

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Keselamatan pasien (*patient safety*) telah menjadi prioritas utama dalam layanan kesehatan global. World Health Organization (WHO) dalam Rencana Aksi Keselamatan Pasien Global, menekankan pentingnya mengurangi segala bentuk bahaya yang dapat dihindari dalam proses pengobatan [1]. Salah satu risiko terbesar dalam alur layanan kesehatan adalah terjadinya *medication error* atau kesalahan pengobatan, yang dapat terjadi pada berbagai tahapan, mulai dari peresepan, transkripsi, penyiapan (*dispensing*), hingga pemberian obat ke pasien.

Dari berbagai tahapan tersebut, fase *dispensing* di instalasi farmasi memegang peranan krusial. Sebuah tinjauan sistematis global dan meta-analisis pada tahun 2024 menunjukkan bahwa kesalahan *dispensing*, seperti salah hitung jumlah atau salah ambil jenis obat, masih terjadi secara signifikan di berbagai fasilitas farmasi [2]. Kesalahan ini bukan hanya masalah di luar negeri, studi di Indonesia, tepatnya di RSPAD Gatot Soebroto juga mengidentifikasi adanya *medication error* pada fase *dispensing* yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk beban kerja dan faktor manusia [3].

Akar penyebab dari *human error* ini seringkali terkait dengan metode kerja tradisional. Proses penghitungan dan identifikasi pil secara manual menggunakan baki, meskipun merupakan standar praktik, sangat bergantung pada konsentrasi dan ketelitian visual petugas. Di bawah tekanan volume resep yang tinggi dan potensi distraksi, risiko terjadinya kelelahan dan kelalaian meningkat, yang berakibat langsung pada kesalahan pengambilan atau penghitungan jumlah pil.

Di satu sisi, teknologi otomasi farmasi seperti mesin penghitung pil robotik telah ada. Namun, sistem ini umumnya dirancang untuk industri skala besar atau rumah sakit pusat dengan biaya akuisisi dan perawatan yang sangat tinggi. Akibatnya, teknologi ini tidak terjangkau bagi sebagian besar fasilitas kesehatan primer seperti apotek komunitas, puskesmas, atau klinik pratama, sehingga menciptakan sebuah celah teknologi yang signifikan.

Kesenjangan inilah yang dapat diisi oleh inovasi teknologi yang lebih terjangkau. Perkembangan pesat di bidang *Computer Vision* dan *Image Processing* menawarkan solusi yang menjanjikan. Dalam sebuah ulasan pada tahun 2024 tentang metode identifikasi pil menyoroti kematangan teknologi pengenalan citra untuk mengklasifikasikan pil berdasarkan fitur visual seperti bentuk, warna, dan ukuran [4]. Lebih lanjut, penelitian terbaru juga telah mengembangkan metode *object detection* yang ringan (*lightweight*) dan akurat untuk tugas penghitungan objek secara *real-time* [5].

Untuk mewujudkan solusi yang efektif namun tetap berbiaya rendah (*low-cost*), platform *Single-Board Computer* (SBC) seperti Raspberry Pi menjadi pilihan yang ideal. Raspberry Pi memiliki kemampuan komputasi yang mumpuni untuk menjalankan algoritma *image processing* modern, namun dengan harga yang terjangkau dan konsumsi daya yang rendah, seperti yang telah dibuktikan dalam berbagai implementasi alat kesehatan tersemat (*embedded system*) lainnya [6].

Selain efisiensi perangkat keras, kemampuan sistem untuk terhubung dengan basis data juga menjadi kunci utama dalam digitalisasi layanan kesehatan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Holtkötter et al. (2022), yang berhasil mengembangkan dan memvalidasi alat deteksi pil berbasis pengolahan citra digital (*digital image processing*) yang terintegrasi dengan sistem pemantauan pengobatan mandiri (*self-monitoring system*) [7]. Penelitian tersebut membuktikan bahwa algoritma visi komputer tidak hanya andal untuk menghitung keberadaan pil secara otomatis, tetapi data hasil identifikasinya juga dapat disinkronkan secara langsung ke dalam sistem informasi untuk keperluan pemantauan jarak jauh.

