

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang Masalah

Kesehatan dan perkembangan fisik anak merupakan aspek fundamental yang memengaruhi kualitas hidup mereka di masa depan. Salah satu elemen kunci dalam mendukung aktivitas motorik sehari-hari, seperti berjalan dan berlari, adalah postur kaki yang optimal. Kaki tidak hanya berfungsi sebagai penopang tubuh, tetapi juga sebagai penyerap guncangan dan pengatur keseimbangan selama bergerak. Oleh karena itu, setiap kelainan atau variasi postur kaki dapat berdampak signifikan terhadap efisiensi gerakan, meningkatkan risiko cedera, dan bahkan mengganggu proses pertumbuhan dan perkembangan anak [1]. Dalam konteks ini, pemantauan dan diagnosis postur kaki yang akurat menjadi langkah penting untuk memastikan kesehatan dan kesejahteraan anak.

Upaya untuk mendiagnosis kelainan postur kaki sering kali dihadapkan pada berbagai tantangan. Metode pengukuran tradisional, seperti penggunaan penggaris dan goniometer, memiliki potensi kesalahan manusia yang tinggi dan kurang objektif, terutama saat digunakan dalam skala besar [2]. Di sisi lain, metode canggih seperti *Computed Tomography* (CT) memiliki kelemahan terkait biaya yang tinggi serta paparan radiasi yang tidak selalu aman untuk anak-anak [3], [4]. Hal ini menciptakan kebutuhan mendesak akan solusi yang lebih terjangkau, akurat, dan efisien untuk skrining massal dan diagnosis dini kelainan postur kaki, khususnya pada populasi anak-anak di mana intervensi pada masa pertumbuhan menjadi sangat krusial.

Dalam dunia medis, penilaian postur kaki dapat dilakukan melalui pendekatan *uni-planar* maupun *multi-planar*. Pendekatan *uni-planar* seperti CT scan dan pengukuran *Rear Foot Angle* (RFA) memang memberikan gambaran struktural kaki [4]. Sebagai alternatif, pendekatan *multi-planar* seperti *Foot Posture Index-6* (FPI-6) menawarkan evaluasi yang lebih komprehensif dengan mempertimbangkan berbagai kriteria secara holistik [5], [6]. Meskipun FPI-6 telah terbukti efektif sebagai alat skrining klinis, penilaian pada beberapa kriterianya masih bergantung

pada teknik palpasi manual, yang tidak dapat dilakukan secara otomatis dan rentan terhadap subjektivitas penilai [7].

Untuk menjawab tantangan tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem mekatronika berbasis fotogrametri 3D yang inovatif. Berbeda dengan penelitian acuan sebelumnya yang menggunakan motor stepper dan memiliki dimensi besar, sistem yang diusulkan dalam penelitian ini dirancang dengan pendekatan yang lebih ringkas. Penggunaan motor DC *gearbox* dengan *encoder* yang dikontrol melalui protokol MQTT memungkinkan pengendalian kecepatan yang presisi dan responsif. Selain itu, pemilihan material PETG untuk platform *lazy Susan* yang dicetak 3D bertujuan untuk mengurangi massa keseluruhan sistem secara signifikan. Kombinasi inovasi pada sistem penggerak, material, dan komunikasi ini secara teoretis diharapkan dapat mengatasi masalah dimensi dan durasi akuisisi data yang menjadi keterbatasan pada sistem sebelumnya.

Dengan kemajuan teknologi di bidang mekatronik dan pemrosesan citra tiga dimensi (3D), terbuka peluang untuk mengembangkan solusi yang mengatasi keterbatasan metode tradisional dan sistem yang ada. Fotogrametri, sebagai salah satu teknik rekonstruksi objek 3D, telah menunjukkan potensi besar dalam berbagai aplikasi medis, termasuk pemodelan anatomi manusia [8]. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem mekatronika berbasis photogrammetry yang dirancang khusus untuk anak-anak, yang mampu melakukan identifikasi postur kaki secara otomatis menggunakan kriteria FPI-6, menggantikan kebutuhan akan palpasi manual, serta meningkatkan akurasi dan efisiensi diagnosis pada kelompok usia ini. Melalui integrasi teknologi ini, penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan platform *perangkat keras* untuk akuisisi data 3D klinis yang efisien, yang menjadi fondasi untuk pengembangan alat diagnosis postur kaki yang lebih objektif di masa depan.

