

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu permasalahan yang masih banyak ditemui di fasilitas pelayanan kesehatan adalah luka tekan atau *pressure ulcer*, yang dikenal pula sebagai luka dekubitus. Permasalahan ini semakin relevan seiring dengan tingginya jumlah pasien yang mengalami gangguan mobilitas fisik jangka panjang. Keterbatasan gerak fisik atau kondisi imobilisasi sendiri diketahui merupakan salah satu faktor penyebab luka dekubitus pada pasien [1]. Berdasarkan data Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023, prevalensi stroke di Indonesia mencapai 8,3 per mil penduduk. Data Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023 juga menunjukkan bahwa sekitar 10,8% lansia penderita stroke berada pada kondisi ketergantungan total (*bedridden*), sementara 8,2% lainnya mengalami ketergantungan berat, sehingga hampir satu dari lima penderita stroke berada pada kondisi yang sangat rentan terhadap terjadinya luka dekubitus akibat keterbatasan mobilitas.

Selain stroke, beberapa penyakit kronis lain seperti gagal ginjal kronis, diabetes melitus, dan kanker juga berkontribusi terhadap peningkatan risiko imobilitas. Tingkat ketergantungan berat hingga total pada pasien dengan gagal ginjal kronis dan diabetes melitus masing-masing mencapai 3,6% dan 3,5%, sedangkan pada pasien kanker sebesar 1,6%. Meskipun nilainya lebih rendah dibandingkan dengan stroke yang mencapai hampir 19% [2]. Data ini menunjukkan bahwa penyakit kronis tersebut tetap menjadi faktor risiko penting terhadap terjadinya imobilitas jangka panjang. Kondisi tirah baring dalam jangka waktu lama berpotensi menimbulkan berbagai komplikasi kesehatan, salah satunya adalah gangguan pada integritas kulit. Tekanan yang berlangsung terus-menerus pada area tubuh tertentu,

khususnya pada bagian dengan penonjolan tulang, dapat menghambat aliran darah, memicu iritasi kulit, dan pada akhirnya berkembang menjadi luka dekubitus [3].

Menurut hasil *systematic review* dan *meta-analysis* terhadap berbagai literatur ilmiah, luka dekubitus tidak hanya berdampak pada kondisi fisik pasien, tetapi juga menimbulkan konsekuensi psikologis, sosial, dan finansial, sehingga diperlukan penerapan strategi pencegahan luka dekubitus secara komprehensif pada pasien yang berisiko [4]. Hal ini menunjukkan bahwa luka dekubitus merupakan permasalahan kesehatan yang serius dan memerlukan upaya penanganan serta pencegahan yang lebih efektif, terutama pada pasien dengan penyakit yang menyebabkan keterbatasan mobilitas seperti stroke [5]. Keberhasilan pencegahan luka dekubitus sangat dipengaruhi oleh kesiapan pihak yang merawat, baik tenaga medis maupun keluarga pasien, yang bergantung pada pengalaman perawatan serta akses terhadap informasi mengenai prosedur pencegahan luka dekubitus [6].

Upaya pencegahan luka dekubitus sejauh ini telah dilakukan melalui berbagai metode, salah satunya dengan pemberian mobilisasi progresif [7]. Selain itu ada juga yang menggunakan kasur anti-dekubitus konvensional seperti *alternating pressure mattress* [8]. *Alternating pressure mattress* terbilang lebih baik dibanding kasur busa biasa dalam mencegah luka dekubitus dibandingkan kasur busa standar walau perlu ada kajian lebih lanjut [9]. Kasur anti-dekubitus konvensional bekerja menggunakan bantalan udara dengan sistem pompa yang mengatur pengisian dan pengosongan udara secara periodik pada sel-sel kasur untuk memindahkan konsentrasi tekanan [10]. Namun, mekanisme ini cenderung memberikan pola tekanan yang seragam tanpa mempertimbangkan perbedaan anatomi tubuh, sehingga area rawan luka dekubitus seperti daerah tonjolan tulang dapat menerima tekanan

tinggi dalam durasi yang lama. Tekanan pada daerah tonjolan tulang dalam durasi yang lama dapat menimbulkan luka dekubitus [11].

