

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kanker serviks merupakan salah satu penyakit yang sangat mempengaruhi kesehatan wanita di seluruh dunia, menempati urutan keempat dalam jenis kanker yang paling umum pada wanita, dengan sekitar 660.000 kasus baru dan 350.000 kematian pada tahun 2022 [1]. *Human Papillomavirus* (HPV) menjadi penyebab utama kanker serviks, dimana infeksi yang terus menerus dengan HPV tipe tinggi dapat menyebabkan perkembangan sel-sel abnormal yang berpotensi menjadi kanker. Di Indonesia kanker serviks yang terjadi pada wanita menduduki urutan kedua dari 15 kanker terbanyak berdasarkan data GLOBOCAN tahun 2022 dengan insidens sebesar 16.8% dan mortalitas sebesar 18.1% [2]. Saat ini banyak wanita penderita kanker serviks yang baru menyadari bahwa dirinya mengidap penyakit tersebut pada saat sudah stadium lanjut sehingga angka kematian bagi penderita kanker serviks terus meningkat. Seiring dengan tingginya prevalensi kanker serviks, teknologi untuk deteksi dini seperti kolposkop menjadi faktor penting dalam upaya menekan angka kematian. Kolposkop adalah metode untuk mendeteksi dini kanker serviks yang menggunakan alat untuk memeriksa kondisi leher rahim, sehingga dapat diidentifikasi adanya kelainan atau gambaran abnormal pada leher rahim yang kemudian dianalisis melalui pengamatan visual [3]. Namun demikian, kolposkop konvensional memiliki harga yang tinggi dan tidak tersedia di sebagian besar fasilitas layanan primer seperti puskesmas.

World Health Organization merekomendasikan inspeksi visual dengan asam asetat (IVA) sebagai metode deteksi dini kanker serviks untuk negara berkembang seperti Indonesia [4]. IVA adalah metode yang digunakan oleh tenaga kesehatan untuk mendeteksi dini kanker serviks guna menurunkan resiko kanker serviks. Pemeriksaan IVA bertujuan untuk mengidentifikasi adanya lesi pra-kanker pada serviks [5]. Pemeriksaan IVA dinilai efisien, terjangkau, dan merupakan langkah paling efektif bagi masyarakat Indonesia dalam mendeteksi dini kanker serviks. Oleh karena itu, pemeriksaan IVA telah dijadikan program nasional yang diterapkan secara luas di puskesmas [6]. Namun meskipun metode ini telah diperkenalkan secara luas, cakupan pemeriksaan IVA masih rendah di beberapa

daerah. Rendahnya cakupan pemeriksaan IVA ini berkaitan erat dengan keterbatasan alat bantu visual dalam interpretasi hasil pemeriksaan. IVA memiliki keterbatasan karena subjektivitas interpretasi dan kurangnya tenaga kesehatan yang terampil [7]. Pemeriksaan IVA konvensional yang menggunakan inspeksi visual dengan mata telanjang memiliki keterbatasan dalam akurasi interpretasi hasil [8]. Ketidadaan dokumentasi visual juga menyebabkan sulitnya melakukan evaluasi ulang medis atau pelatihan tenaga kesehatan. Lesi prakanker berukuran kecil seringkali sulit terdeteksi, sehingga mengurangi sensitivitas pemeriksaan IVA.

Berdasarkan data profil kesehatan Jawa Barat 2020, Kota Bandung mencatat cakupan hasil pemeriksaan IVA positif tertinggi, yaitu 3.4% dari 30 kecamatan yang terdiri dari 77 puskesmas [9]. Salah satu puskesmas yang menyediakan fasilitas pemeriksaan IVA adalah Puskesmas Salam. Puskesmas Salam di kecamatan Bandung Wetan rutin melakukan pemeriksaan IVA bagi Wanita Usia Subur (WUS), namun cakupan pemeriksaan dari tahun 2019 hingga tahun 2022 mengalami penurunan dan belum mencapai target. Pada tahun 2022, hanya 0.2% WUS yang telah menjalani pemeriksaan IVA dari total sasaran 944 jiwa [10]. Hal ini menunjukkan adanya tantangan dalam penerapan program deteksi dini kanker serviks, yang antara lain disebabkan oleh keterbatasan akses terhadap alat deteksi dini yang efektif dan efisien.

Pada penelitian sebelumnya, Adriansyah dkk. telah merancang sebuah alat bernama CAVANET dengan harga yang terjangkau yang berfungsi sebagai kolposkop untuk mengidentifikasi lesi putih pada serviks [11]. Namun, terdapat beberapa kendala teknis yang dihadapi, seperti keterbatasan dalam performa video, dimana alat ini hanya mampu menghasilkan 15 FPS dengan resolusi 720p pada kualitas citra. *Frame rate* yang rendah <30 FPS mengakibatkan peningkatan kelambatan citra dan *noise*, yang dapat mengaburkan detail halus dan mengurangi kualitas citra secara keseluruhan [12]. Selain itu, resolusi rendah menghasilkan detail visual yang kurang tajam, sehingga informasi penting tidak tertangkap dengan jelas dalam citra yang dihasilkan [13]. Hal ini disebabkan oleh penggunaan *Orange Pi Zero* sebagai unit pengontrol utama, yang memiliki keterbatasan dalam menangani pengolahan data video secara *real-time* dengan resolusi tinggi. Keterbatasan ini berdampak pada kualitas citra dan responsivitas alat saat

digunakan untuk pemeriksaan klinis, yang pada akhirnya dapat memengaruhi akurasi deteksi dini kanker serviks.

Dalam penelitian ini, dilakukan untuk mengatasi keterbatasan yang ada pada perangkat CAVANET dengan mengembangkan versi terbarunya. Pengembangan ini mencakup peningkatan kualitas citra melalui penggantian unit pengontrol menggunakan *Raspberry Pi 4* yang memiliki kemampuan komputasi lebih tinggi. Diharapkan purwarupa ini dapat menghasilkan citra beresolusi tinggi dan *frame rate* yang memadai, sehingga memberikan visualisasi yang lebih jelas dan detail. Dengan pengembangan ini, diharapkan purwarupa dapat menjadi *proof of concept* untuk pengembangan teknologi kolposkop yang lebih *accessible*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah ditinjau dan dijelaskan, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang purwarupa kolposkop berbasis *Raspberry Pi 4* yang dapat merekam dengan *frame rate* 30 FPS dan resolusi tinggi (minimal 1080p) untuk meningkatkan kualitas citra dalam deteksi dini kanker serviks?
2. Bagaimana performa purwarupa kolposkop berbasis *Raspberry Pi 4* dalam aspek kualitas citra, *frame rate*, dan efisiensi sistem untuk mendukung deteksi dini kanker serviks?

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah disusun, tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan mengevaluasi purwarupa kolposkop berbasis *Raspberry Pi 4* dengan kemampuan merekam citra pada *frame rate* 30 FPS dan resolusi tinggi (minimal 1080p) untuk menghasilkan citra yang jelas dan detail.
2. Mengevaluasi dan mengukur kinerja purwarupa kolposkop berbasis *Raspberry Pi 4* dalam aspek kualitas citra, *frame rate*, dan efisiensi sistem.

1.3.2 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini antara lain:

1. Memberikan dukungan pencitraan yang lebih baik untuk membantu proses identifikasi visual awal tanda-tanda kanker serviks secara non-invasif.
2. Dengan *frame rate* yang stabil (30 FPS) dan resolusi tinggi (minimal 1080p) purwarupa kolposkop ini dapat memberikan citra yang lebih jelas dan detail.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penyusunan tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya akan berfokus pada desain dan pengembangan purwarupa kolposkop yang menggunakan *Raspberry Pi 4* sebagai platform utama untuk akuisisi citra dan pengiriman citra.
2. Penelitian ini terbatas pada pengujian purwarupa kolposkop pada berbagai resolusi video (480p, 720p, 1080p) serta resolusi kamera (16MP dan 64MP), dengan menganalisis performa *frame rate* sesuai kemampuan sistem.
3. Pengujian purwarupa tidak melibatkan pasien atau prosedur medis yang sebenarnya.

1.5 Metode Penelitian

Adapun metode yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi literatur ini bertujuan untuk mempelajari teori dan konsep dasar terkait deteksi dini kanker serviks, kolposkop, dan teknologi yang digunakan dalam pengembangan perangkat medis. Dengan mengumpulkan dan menganalisis berbagai sumber, termasuk jurnal ilmiah, buku, artikel, dan laporan penelitian sebelumnya, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang mendalam terkait isu yang ada dan solusi yang telah diterapkan.

2. Perancangan Sistem

Dalam tahap ini, perancangan purwarupa sistem mencakup perencanaan dan desain purwarupa yang akan dikembangkan. Proses perancangan

melibatkan pemilihan komponen purwarupa yang sesuai untuk meningkatkan kualitas citra dan *frame rate*.

3. Implementasi dan Pengujian Sistem

Setelah perancangan, tahap ini akan melibatkan pemasangan komponen purwarupa yang telah dipilih serta pengujian sistem untuk memastikan kinerja yang optimal. Pengujian akan mencakup lima skenario pengujian untuk memastikan penggunaan purwarupa sistem optimal dan seluruh pengujian dilaksanakan secara simulatif dalam lingkungan laboratorium.

4. Analisa dan Evaluasi

Pada tahap akhir, analisa dan evaluasi hasil pengujian akan dilakukan untuk menilai kinerja purwarupa kolposkop yang telah dikembangkan. Evaluasi mencakup pengujian terhadap kualitas citra yang dihasilkan. Hasil pengujian kemudian dianalisis untuk mengetahui apakah purwarupa memenuhi tujuan penelitian serta untuk menentukan apakah ada perbaikan lebih lanjut yang diperlukan.