Oleh karena itu, tugas akhir ini mengusulkan "Rancang Bangun Sistem Penghitung dan Identifikasi Pil Otomatis Berbasis *Image Processing* Terintegrasi *Website* Menggunakan Raspberry Pi". Sistem ini dirancang sebagai solusi teknologi tepat guna untuk menjembatani kesenjangan yang ada, dengan menyediakan alat bantu yang *low-cost* bagi apoteker untuk memverifikasi jumlah dan jenis pil secara otomatis. Dengan demikian, alat ini diharapkan dapat meminimalisir risiko *human error* pada proses *dispensing*, meningkatkan efisiensi kerja, dan pada akhirnya berkontribusi langsung pada peningkatan keselamatan pasien.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang terdapat dalam tugas akhir ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sebuah sistem perangkat keras yang terintegrasi antara Raspberry Pi, modul kamera, modul getar, LED HPL dan layar sentuh untuk proses pengambilan citra pil yang optimal dan konsisten?
2. Bagaimana membangun algoritma *image processing* yang mampu melakukan segmentasi objek untuk memisahkan citra pil dari latar belakang dan menghitung jumlah total pil secara akurat?
3. Bagaimana mengembangkan model klasifikasi atau metode ekstraksi fitur untuk mengidentifikasi dan membedakan beberapa jenis pil yang berbeda berdasarkan ciri visual seperti bentuk, warna, dan ukuran?
4. Bagaimana merancang antarmuka pengguna (*User Interface*) untuk mengoperasikan alat, menampilkan hasil deteksi, serta mengintegrasikan fitur pencetakan label dan pengiriman data?
5. Bagaimana performa kinerja alat dalam akurasi dan kecepatan waktu pemrosesan sistem untuk menghitung dan mengidentifikasi pil, serta keandalan transmisi datanya ke dalam sistem web?

1.3. Tujuan Tugas Akhir

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari tugas akhir ini adalah:

1. Merancang dan membangun prototipe alat pendeteksi pil yang terdiri dari perangkat keras Raspberry Pi 4B, modul kamera, modul getar, LED HPL, layar sentuh dan printer label dalam satu sistem yang fungsional.
2. Mengimplementasikan algoritma *image processing* untuk melakukan deteksi dan penghitungan jumlah pil yang diletakkan pada area deteksi alat dengan tingkat akurasi yang tinggi.
3. Menerapkan metode klasifikasi berbasis fitur visual (warna, bentuk, ukuran) untuk dapat mengenali dan membedakan beberapa jenis pil yang telah ditentukan sebelumnya.
4. Menghasilkan sebuah sistem dengan antarmuka yang ramah pengguna (*user-friendly*) untuk memulai proses deteksi, menampilkan hasil (jumlah dan tipe

pil), serta menyediakan opsi untuk mencetak hasil melalui label printer atau mengunggahnya ke server web.

5. Mengevaluasi tingkat akurasi dan kecepatan waktu pemrosesan alat dalam melakukan identifikasi dan penghitungan pil, serta memastikan keandalan transmisi data hasil pembacaan ke *web server*.

1.4. Manfaat Tugas Akhir

Tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat berbagai pihak, diantaranya adalah:

1. Bagi dunia farmasi dan layanan kesehatan yaitu menyediakan alternatif alat bantu berbiaya rendah untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam proses dispensing obat, sehingga dapat membantu menekan angka medication error dan meningkatkan keselamatan pasien.
2. Bagi institusi akademik yaitu menjadi referensi dan bahan kajian bagi mahasiswa atau peneliti lain yang tertarik pada penerapan teknologi *computer vision* dan *embedded systems* dalam bidang kesehatan dan farmasi.
3. Bagi penulis yaitu menambah wawasan, pengetahuan, dan pengalaman praktis dalam merancang sistem yang kompleks, mulai dari integrasi perangkat keras, pengembangan algoritma image processing, hingga pembuatan perangkat lunak antarmuka.
4. Bagi masyarakat umum yaitu secara tidak langsung, peningkatan akurasi dan efisiensi di apotek akan berdampak pada kualitas layanan yang lebih baik, waktu tunggu yang lebih singkat, dan jaminan penerimaan obat yang tepat.
5. Memberikan kontribusi nyata dalam percepatan digitalisasi administrasi di instalasi farmasi berskala kecil hingga menengah. Melalui integrasi alat dengan *web server*, seluruh data riwayat penghitungan dan identifikasi obat dapat tersinkronisasi secara otomatis ke dalam database. Hal ini mempermudah apoteker dalam melakukan pelacakan data peracikan, meningkatkan transparansi dokumentasi medis, serta menciptakan sistem inventarisasi pintar yang akurat dengan biaya implementasi yang terjangkau.

