukan sekadar keluhan muskuloskeletal yang bersifat sementara, melainkan masalah kesehatan yang dapat memengaruhi kualitas hidup dan produktivitas individu pada usia produktif, termasuk mahasiswa.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa perilaku sedentari yang ditandai dengan durasi duduk berkepanjangan merupakan salah satu faktor risiko yang berhubungan dengan kejadian *Low Back Pain*. Mahdavi et al. (2021) menyatakan bahwa aktivitas berbasis komputer yang dilakukan secara statis dalam waktu lama dapat meningkatkan risiko munculnya keluhan muskuloskeletal, khususnya pada area punggung bawah. Sebagai upaya preventif, penerapan istirahat singkat atau *microbreak* secara berkala direkomendasikan untuk membantu mengurangi ketidaknyamanan muskuloskeletal akibat duduk berkepanjangan. Radwan et al. (2022) menyebutkan bahwa pemberian jeda istirahat singkat setelah periode duduk tertentu dapat membantu mengurangi ketegangan otot serta meningkatkan kenyamanan selama bekerja atau belajar. Meskipun demikian, penerapan rekomendasi tersebut masih sangat bergantung pada kesadaran individu dan belum didukung oleh sistem pemantauan otomatis yang mampu memberikan pengingat secara berkelanjutan.

Kemajuan teknologi tersebut membuka peluang untuk mengembangkan sistem pemantauan aktivitas secara otomatis dan berkelanjutan. Seiring dengan berkembangnya teknologi *Internet of Things* (IoT), kebutuhan akan sistem pemantauan aktivitas tubuh secara objektif dan *real-time* semakin meningkat. Salah satu teknologi yang banyak digunakan untuk mendukung pemantauan aktivitas manusia adalah *wearable sensor*. *Wearable sensor* memungkinkan proses pengambilan data gerakan tubuh secara kontinu tanpa mengganggu aktivitas pengguna. Data yang diperoleh dari sensor tersebut kemudian dapat diolah menggunakan pendekatan *Machine Learning* untuk mengenali dan mengklasifikasikan aktivitas manusia secara otomatis. Menurut Zhao (2025), kombinasi *wearable sensor* dan *Machine Learning* memiliki potensi yang besar

dalam pengembangan sistem pemantauan aktivitas manusia yang akurat dan dapat diterapkan secara *real-time*.

Salah satu algoritma *Machine Learning* yang banyak digunakan dalam pengolahan data sensor adalah *Extreme Gradient Boosting* (XGBoost). Algoritma ini dikenal memiliki kemampuan klasifikasi yang tinggi, mampu menangani data dengan karakteristik kompleks, serta memiliki efisiensi komputasi yang baik sehingga sesuai untuk diterapkan pada sistem berbasis perangkat terbatas. Selain itu, XGBoost mampu mengurangi risiko *overfitting* melalui mekanisme regularisasi dan memiliki waktu komputasi yang relatif efisien dibandingkan beberapa algoritma ensemble lainnya (A. Pratama et al., 2026). Penelitian yang dilakukan oleh Sarker *et al.* (2025) menunjukkan bahwa XGBoost mampu menghasilkan performa klasifikasi aktivitas yang tinggi pada data *wearable sensor* dan berpotensi diterapkan pada sistem pemantauan aktivitas secara *real-time*. Namun, penelitian tersebut masih berfokus pada pengenalan aktivitas manusia secara umum (*Human Activity Recognition*) dan belum secara khusus menekankan pemantauan durasi aktivitas sedentari maupun pemberian pengingat istirahat otomatis.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Yudisthira et al. (2024) telah mengembangkan perangkat *wearable* berbasis sensor MPU6050 untuk klasifikasi postur duduk menggunakan algoritma *Support Vector Machine* (SVM). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa *wearable sensor* mampu digunakan untuk mengenali postur tubuh pengguna secara efektif. Meskipun demikian, penelitian tersebut masih berfokus pada klasifikasi postur dan belum mengintegrasikan sistem dengan pemantauan durasi duduk berkelanjutan, deteksi transisi aktivitas duduk dan berdiri, maupun mekanisme pemberian pengingat *microbreak* secara otomatis.

