

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi pada masa kini mengalami kemajuan yang sangat cepat. Hal ini mendorong banyak pengembang maupun perusahaan untuk menghadirkan beragam aplikasi serta perangkat berbasis Internet of Things (IoT) (Wiryany et al., 2022). Secara garis besar, IoT dapat dimaknai sebagai kumpulan benda atau perangkat di sekitar kita yang mampu saling berinteraksi dan bertukar informasi melalui koneksi internet, termasuk dalam bidang kesehatan. Berdasarkan laporan dari World Health Organization (WHO), diperkirakan sekitar 8% atau sekitar 632 juta orang di seluruh dunia mengalami buta warna (dischromatopsia). Kondisi ini lebih banyak dialami oleh laki-laki dibandingkan perempuan karena laki-laki hanya memiliki satu kromosom X, sedangkan perempuan memiliki dua kromosom X.

Penelitian (Mahendra et al., 2022), mengatakan Di Indonesia sendiri, pada tahun 2007 tercatat sekitar 0,7% penduduk menderita buta warna. Buta warna atau color blindness merupakan gangguan pada kemampuan melihat warna sehingga penderitanya kesulitan dalam membedakan warna tertentu. Faktor utama penyebab kondisi ini adalah faktor keturunan. Namun demikian, terdapat pula faktor lain yang dapat memicu buta warna, seperti bertambahnya usia, konsumsi alkohol, paparan bahan kimia serta penggunaan obat-obatan tertentu secara berlebihan.

Penderita buta warna sering mengalami hambatan dalam menjalankan berbagai aktivitas harian. Beberapa di antaranya yaitu memilih warna pakaian yang sesuai, memahami materi pembelajaran yang mengandalkan warna seperti grafik dan tabel serta menghadapi keterbatasan dalam bidang pekerjaan. Beberapa profesi seperti pengemudi kendaraan, pelaut, pilot, teknisi elektronik dan anggota angkatan bersenjata sering mensyaratkan kemampuan membedakan warna sehingga penderita buta warna dapat mengalami pembatasan kesempatan kerja.

Dengan kemajuan teknologi yang semakin pesat, berbagai inovasi telah dikembangkan untuk membantu penyandang disabilitas buta warna. Salah satu inovasi tersebut adalah penggunaan sensor warna TCS34725 yang mampu menjadi solusi praktis untuk membantu penderita mengenali warna yang sulit dibedakan oleh mata mereka (Nainggolan & Candra, 2023).

Buta warna (*color blindness*) merupakan gangguan penglihatan yang relatif jarang ditemukan. Kondisi ini terbagi menjadi dua jenis utama yaitu buta warna total dan buta warna sebagian. Pada buta warna total, seseorang hanya dapat melihat lingkungan sekitarnya dalam gradasi abu-abu. Sementara itu, buta warna parsial menyebabkan penderitanya kesulitan membedakan warna tertentu, khususnya merah, hijau dan biru. Berdasarkan data, mayoritas kasus buta warna terjadi pada laki-laki dengan persentase sekitar 7–10%, sedangkan angka kejadian pada perempuan kurang dari 1%. Gangguan ini umumnya dipengaruhi oleh faktor keturunan meskipun dapat muncul secara alami.

Keterbatasan kemampuan membedakan warna tentu dapat menimbulkan hambatan dalam melakukan pekerjaan yang membutuhkan ketepatan persepsi warna. Dalam bidang tertentu, warna berfungsi sebagai penanda misalnya dalam

klasifikasi objek, pembacaan komponen elektronik dan aplikasi teknis lainnya. Faktor genetik *sex-linked* yang dibawa melalui kromosom X menjadi penyebab utama kondisi ini. Inilah yang membuat laki-laki lebih rentan mengalami buta warna dibandingkan perempuan.

Berdasarkan observasi awal yang dilakukan (Igirisa et al., 2022) di RSUD dr. M.M. Dunda Limboto melalui wawancara dengan dr. Marcella, diketahui bahwa rumah sakit tersebut cukup sering menerima pasien dengan buta warna total maupun parsial. Kebanyakan pasien berada pada rentang usia di atas 40 tahun dan mengalami penurunan kemampuan membedakan warna seperti merah, hijau, kuning dan biru. Pasien biasanya memerlukan latihan pengenalan warna berulang karena penurunan kemampuan tersebut dipengaruhi oleh faktor usia. Seiring bertambahnya usia, sel kerucut pada mata mengalami penurunan fungsi sehingga intensitas cahaya dan pigmen warna yang diterima mata semakin melemah.

