

Integrasi Metode Farnsworth-Munsell pada Aplikasi Web untuk Identifikasi Gangguan Penglihatan Warna

Muhammad Abdurrahman Hasan*, Aris Rakhmadi

Teknik Informatika, Fakultas Komunikasi dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, Indonesia

Email: ¹*l200220048@student.ums.ac.id, ²ar700@ums.ac.id

Email Penulis Korespondensi: l200220048@student.ums.ac.id*

Submitted: 23/04/2026; Accepted: 08/05/2026; Published: 30/06/2026

Abstrak- Gangguan penglihatan warna sering kali tidak disadari sehingga dapat menghambat aktivitas pendidikan maupun pekerjaan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan aplikasi web sebagai instrumen skrining mandiri melalui integrasi metode Farnsworth-Munsell. Sistem dibangun menggunakan framework Laravel dengan pola arsitektur Model-View-Controller (MVC) dan model pengembangan Waterfall. Kontribusi utama penelitian ini adalah digitalisasi prosedur tes fisik ke dalam antarmuka web yang mampu melakukan kalkulasi Total Error Score (TES) secara otomatis dan sistematis berdasarkan posisi koordinat warna yang dimasukan pengguna. Evaluasi fungsional menggunakan metode Black Box menunjukkan bahwa seluruh fitur integrasi metode dan pemrosesan skor berjalan valid. Pengujian aspek kegunaan melalui instrumen System Usability Scale (SUS) menghasilkan skor rata-rata 72,50, yang menempatkan sistem pada kategori Good (Layak). Hasil penelitian menyimpulkan bahwa aplikasi ini efektif berfungsi sebagai alat pemindaian awal yang aksesibel bagi masyarakat umum tanpa memerlukan instalasi perangkat lunak tambahan, sekaligus menyediakan standarisasi perhitungan skor tes buta warna secara digital. Aplikasi ini dirancang sebagai sarana skrining awal secara mandiri dan tidak dimaksudkan untuk menggantikan hasil diagnosis medis profesional dari dokter spesialis mata.

Kata Kunci: Buta Warna; Farnsworth-Munsell; Laravel; Web; Waterfall.

Abstract- Color vision impairment often goes unnoticed, hindering educational and work activities. This study aims to develop a web application as a self-screening instrument through the integration of the Farnsworth-Munsell method. The system is built using the Laravel framework with a Model-View-Controller (MVC) architectural pattern and a Waterfall development model. The main contribution of this study is the digitization of physical test procedures into a web interface capable of automatically and systematically calculating the Total Error Score (TES) based on the color coordinate positions inputted by the user. Functional evaluation using the Black Box method shows that all method integration and score processing features are valid. Testing the usability aspect using the System Usability Scale (SUS) instrument produced an average score of 72.50, which places the system in the Good category. The results of the study concluded that this application effectively functions as an accessible initial screening tool for the general public without requiring additional software installation, while also providing standardization for calculating color blindness test scores digitally. This application is designed as a self-screening tool and is not intended to replace a professional medical diagnosis from an ophthalmologist.

Keywords: Color Blindness; Farnsworth-Munsell; Laravel; Web; Waterfall.

1. PENDAHULUAN

Mata merupakan salah satu indra penglihatan paling vital bagi manusia yang tersusun atas struktur anatomis dan berbagai komponen biologis yang sangat kompleks. Secara fungsional, proses melihat tidak hanya melibatkan mekanisme internal bola mata semata, melainkan juga sangat bergantung pada integrasi fungsi dari elemen eksternal seperti alis, kelopak mata, dan bulu mata yang berperan krusial dalam melindungi area sensitif mata dari partikel asing serta mendukung stabilitas sistem visual secara keseluruhan [1]. Meskipun canggih, gangguan persepsi warna sering kali tidak disadari hingga menghambat aktivitas di bidang pendidikan maupun profesional. Mengingat dampak signifikannya terhadap kualitas hidup, diperlukan pengembangan metode deteksi dini yang presisi, praktis, dan mudah diakses secara mandiri oleh masyarakat luas.

Defisiensi penglihatan warna bawaan biasanya stabil dan simetris pada kedua mata, sedangkan defisiensi penglihatan warna didapat bergantung pada stadium penyakit penyebab dan dapat memengaruhi kedua mata secara asimetris, bahkan pada bagian lapang pandang yang berbeda [2]. Buta warna adalah ketidakmampuan seseorang untuk membedakan beberapa warna yang dapat dibedakan oleh orang lain meskipun penderitanya tidak benar-benar buta terhadap warna secara total. Istilah yang dianggap lebih representatif adalah defisiensi penglihatan warna atau *colour vision deficiency*, yang merujuk pada penurunan kemampuan dalam membedakan warna-warna spesifik [3].