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa teknologi *wearable sensor* dan *Machine Learning* telah banyak dimanfaatkan untuk pengenalan aktivitas manusia dan pemantauan kondisi tubuh. Namun, masih terdapat kesenjangan penelitian dalam pengembangan sistem yang secara khusus berfokus pada pemantauan perilaku sedentari mahasiswa melalui deteksi durasi duduk berkelanjutan serta pemberian pengingat *microbreak* otomatis. Selain itu, penelitian yang menerapkan ambang durasi duduk tertentu sebagai dasar pemberian

alarm pengingat *microbreak* masih relatif terbatas. Padahal, penerapan mekanisme tersebut berpotensi membantu pengguna untuk lebih menyadari durasi duduk yang telah dilakukan dan mendorong terbentuknya kebiasaan istirahat secara berkala.

Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem pemantauan aktivitas belajar mahasiswa secara *real-time* berbasis *Internet of Things* (IoT) dan *Machine Learning* dengan memanfaatkan *wearable sensor* serta algoritma XGBoost. Sistem yang dikembangkan dirancang untuk mengklasifikasikan aktivitas duduk dan berdiri, menghitung durasi duduk secara kontinu, serta mengatur ulang penghitung waktu duduk ketika pengguna kembali berdiri. Informasi tersebut kemudian digunakan sebagai dasar pemberian pengingat *microbreak* otomatis melalui buzzer setelah pengguna duduk selama 30 menit secara berkelanjutan. Dengan adanya sistem ini, diharapkan perilaku sedentari berkepanjangan dapat dikurangi melalui penerapan istirahat berkala, sehingga dapat mendukung upaya pencegahan gangguan muskuloskeletal, khususnya *Low Back Pain*, pada mahasiswa selama menjalankan aktivitas akademik

1.2 Rumusan masalah

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

1. Bagaimana merancang sistem berbasis IoT yang mampu memantau perilaku sedentari selama aktivitas belajar mahasiswa secara *real-time* menggunakan *wearable sensor* ?
2. Bagaimana menerapkan algoritma *Extreme Gradient Boosting* (XGBoost) untuk mengklasifikasikan aktivitas duduk dan aktivitas ringan (non-duduk) berdasarkan data dari *wearable sensor* ?
3. Bagaimana menerapkan ambang durasi duduk berkelanjutan sebagai dasar pemberian pengingat *microbreak* otomatis sebagai upaya preventif untuk mengurangi risiko *Low Back Pain* ?

1.3 Tujuan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan mengembangkan sistem *real-time* berbasis IoT untuk memantau perilaku sedentari selama aktivitas belajar mahasiswa menggunakan *wearable sensor*.
2. Menerapkan algoritma *Extreme Gradient Boosting* (XGBoost) untuk mengklasifikasikan aktivitas duduk dan aktivitas ringan (non-duduk) berdasarkan data *wearable sensor*.
3. Mengembangkan mekanisme pengingat *microbreak* otomatis berdasarkan ambang durasi duduk berkelanjutan sebagai langkah preventif untuk mengurangi risiko *Low Back Pain* pada mahasiswa.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini meliputi beberapa aspek berikut:

1. Manfaat Akademis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi dan wawasan keilmuan di bidang *Internet of Things* (IoT) dan *Machine Learning*, khususnya dalam penerapan *Human Activity Recognition* untuk pemantauan aktivitas belajar mahasiswa serta pengembangan sistem preventif berbasis teknologi terhadap risiko *Low Back Pain*.

2. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai sistem pendukung untuk membantu mahasiswa memantau durasi duduk secara objektif selama aktivitas belajar. Melalui pemberian peringatan *microbreak* otomatis setelah 30 menit duduk berkelanjutan, sistem ini diharapkan dapat mendorong kebiasaan istirahat yang lebih teratur sebagai langkah preventif untuk mengurangi risiko gangguan kesehatan akibat duduk terlalu lama.