Hasil observasi juga menunjukkan bahwa hingga saat ini belum tersedia alat pendeteksi warna otomatis yang dapat membantu penderita buta warna mengenali warna secara langsung dengan memberikan informasi suara atau teks mengenai warna yang sesungguhnya. Karena tidak adanya perangkat semacam itu, pasien yang datang ke fasilitas kesehatan hanya bisa menjalani pemeriksaan tanpa mendapatkan alat bantu tambahan untuk penggunaan sehari-hari.

Penelitian terkait sebelumnya pernah dilakukan oleh (Bale & Harsoyo, 2025) dengan judul Penerapan Sistem Bank Soal dengan Metode Ishihara Berbasis IoT Pada Alat Tes Buta Warna. Pada penelitian tersebut, sistem dirancang untuk mendeteksi warna primer menggunakan sensor TCS34725, yang

dikendalikan oleh mikrokontroler ATmega16. Hasil pendeteksian warna kemudian diproses oleh mikrokontroler dan disampaikan dalam bentuk keluaran suara melalui *mini speaker* yang dikendalikan oleh modul DFPlayer Mini yang telah terintegrasi dengan sistem.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya, penelitian yang direncanakan saat ini menggunakan mikrokontroler ATmega328 pada Arduino Uno. Sistem yang dikembangkan tidak hanya mendeteksi warna primer, tetapi juga warna sekunder dan tersier dengan memanfaatkan sensor TCS34725. Informasi hasil identifikasi kemudian disampaikan dalam bentuk keluaran suara melalui *mini speaker* yang dikendalikan oleh modul DFPlayer Mini sehingga pengguna dapat mengetahui warna objek yang terdeteksi.

Berdasarkan permasalahan yang ditemukan di lapangan, perkembangan teknologi serta hasil penelitian terdahulu, peneliti akan melakukan **Sistem Pendeteksi Warna Untuk Membantu Kalangan Disabilitas Buta Warna Menggunakan Voice Assistant** dimana alat yg digunakan merupakan sensor TCS34725 berbasis ESP32. Proses perancangan meliputi penyusunan perangkat keras khususnya pengkabelan sehingga ESP32 dapat terhubung dengan semua komponen dan penyusunan perangkat lunak melalui pemrograman pada Arduino IDE agar seluruh komponen dapat berfungsi secara terpadu. Sistem ini mengandalkan sampel berupa kertas warna yang kemudian dibaca oleh sensor TCS34725 dan informasi warna yang terdeteksi akan disampaikan kepada pengguna dalam bentuk *output* suara melalui modul DFPlayer dan speaker. Prototipe ini diharapkan dapat membantu penderita buta warna dalam mengenali dan membedakan berbagai warna sebagai bentuk latihan penglihatan. Fokus

utama penelitian adalah pengembangan prototipe serta analisis hubungan antara frekuensi, cahaya dan besaran listrik pada rangkaian sistem (Igirisa et al., 2022).

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini berkaitan dengan kebutuhan penyandang disabilitas buta warna terhadap suatu alat bantu yang mampu mengenali warna secara otomatis dan menyampaikan informasi warna dalam bentuk suara. Oleh karena itu, beberapa permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem pendeteksi warna berbasis sensor dan teknologi *voice assistant* yang mampu mengidentifikasi warna secara otomatis untuk membantu penyandang disabilitas buta warna?
2. Bagaimana mengimplementasikan sistem pendeteksi warna yang dapat memberikan informasi warna secara *real-time* melalui *output* suara menggunakan *voice assistant*?
3. Bagaimana kinerja sistem pendeteksi warna dalam hal akurasi identifikasi warna, kecepatan respon *voice assistant* serta kemudahan penggunaan bagi penyandang buta warna?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini difokuskan pada perancangan dan pengujian sistem pendeteksi warna berbasis sensor warna TCS34725 dan ESP 32. Agar pembahasan lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian, maka ruang lingkup penelitian dibatasi pada beberapa aspek berikut:

1. Sistem pendeteksi warna dirancang menggunakan sensor warna yaitu TCS34725 dengan fokus pada identifikasi warna dasar dan beberapa warna turunan yang umum digunakan dalam aktivitas sehari-hari.
2. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32 sebagai pengendali utama dan pengolah data warna sebelum diteruskan ke *voice assistant* sebagai *output* suara.
3. Sistem hanya berfokus pada pendeteksian warna dan penyampaian informasi warna melalui *voice assistant*, tanpa mencakup fitur tambahan seperti penyimpanan data, pengenalan objek berbasis gambar, atau integrasi aplikasi mobile.
4. Pengujian sistem dilakukan pada lingkungan terkendali (*indoor*) dengan sumber cahaya yang relatif stabil serta menggunakan sampel warna dalam bentuk media fisik seperti kertas atau objek berwarna lainnya.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan sebuah sistem yang dapat membantu penyandang disabilitas buta warna dalam mengenali warna objek melalui informasi suara. Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem pendeteksi warna berbasis sensor yang mampu mengidentifikasi warna secara otomatis untuk membantu penyandang disabilitas buta warna.
2. Mengimplementasikan sistem penyampaian informasi warna secara *real-time* menggunakan teknologi *voice assistant* sebagai media *output* suara.

3. Menganalisis kinerja sistem pendeteksi warna berbasis *voice assistant* dalam hal akurasi identifikasi warna, kecepatan respons sistem serta efektivitasnya dalam membantu pengguna disabilitas buta warna.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi asistif berbasis sensor warna serta memberikan manfaat bagi berbagai pihak, baik dari aspek akademis, teknologi, maupun sosial. Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

- a. Memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan khususnya di bidang teknologi assistive, sistem pendeteksian warna serta integrasi sensor dengan *voice assistant*.
- b. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya terkait sistem pendukung disabilitas berbasis sensor dan teknologi suara.
- c. Memperkuat kajian mengenai penerapan IoT, mikrokontroler dan sensor warna dalam peningkatan aksesibilitas bagi penyandang disabilitas.

2. Manfaat Praktis

- a. Membantu penyandang disabilitas buta warna dalam mengenali warna secara lebih mudah dan cepat melalui bantuan *output* suara.
- b. Menyediakan alat bantu sederhana, portabel dan mudah digunakan untuk mendukung aktivitas sehari-hari seperti memilih pakaian, membaca label, atau membedakan objek berwarna lainnya.
- c. Mengurangi ketergantungan penderita buta warna terhadap orang lain dalam mengenali warna.

3. Manfaat Teknologis

- a. Memberikan solusi teknologi berbasis sensor dan *voice assistant* yang dapat dikembangkan menjadi perangkat assistive yang lebih canggih di masa depan.
- b. Menjadi acuan dalam perancangan sistem otomatis lain yang menggabungkan deteksi sensor dengan interaksi suara.
- c. Mendorong inovasi teknologi yang berfokus pada inklusivitas bagi kelompok disabilitas.

4. Manfaat Sosial

- a. Meningkatkan kemandirian dan rasa percaya diri penyandang buta warna dalam melakukan aktivitas sehari-hari.
- b. Meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya teknologi assistive untuk mendukung kelompok disabilitas.
- c. Berpotensi mendukung institusi pendidikan, fasilitas kesehatan, atau lembaga rehabilitasi dalam menyediakan alat bantu belajar atau terapi pengenalan warna.

1.6 Sistematika Penelitian

Sistematika Penelitian laporan penelitian ini disusun secara sistematis untuk memudahkan pemahaman dan pembahasan. Adapun sistematika Penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memuat latar belakang masalah yang menjadi dasar penelitian, rumusan masalah yang ingin diselesaikan, batasan masalah agar penelitian lebih fokus,

tujuan penelitian yang ingin dicapai, manfaat penelitian baik secara teoritis, praktis, maupun sosial serta sistematika Penelitian laporan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi landasan teori yang mendukung penelitian, meliputi penjelasan mengenai buta warna, defisiensi penglihatan warna, sensor warna yaitu TCS34725, mikrokontroler ESP32, *voice assistant* serta penelitian-penelitian terdahulu yang relevan sebagai acuan dan pembanding.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memaparkan metode penelitian yang digunakan, desain sistem pendeteksi warna yang dirancang, alat dan bahan yang digunakan, diagram blok sistem, *Flowchart* atau alur kerja sistem serta tahapan pelaksanaan penelitian mulai dari perancangan, implementasi, hingga pengujian sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil implementasi sistem pendeteksi warna berbasis sensor dan *voice assistant*, analisis data hasil pengujian sistem, pembahasan mengenai kinerja sistem meliputi akurasi deteksi warna, kecepatan respon *voice assistant* serta evaluasi terhadap kelebihan dan kekurangan sistem yang telah dibangun.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang dilakukan serta saran-saran untuk pengembangan sistem di masa mendatang, baik dari sisi perangkat keras, perangkat lunak, maupun aspek kenyamanan pengguna.