Pengujian penglihatan warna merupakan bagian penting dari persyaratan fisik untuk pekerjaan tertentu dan para profesional perawatan mata seringkali diharuskan untuk melakukan berbagai tes untuk evaluasinya [4]. Pemeriksaan buta warna seringkali menjadi persyaratan dalam melanjutkan pendidikan pada jurusan tertentu atau saat melamar pekerjaan terutama yang melibatkan pencocokan warna seperti mekanik telekomunikasi dan listrik, pilot, pelaut, masinis, pelukis dan pekerjaan lainnya [5]. *Farnsworth-Munsell* 100-Hue (100-Hue) cara kerjanya adalah uji penataan ulang warna yang terdiri dari 85 tutup warna yang mewakili satu lingkaran rona lengkap yang

dibagi menjadi empat set berisi 21 atau 22 tutup [6]. Digunakan dalam berbagai bidang sebagai penunjang dalam melakukan diagnosis awal terhadap kemungkinan gejala buta warna pada manusia, baik secara individu maupun dalam suatu kelompok [7].

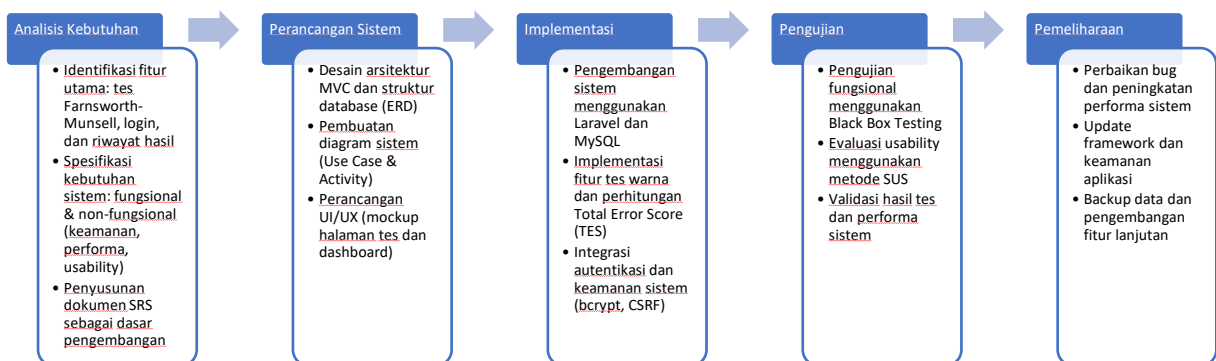
Metode Ishihara merupakan metode tes buta warna yang didalamnya terdapat titik-titik dengan berbagai warna dan ukuran [8]. Memiliki keterbatasan dalam mendeteksi defisiensi warna tingkat ringan dan spektrum di luar merah-hijau. Sebaliknya, metode *Farnsworth-Munsell* menawarkan evaluasi kuantitatif yang lebih komprehensif melalui parameter Total Error Score (TES), yang memungkinkan analisis presisi persepsi warna di seluruh spektrum secara mendalam. Parameter ini memungkinkan analisis mendalam terhadap tingkat presisi persepsi warna pengguna di seluruh spektrum warna yang tersedia. Keunggulan akurasi yang dimiliki oleh metode *Farnsworth-Munsell* ini telah terkonfirmasi secara empiris melalui berbagai studi literatur.

Platform berbasis web bisa dimanfaatkan untuk penyelenggaraan tes buta warna semakin diminati karena menawarkan aksesibilitas yang lebih luas dan fleksibel. Situs web merupakan sekumpulan halaman daring yang terpublikasi di jaringan internet dan dapat dijangkau oleh publik melalui URL (*Uniform Resource Locator*) dengan cara memasukkan alamat spesifiknya pada peramban. [9]. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi keterbatasan tersebut dengan mengintegrasikan metode *Farnsworth-Munsell* ke dalam aplikasi berbasis web menggunakan framework Laravel. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan sistem yang mampu melakukan digitalisasi prosedur tes fisik secara otomatis melalui kalkulasi *Total Error Score* (TES) yang sistematis. Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan memberikan kontribusi berupa instrumen skrining mandiri yang lebih aksesibel, efisien dalam pengolahan data, serta teruji secara fungsionalitas dan *usability* bagi masyarakat luas.