1.5. Pembatasan Masalah

Agar tugas akhir ini dapat lebih fokus dan terarah sehingga tujuan dapat tercapai dengan baik, maka ruang lingkup permasalahan dibatasi sebagai berikut:

1. Tugas akhir ini berfokus pada deteksi dan identifikasi untuk 1 hingga 5 jenis pil (bentuk tablet atau kapsul) yang berbeda, datanya akan diambil dan dilatih terlebih dahulu. Alat tidak dirancang untuk mengenali semua jenis pil yang ada.
2. Proses pengambilan citra dilakukan dalam sebuah wadah yang telah dirancang khusus dengan kondisi pencahayaan artifisial yang terkontrol dan seragam untuk menjaga konsistensi dan akurasi deteksi.
3. Sistem hanya dapat mendeteksi pil dalam kondisi utuh. Deteksi terhadap pil yang patah, rusak, atau dalam bentuk puyer/gerus tidak termasuk dalam ruang lingkup tugas akhir ini.
4. Fitur unggah data ke website hanya sebatas pada fungsionalitas pengiriman data dari Raspberry Pi ke sebuah *endpoint* API yang telah disiapkan. Tugas akhir ini tidak mencakup perancangan dan pengembangan platform website penerima data secara menyeluruh.
5. Metode identifikasi tipe pil didasarkan pada fitur-fitur fisik dasar yang dapat diekstraksi melalui image processing (seperti warna dominan, luas area, dan bentuk/rasio aspek), dan tidak menggunakan metode *Optical Character Recognition* (OCR) untuk membaca tulisan/logo pada pil.
6. Perancangan perangkat keras seperti kerangka alat, tiang penyangga, dan dudukan komponen, dirakit secara mandiri menggunakan material yang mudah diperoleh di pasaran. Pengembangan prototipe ini difokuskan pada pencapaian fungsionalitas sistem agar dapat beroperasi sesuai tujuan penelitian, sehingga tidak mempertimbangkan aspek estetika visual, ergonomi desain, maupun standar durabilitas material tingkat industri. Namun, material yang bersentuhan langsung dengan pil obat tetap memperhatikan aspek kelayakan dan keamanan penggunaan dengan menggunakan bahan yang aman untuk produk farmasi (*food grade*).

1.6. Sistematika Tugas Akhir

Sistematika dari laporan proposal tugas akhir ini disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini membahas tentang latar belakang masalah, tujuan tugas akhir, perumusan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat tugas akhir, pembatasan masalah, dan sistematika tugas akhir.

BAB II DASAR TEORI

Membahas mengenai teori-teori yang berkaitan dengan masing-masing bagian yang digunakan dalam pembuatan alat Penghitung dan Identifikasi Pil Otomatis Berbasis *Image Processing* Terintegrasi *Website* Menggunakan Raspberry Pi.

BAB III METODE

Merupakan bab yang membahas tentang rancang bangun alat yang terdiri dari diagram blok perancangan alat, deskripsi sistem dan cara kerja, diagram alir sistem, perancangan desain alat, perancangan rangkaian elektrik, alat dan bahan dan waktu dan tempat.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

Merupakan bab yang membahas tentang hasil dari pengujian dan analisa alat penghitung dan identifikasi pil otomatis berbasis image processing terintegrasi web menggunakan raspberry pi.

BAB V PENUTUP

Merupakan bab yang berisi tentang kesimpulan dari hasil perancangan dan pembuatan yang telah diperoleh serta saran yang ingin disampaikan untuk penyusun selanjutnya

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN