

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Dalam beberapa tahun terakhir, pertumbuhan *Internet of Things* (IoT) yang semakin berkembang menunjukkan kemajuan teknologi sensor, komputasi awan, dan konektivitas dimana-mana [1]. Prinsipnya, setiap perkembangan teknologi diarahkan untuk memberikan manfaat kepada manusia, itulah sebabnya konsep IoT mengungkapkan potensi besar dari jaringan dan perangkat elektronik yang terhubung dalam meningkatkan kesehatan makhluk hidup [2].

Pada sebagian studi kasus kesehatan, banyak sistem IoT yang telah diterapkan untuk memantau indikator vital. Berikut contohnya seperti sistem monitoring detak jantung [3], monitoring tekanan darah [4], dan kecepatan pernapasan [5]. Pemantauan indikator vital biasanya menggunakan sensor pada gelang, smartwatch, atau pakaian yang dikenakan sehingga memberikan umpan balik langsung mengenai kondisi kesehatan baik untuk alasan kolektif data kesehatan maupun memicu upaya intervensi tepat waktu jika terjadi kejadian mendadak (stroke, serangan jantung, pingsan) [6][7].

Dalam kehidupan sehari-hari, pola kerja masyarakat dalam lingkungan industri maupun profesional banyak dilakukan di depan meja, komputer, atau peralatan lainnya yang membutuhkan posisi duduk untuk waktu yang lama [8]. Aktivitas ini tidak luput dari pekerjaan yang membutuhkan fokus dan konsentrasi yang tinggi dalam jangka waktu yang panjang. Menurut Dr. Kevin Adrian pada salah satu artikelnya di Alodokter menyatakan bahwa kebiasaan duduk terlalu lama atau postur tubuh yang kurang tepat bisa menimbulkan penyakit, salah satunya sakit punggung. Hal ini didukung juga dari artikel kemenkes bahwasanya kebiasaan tersebut bisa menyebabkan penambahan beban pada bagian pinggang yang mengakibatkan otot-otot pada bagian pinggang menegang dan timbul rasa nyeri pada area punggung bawah [9].

Postur tubuh yang tidak benar menyebabkan berbagai masalah kesehatan yaitu muskuloskeletal termasuk nyeri punggung, nyeri pinggang, gangguan tulang belakang, dan bahkan masalah pernapasan [10]. Sehingga postur tubuh ideal

menjadi tolak ukur dalam hal kesehatan. Data *Global Burden of Disease* (GBD) menunjukkan 494 juta kasus gangguan muskuloskeletal pada tahun 2020 [20] dan 619 juta kasus nyeri punggung dan pinggang [21]. Sementara di Indonesia, nyeri punggung bawah adalah penyakit nomor dua yang paling sering dialami oleh orang setelah flu. Hasil studi tahun 2019 oleh Persatuan Dokter Saraf Seluruh Indonesia (PerDoSSI) menunjukkan bahwa sekitar 18,1% orang mengalami nyeri punggung bawah [22]. Sedangkan prevalensi menurut Riset Kesehatan Dasar (RisKesDas) tahun 2018, penderita *low back pain* di Indonesia sebanyak 34,4 juta [23]. Maka dari itu, pekerja yang melakukan aktivitas rutin seperti menjahit, pekerja industri, dan orang yang sering duduk di tempat kerja perlu memperhatikan risiko dari tidak ergonomisnya dalam kenyamanan bekerja dan kebiasaan sikap kerja [24].

Pada beberapa penelitian sebelumnya, berbagai metode untuk monitoring postur tubuh dengan menggunakan berbagai sensor dan algoritma. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Tsai, Ming-Chih, dan lainnya terkait sistem pengenalan postur duduk otomatis dengan 13 sensor tekanan postur menggunakan lima algoritma *machine learning* yang berbeda. Sistem ini menunjukkan bahwa salah satu algoritma machine learning yang efektif yaitu SVM dengan minimal skor 96.03% [43]. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Loudry berupa sistem monitoring postur duduk dengan sensor *load cell* dan ultrasonik menggunakan algoritma KNN. Sistem ini memiliki tingkat error rendah dan akurasi 87% - 90%, tetapi sistem memiliki kekurangan pada data latih subjek yang masih perlu pengukuran berat secara manual untuk mengetahui berat asli subjek yang berbeda [44]. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Vira, Dahnia Syauqy, dan M. Hannats yaitu implementasi wearable device untuk klasifikasi postur tubuh berbasis sensor MPU6050 menggunakan algoritma *Naive Bayes*. Sistem ini membandingkan nilai sudut sensor dan pengukuran secara manual menggunakan busur. Hasil pengujian tingkat error sebesar 1,392%, akurasi hasil klasifikasi naive bayes sebesar 100% dan performansi 4,178 milidetik [19].

Dalam penelitian tugas akhir ini, sistem monitoring postur tubuh saat duduk termasuk ke dalam pengaplikasian berbasis *flex sensor*. Pentingnya mendeteksi dan menghilangkan pencilan data pada pembacaan sensor untuk

mengidentifikasi kesalahan atau kerusakan data yang dapat mempengaruhi kualitas data yang dikumpulkan [45]. *Flex sensor* ini bisa menimbulkan fluktuasi data saat pemindaian yang disebabkan oleh koneksi antara kabel penghantar [46]. Ketika tegangan diterapkan ke *flex sensor*, tegangan keluarannya sedikit bervariasi yang menimbulkan hasil data *noise*, variasi ini terjadi karena adanya riak pada sumber tegangan [47] sehingga dibutuhkan implementasi algoritma *filtering* seperti contohnya *Moving Average Filter*, *Low-pass Filter*, dan Kalman Filter. Beberapa penelitian mengenai algoritma *filtering* seperti yang dilakukan oleh Fajar, Wahyu, dan Ilmiatul dalam implementasi *Moving Average* dan Kalman Filter dalam beberapa pengujian, didapatkan persentase error Kalman Filter mencapai 0,80% sedangkan untuk *Moving Average* 1,81% [48]. Menurut penelitian yang dilakukan Sri Krishnan mengenai algoritma *Moving Average Filter*, keuntungan utama algoritma ini adalah kesederhanaan prosesnya, dan kelemahan utama adalah hilangnya informasi jika variabel M ditingkatkan maka informasi penting dari hasil data yang disaring akan hilang [55]. Berikutnya penelitian yang dilakukan oleh Adidin, Hendri, dan Abdurrahman terkait pengujian algoritma *Low-Pass Filter* dan Kalman Filter, didapatkan bahwa Kalman Filter memiliki respon yang lebih cepat, dan algoritma ini menjadi filter yang handal digunakan pada suatu sistem [49]. Menurut penelitian yang dilakukan Michael dan Maciej mengenai *Low-Pass Filter*, terdapat batasan mendasar terkait distorsi frekuensi dan invarian waktu yang satu selalu meningkatkan karakteristik filter dengan mengorbankan yang lain. Oleh karena itu, akurasi pengukuran yang tinggi tidak dapat dicapai [56]. Kalman Filter lebih baik daripada algoritma lain yang digunakan untuk estimasi karena kecilnya penggunaan ruang memori dan berbagai kegunaannya. Namun dampak terhadap kesalahan alat ukur, dan pemilihan parameter yang salah biasanya menyebabkan kesalahan sistem pada aplikasi, tetapi keunggulan utama Kalman Filter dan variannya adalah penggunaan yang sederhana dan kemampuan untuk memberikan estimasi dan hasil prediksi yang presisi [50].

Berdasarkan uraian di atas, penerapan algoritma Kalman Filter untuk mendeteksi postur tubuh saat duduk yang dapat mengoptimalkan presisi dan menurunkan tingkat error pada *flex sensor* yang diterapkan. Sistem ini berbasis

mikrokontroler dan perangkat lunak berbasis Android yang dapat dijalankan di *smartphone*. Hasil *output* dari sistem ini yaitu berupa pencegahan dari postur tubuh yang kurang baik. Maka dari itu judul dari tugas akhir ini adalah **“Prototipe Aplikasi Pemantauan Postur Tubuh Berbasis *Flex Sensor* dengan Implementasi Algoritma Kalman Filter”**.

1.2 Perumusan Masalah Penelitian

Dari uraian latar belakang di atas maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menerapkan sensor lengkungan pada sistem monitoring postur tubuh?
2. Berapa tingkat penurunan *Root Mean Squared Error* (RMSE) sensor lengkungan dalam mengukur perubahan postur tubuh setelah menggunakan algoritma Kalman Filter?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan sistem monitoring postur tubuh menggunakan sensor lengkungan, mikrokontroler, dan aplikasi berbasis *android*
2. Mendeteksi dan memonitoring postur tubuh saat duduk sehingga pengguna bisa mencegah postur duduk yang buruk dan bisa mempertahankan postur baik