Perkembangan teknologi *embedded system* dan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) membuka peluang untuk merancang sistem pencegahan luka dekubitus secara adaptif. *Single board computer* (SBC) seperti Raspberry Pi telah terbukti mampu menangani beban komputasi tinggi, sebagaimana diterapkan pada aplikasi sistem keamanan berbasis pengenalan wajah [12]. Selain itu, perangkat ini juga banyak dimanfaatkan dalam sistem monitoring berbasis sensor, seperti pemantauan tekanan dan kebocoran udara pada matras pencegah luka dekubitus (dekubitus) [13], serta sistem sensor matriks untuk memetakan distribusi tekanan tubuh pada permukaan kasur [14]. Di sisi lain, Raspberry Pi juga mendukung implementasi algoritma *computer vision* untuk pendeteksian posisi tubuh manusia melalui kamera menggunakan metode *body detection* atau *pose estimation* [15]. Dengan mengintegrasikan kemampuan tersebut, titik-titik anatomi tubuh yang berpotensi mengalami tekanan tinggi dapat diestimasi secara visual dan dipetakan terhadap permukaan kasur.

Pemetaan tersebut selanjutnya dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam pengembangan sistem pengaturan tekanan udara yang lebih presisi sehingga kontrol tekanan pada area-area rawan luka dekubitus dapat diatur sesuai dengan perubahan posisi tubuh pasien terhadap kasur. Dengan kemampuan pemantauan dan penyesuaian tekanan secara *real-time*, sistem ini diharapkan mampu mengurangi konsentrasi tekanan berlebih serta menurunkan potensi terjadinya luka dekubitus akibat tekanan yang tinggi dan durasi kontak yang lama.

1.2 Perumusan Masalah

Luka dekubitus merupakan permasalahan yang sering dialami pasien dengan keterbatasan mobilitas akibat tekanan tubuh yang tidak merata. Oleh karena itu, diperlukan perancangan sistem kasur adaptif berbasis kecerdasan buatan yang mampu mengestimasi posisi tubuh pasien terhadap kasur dan menyesuaikan tekanan kasur secara otomatis untuk mendukung pencegahan luka dekubitus.

- Bagaimana merancang dan menerapkan sistem estimasi posisi tubuh pasien menggunakan framework MediaPipe dengan model BlazePose pada Raspberry Pi sebagai dasar pengaturan tekanan kasur.
- Bagaimana merancang mekanisme penyesuaian tekanan kasur secara otomatis berdasarkan hasil estimasi posisi tubuh agar distribusi tekanan dapat lebih merata dan mengurangi risiko terjadinya luka dekubitus.
- Bagaimana mengintegrasikan perangkat keras, meliputi Raspberry Pi, kamera digital, sensor tekanan, dan aktuator pompa, sehingga dapat berfungsi sebagai satu sistem kasur yang dapat bekerja secara adaptif dan *real-time*.
- Bagaimana caranya agar alat dapat mudah dioperasikan.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat dilakukan secara terarah, fokus, dan sesuai dengan ruang lingkup yang realistis, maka diperlukan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

- Sistem ini dirancang khusus untuk satu pasien dengan anggota tubuh lengkap dan tinggi maksimal 180 cm.

- Pose tubuh yang dapat diakomodasi oleh sistem terbatas pada posisi tidur telentang (supine position).
- Penyesuaian tekanan kasur dilakukan secara adaptif berdasarkan area yang berpotensi mengalami tekanan tinggi selama posisi berbaring telentang, yaitu area kepala, bahu, siku, tulang ekor, dan tumit.
- Distribusi udara dialirkan ke dalam matras yang terdiri dari 22 kantung udara (horizontal).
- Tekanan udara maksimum pada setiap kantung dibatasi pada nilai 1.8 PSI, dan penyesuaian tekanan berjalan dalam tiga pola siklus (state) adaptif yang telah diprogram dengan jeda waktu tertentu.
- Proses ekstraksi citra dari aliran video dibatasi kinerjanya pada 2 FPS (Frame Per Second).
- Pengujian performa sistem berfokus pada tingkat keberhasilan kamera mendeteksi titik tubuh (area kasur dan landmark), akurasi transisi perangkat keras dalam mencapai target PSI, dan stabilitas kerja secara berkelanjutan, bukan difokuskan pada pengujian klinis penyembuhan luka pasien.
- Pengujian dilakukan pada kondisi ruangan yang memiliki lampu penerangan..