1.2.Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan mengenai latar belakang yang telah dipaparkan, penulis dapat merumuskan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan mengembangkan sistem mekatronik yang efektif untuk akuisisi citra dengan memenuhi kriteria kinerja tertentu, seperti massa yang ringan, dimensi yang kecil dan durasi akuisisi data yang singkat?
2. Bagaimana mengembangkan teknik klasifikasi untuk mengidentifikasi postur kaki anak-anak secara akurat menggunakan data dari sistem yang telah dirancang?

1.3. Tujuan

1. Merancang dan membangun sistem mekatronika untuk akuisisi citra kaki anak-anak yang mampu melampaui kinerja penelitian sebelumnya, dengan target spesifik: durasi akuisisi data kurang dari 4 menit, dimensi sistem lebih ringkas dari 80 cm x 94 cm x 65 cm, dan massa total di bawah 50 kg.
2. Mengembangkan teknik klasifikasi postur kaki anak-anak menggunakan metode FPI-6 dengan target akurasi minimal 50 %.

1.4. Manfaat Hasil Penelitian

Secara praktis, penelitian ini menghasilkan sebuah prototipe sistem mekatronika untuk akuisisi citra kaki. Sistem ini menjadi landasan awal yang berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai alat bantu diagnosis gangguan postur kaki, namun memerlukan peningkatan akurasi yang signifikan agar dapat diaplikasikan secara klinis.

1.5. Batasan Masalah

1. Citra yang digunakan merupakan citra kaki semua bagian dengan format video yang diekstraksi menjadi gambar, dengan resolusi minimal tertentu.
2. Pengembangan sistem mekatronik 3D fotogrametri dibatasi pada evaluasi postur kaki menggunakan metode Foot Posture Index-6 (FPI-6), dengan fokus pada akurasi analisis.
3. Rentang usia responden adalah anak-anak (5 - 13 tahun), dengan jumlah sampel tertentu yang akan diteliti.
4. Pengambilan data dilakukan dalam kondisi lingkungan terkontrol, seperti pencahayaan dan posisi kaki yang telah ditentukan.

5. Penelitian ini dibatasi oleh ketersediaan perangkat keras dan lunak yang digunakan, serta waktu pelaksanaan yang telah ditetapkan

1.6. Metode Penelitian

1. Studi Literatur

Metode ini melibatkan pengumpulan dan analisis informasi dari berbagai sumber literatur yang relevan mengenai postur kaki, teknik pengukuran, serta teknologi yang digunakan dalam sistem mekatronik dan citra.

2. Pengukuran Empirik

Setelah pemahaman teoritis diperoleh, dilakukan pengukuran empirik untuk mengumpulkan data postur kaki anak. Ini melibatkan pengujian sistem yang dirancang dengan mengukur kaki anak menggunakan alat FPI-6 yang terintegrasi dengan teknologi citra.

3. Perancangan

Tahap perancangan mencakup pengembangan prototipe sistem mekatronik yang akan digunakan untuk akuisisi data. Ini melibatkan pemilihan komponen perangkat keras dan perangkat lunak yang tepat.

4. Implementasi

Setelah perancangan selesai, langkah selanjutnya adalah implementasi sistem di lingkungan nyata. Ini termasuk pengujian sistem di lapangan, pelatihan pengguna, dan pengumpulan umpan balik untuk perbaikan lebih lanjut. Implementasi juga mencakup evaluasi efektivitas sistem dalam praktik klinis dan pengumpulan data lanjutan untuk analisis lebih lanjut.

1.7. Proyeksi Pengguna

Penelitian ini menjadi langkah awal dalam pengembangan sebuah sistem yang di masa depan diharapkan dapat menjadi alat bantu bagi para klinisi. Tujuannya adalah untuk menyediakan data kuantitatif yang objektif, yang dapat melengkapi dan mengurangi sebagian subjektivitas dari teknik palpasi manual dalam analisis FPI-6.