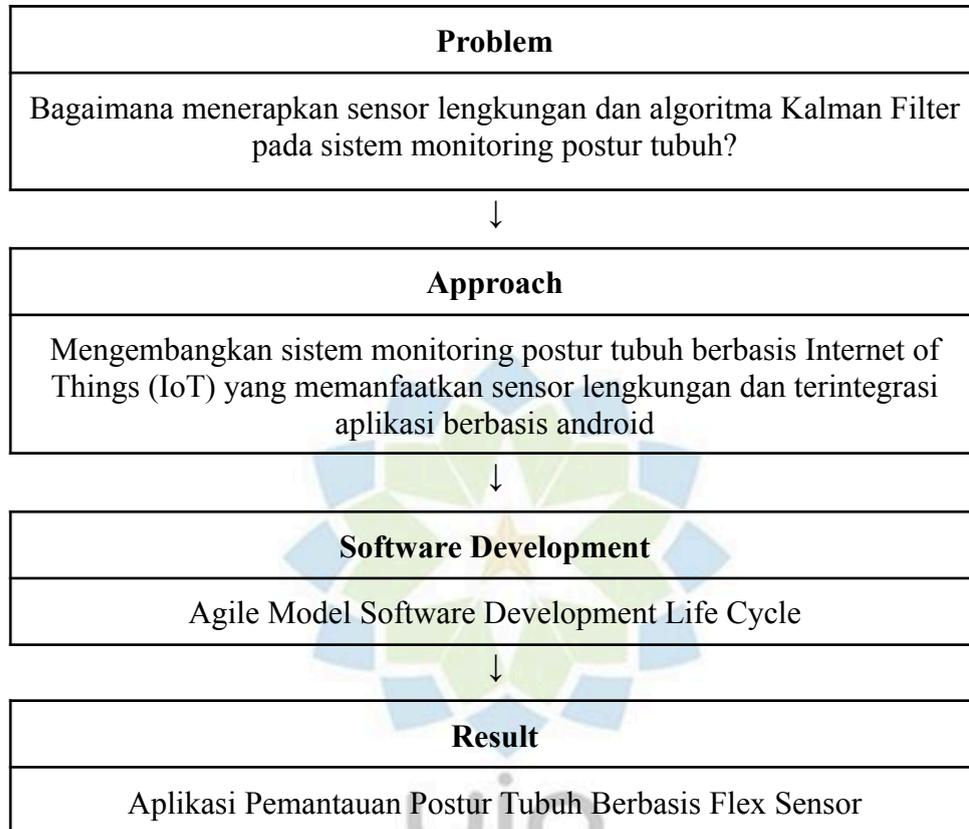
1.4 Batasan Masalah Penelitian

Batasan masalah yang diterapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Integrasi perangkat wearable Internet of Things (IoT) dengan aplikasi berbasis android
2. Menerapkan sensor lengkungan hanya di sekitar badan area belakang
3. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32
4. Protokol komunikasi antar alat dan aplikasi menggunakan MQTT
5. Algoritma yang digunakan yaitu algoritma Kalman Filter
6. Postur duduk yang diteliti yaitu postur tegak dan postur bungkuk
7. AI yang digunakan berupa rule-based
8. *User Interface* dibuat minimalis

1.5 Kerangka Pemikiran Penelitian

Tabel 1.1 Kerangka Pemikiran



1.6 Metode Penelitian

Algoritma yang digunakan dalam penelitian ini adalah algoritma Kalman Filter. Kalman Filter adalah algoritma estimasi yang digunakan untuk menyaring data dengan cara memisahkan *noise* (gangguan) dari data asli [25]. Algoritma ini memiliki pendekatan yang cocok untuk pembacaan pada sensor lengkungan sehingga bisa dihubungkan dengan data hasil monitoring setelah melakukan monitoring postur tubuh saat duduk.

Berikut alur tahapan pengembangan perangkat lunak agile yang digunakan pada penelitian ini:

A. Planning

Tahap pertama dimulai dari analisis kebutuhan (*Requirements gathering and analysis*). Pada tahap ini, persyaratan sistem didefinisikan

seperti aspek fungsional dan non-fungsional. Pada tahap mendasar ini, analisis kebutuhan menjadi langkah awal untuk memastikan arah tujuan proyek dengan jelas. Dapat dengan merumuskan kebutuhan tingkat tinggi kemudian terus memperbaiki dan menyesuaikan kebutuhan selama iterasi berikutnya.

B. Design

Tahap kedua adalah desain awal. Pada tahap ini dibuat rancangan sistem yang sederhana secara konseptual. Akan tetapi, ini bukanlah desain yang lengkap, hanya memberikan gambaran singkat tentang sistem kepada pengguna. Desain akan berkembang seiring waktu menyesuaikan dengan perubahan yang mungkin terjadi.

C. Development

Pada tahap ini, sistem dirancang berdasarkan informasi yang dikumpulkan dari desain awal. Setiap iterasi dibuat pengembangan fungsionalitas tertentu yang nantinya bisa diuji.

D. Testing

Pada tahap ini, dilakukan uji fungsionalitas sistem untuk memastikan bahwa fitur yang dikembangkan berfungsi dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan. Berikut rencana beberapa fitur uji prototipe pada aplikasi

E. Deployment

Setelah pengujian selesai dan sistem dianggap siap, tahap implementasi dilakukan. Sistem deploy atau diluncurkan ke lingkungan produksi agar dapat digunakan oleh pengguna sesuai dengan kebutuhan mereka.

F. Review

Tahap akhir adalah peninjauan atau evaluasi proyek setelah implementasi. Ini mencakup penilaian terhadap kinerja sistem, pengalaman pengguna, dan kepatuhan terhadap persyaratan awal. Evaluasi ini dapat digunakan untuk pembelajaran di masa depan dan perbaikan proses pengembangan.

1.7 Sistematika Penulisan

Struktur penulisan tugas akhir ini dibagi ke dalam lima bab dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang penelitian, perumusan masalah penelitian, batasan masalah penelitian, tujuan penelitian, kerangka pemikiran penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Bab ini meninjau teori-teori yang berhubungan dengan penelitian dan penyelesaian masalah.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode serta tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan untuk memahami proses dalam perancangan sistem aplikasi.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas implementasi sistem aplikasi dan hasil uji sistem yang telah dibangun.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan secara keseluruhan serta saran untuk penelitian selanjutnya.