3. Manfaat Teknologis

Penelitian ini berperan dalam pengembangan sistem *real-time* berbasis IoT yang menggabungkan sensor *wearable* dengan algoritma XGBoost. Hasilnya dapat dijadikan acuan bagi pengembangan teknologi serupa pada perangkat dengan sumber daya terbatas (*resource-constrained devices*) maupun aplikasi lain yang berfokus pada pemantauan aktivitas manusia.

1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Untuk membatasi ruang lingkup penelitian agar lebih terarah dan sesuai dengan tujuan yang ditetapkan, maka penelitian ini dibatasi pada beberapa aspek sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada mahasiswa Program Studi Teknik Informatika dengan rentang usia 18–24 tahun sebagai subjek penelitian.
2. Aktivitas yang diamati terbatas pada aktivitas belajar dengan posisi duduk di depan laptop yang dilakukan secara statis dan berkelanjutan.
3. Pengambilan data dilakukan pada posisi duduk di kursi belajar dengan meja kerja standar, di mana subjek berada dalam posisi duduk menghadap laptop dengan kedua kaki menapak di lantai dan mempertahankan posisi duduk selama durasi pengambilan data. Postur duduk subjek tidak dibatasi pada posisi ergonomis tertentu.
4. Sistem pemantauan aktivitas menggunakan *wearable sensor* sebagai sumber data utama, yang dipasang pada tubuh subjek sesuai dengan skenario pengujian yang telah ditetapkan.
5. Dataset penelitian dikumpulkan dari 25 partisipan, yang terdiri atas 13 partisipan laki-laki dan 12 partisipan perempuan, sebagai subjek dalam pengujian sistem pada skenario yang telah dikendalikan.
6. Ambang durasi duduk berkelanjutan yang digunakan dalam sistem ditetapkan selama 30 menit secara kontinu sebagai ambang preventif dalam pemantauan aktivitas sedentari, yang dipilih sebagai nilai representatif dalam rentang rekomendasi pemberian jeda aktivitas setiap 20-30 menit (Radwan et al., 2022).
7. Metode *machine learning* yang digunakan dalam pengolahan dan klasifikasi data adalah *Extreme Gradient Boosting* (XGBoost).
8. Deteksi dalam penelitian ini dibatasi pada klasifikasi aktivitas duduk dan aktivitas ringan (non-duduk) berdasarkan data *wearable sensor*, serta pemantauan durasi duduk berkelanjutan selama aktivitas belajar.
9. Perubahan gerakan kecil (*micro-movement*) selama subjek masih berada dalam posisi duduk tetap dikategorikan sebagai bagian dari aktivitas duduk

dan tidak dianggap sebagai interupsi yang mereset perhitungan durasi duduk berkelanjutan.

10. Sistem memberikan pengingat *microbreak* otomatis melalui buzzer apabila akumulasi durasi aktivitas duduk mencapai atau melebihi ambang 30 menit, sedangkan sebelum ambang tersebut tercapai pengingat tidak diaktifkan.
11. Perubahan posisi singkat atau gerakan kecil sebelum durasi duduk mencapai 30 menit tidak dianggap sebagai kondisi yang mengulang (*reset*) perhitungan durasi duduk, karena penelitian ini berfokus pada akumulasi durasi aktivitas belajar berkelanjutan sebagai dasar pemantauan pada *dashboard*.
12. Sistem hanya menampilkan durasi duduk dan hasil klasifikasi aktivitas berdasarkan data sensor, sedangkan pengingat *microbreak* diberikan melalui buzzer. Sistem tidak mengevaluasi tingkat konsentrasi maupun produktivitas pengguna.
13. Pengingat yang diberikan berupa rekomendasi istirahat singkat (*microbreak*) selama 2–5 menit sebagai langkah preventif, namun penelitian ini tidak mengevaluasi kepatuhan pengguna terhadap rekomendasi tersebut.
14. Penelitian ini tidak membedakan subjek berdasarkan kebiasaan olahraga, tingkat kebugaran fisik, maupun kondisi ergonomi individu lainnya.