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencapai beberapa target sebagai berikut:

- Merancang dan membangun sistem kasur anti-dekubitus berbasis Raspberry Pi yang mampu bekerja secara otomatis dan *real-time*.
- Mengimplementasikan sistem estimasi pose tubuh (*body pose estimation*) menggunakan input visual CCTV sebagai dasar pengambilan keputusan pengaturan tekanan kasur pereduksi luka dekubitus.
- Mengembangkan mekanisme penyesuaian tekanan kasur otomatis berbasis zona, sehingga distribusi tekanan tubuh dapat lebih merata dan risiko terjadinya luka dekubitus dapat diminimalkan.
- Mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak, yang meliputi Raspberry Pi, kamera CCTV, sensor tekanan, pompa udara, dan katup (*valve*), agar dapat berfungsi sebagai satu sistem yang adaptif dan stabil.
- Menguji kinerja sistem berdasarkan kemampuan estimasi posisi tubuh, respons penyesuaian tekanan, serta kestabilan kerja sistem secara keseluruhan.

1.5 Relevansi

Penelitian ini memiliki relevansi yang kuat dalam konteks perkembangan teknologi kesehatan modern, di mana otomatisasi dan kecerdasan buatan menjadi pusat inovasi untuk meningkatkan kualitas pelayanan medis. Kasur anti-dekubitus yang dirancang dalam penelitian ini dapat membantu tenaga medis dalam mencegah luka dekubitus secara lebih efektif sehingga mengurangi beban kerja dan meningkatkan efisiensi operasional. Sistem ini juga memberikan manfaat bagi pasien, khususnya

yang memiliki keterbatasan mobilitas, dengan menyediakan kenyamanan lebih baik melalui penyesuaian tekanan yang responsif dan adaptif sesuai posisi tubuh. Selain itu, penggunaan Raspberry Pi sebagai platform utama menjadikan penelitian ini relevan bagi pengembangan perangkat kesehatan dengan biaya terjangkau, fleksibel, dan dapat diintegrasikan dengan berbagai sensor serta modul teknologi terkini. Secara akademik, penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pada bidang *embedded system*, IoT kesehatan, dan penerapan sistem cerdas dalam perangkat medis.

1.6 Perancangan dan Realisasi

Metode yang digunakan adalah:

1. Studi Literatur

Melakukan pengumpulan dan penelaahan teori pendukung serta komponen-komponen yang diperlukan dalam penyusunan skripsi ini. Informasi diperoleh melalui studi literatur yang meliputi buku referensi, datasheet, serta penelusuran sumber-sumber daring melalui media internet.

2. Perancangan Sistem Alat

Melakukan penyusunan blok diagram sistem, perancangan alur kerja sistem, serta pembuatan gambar rangkaian. Perancangan sistem mencakup perangkat keras dan perangkat lunak yang mengacu pada blok diagram keseluruhan, sehingga mendukung operasional alat sesuai dengan hasil studi literatur yang telah diperoleh.

3. Pengujian Alat

Melakukan pengukuran dan pengujian alat untuk mengetahui kesesuaian kinerja sistem dengan spesifikasi yang diharapkan. Apabila hasil yang diperoleh belum sesuai, maka dilakukan perbaikan pada perangkat keras atau perangkat lunaknya, diikuti dengan proses integrasi ulang sebelum pengukuran dan pengujian kembali dilakukan.

4. Pembuatan Laporan

Melakukan penyusunan buku pada saat proses pengerjaan alat. Buku yang dibuat memuat hasil penerapan dasar teori pendukung, tahap perancangan, proses pembuatan, serta pengujian alat yang telah dilakukan.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini disusun sebagai berikut:

- BAB I : Pendahuluan yang membahas latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, relevansi, metodologi perancangan, serta sistematika penulisan.
- BAB II : Tinjauan Pustaka yang memuat pembahasan mengenai penyakit dekubitus, matras, serta perangkat elektronik yang digunakan.
- BAB III : Metode Perancangan Alat yang meliputi diagram blok sistem, flowchat sistem dan cara dalam perancangan sistem yang dibuat.
- BAB IV : Pengukuran dan Pengujian Alat yang berisi tentang data hasil pengujian alat.
- BAB V : Penutup yang berisi kesimpulan dari skripsi.