Penelitian mengenai digitalisasi tes persepsi warna telah banyak dilakukan sebelumnya untuk meningkatkan aksesibilitas pemeriksaan mata. Sebagai contoh, penelitian oleh Wijaya & Muntahanah [1] mengembangkan aplikasi tes warna berbasis Android yang berfokus pada kemudahan penggunaan bagi masyarakat umum. Namun, mayoritas aplikasi yang ada masih terbatas pada metode Ishihara yang hanya efektif untuk mendeteksi defisiensi warna merah-hijau. Sementara itu, validasi terhadap tes pengaturan warna digital oleh Fanlo-Zarazaga dkk [2]. menunjukkan bahwa meskipun platform digital menawarkan efisiensi waktu, tantangan utama terletak pada standarisasi representasi warna pada layar yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk menjembatani celah tersebut dengan mengadaptasi metode *Farnsworth-Munsell* 100-Hue ke dalam platform berbasis web, yang tidak hanya mendeteksi defisiensi merah-hijau tetapi juga biru-kuning, serta memberikan sistem perhitungan skor Total Error Score (TES) yang lebih presisi dibandingkan aplikasi skrining konvensional lainnya.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan model *Waterfall* sebagai metodologi pengembangan sistem. Meskipun metode yang diperkenalkan oleh Winston Royce pada tahun 1970 ini sering dianggap konvensional, model ini tetap menjadi standar yang relevan dan banyak diimplementasikan dalam praktik rekayasa perangkat lunak hingga saat ini [9]. Pemilihan metode waterfall didasarkan pada sifatnya yang terstruktur, mudah dipahami, serta sesuai bagi proyek dengan spesifikasi kebutuhan yang telah terdefinisi secara matang sejak tahap awal. Dengan pendekatan ini, pengembangan aplikasi tes buta warna berbasis web dapat dilakukan secara terarah dari tahap analisis kebutuhan hingga pemeliharaan sistem.



Gambar 1. Metode *Waterfall*

2.1 Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem adalah kegiatan yang dilakukan untuk menjabarkan kebutuhan pengguna terkait sistem informasi yang akan dibangun atau dikembangkan [11]. Tahap ini mencakup analisis kebutuhan fungsional dan non-fungsional. Kebutuhan fungsional meliputi tes *Farnsworth-Munsell*, penyimpanan hasil, dan tampilan deteksi, sedangkan non-fungsional mencakup keamanan, kecepatan akses, kompatibilitas, dan kemudahan penggunaan. Hasilnya adalah dokumen SRS sebagai acuan desain.

2.1.1 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional mendefinisikan rangkaian proses yang akan dijalankan oleh sistem, serta mencakup rincian informasi yang wajib dikelola dan disajikan sebagai keluaran sistem [12].

2.1.2 Kebutuhan Non-Fungsional

Kebutuhan non-fungsional merupakan kebutuhan yang menggambarkan bagaimana sistem berkerja ke depannya [13].

Tabel 1. Analisis Kebutuhan Sistem

No	Aspek Sistem	Deskripsi Kebutuhan	Spesifikasi / Kriteria
1	Autentikasi & Akses	Sistem menyediakan fitur registrasi dan login pengguna	Autentikasi berbasis <i>email</i> dan <i>password</i> terenkripsi (<i>bcrypt</i>)
2	Interaksi Pengguna	Sistem menyediakan tes <i>Farnsworth-Munsell</i> berbasis <i>drag-and-drop</i>	Pengguna menyusun gradasi warna interaktif dalam 4 baris
3	Pemrosesan Data	Sistem menghitung <i>Total Error Score</i> (TES) secara otomatis	Perhitungan real-time berdasarkan selisih urutan warna
4	Interpretasi Hasil	Sistem menampilkan hasil dan klasifikasi tingkat buta warna	Kategori: Normal (<15), Ringan (15–29), Sedang (30–60), Berat (>60)
5	Manajemen Data	Sistem menyimpan dan menampilkan riwayat hasil tes pengguna	Data tersimpan di dalam <i>database</i> dan dapat diakses ulang
6	Kinerja Sistem	Sistem memberikan respon cepat dan stabil	Waktu respon ≤ 3 detik, tidak terjadi lag saat <i>drag-and-drop</i>
7	Keamanan Sistem	Sistem menjamin perlindungan data pengguna	Proteksi CSRF, validasi input, dan enkripsi password
8	Kompatibilitas & Usability	Sistem mudah digunakan di berbagai perangkat	Responsif (<i>mobile & desktop</i>) dan kompatibel di browser modern

Analisis kebutuhan sistem disusun berdasarkan pendekatan berbasis aspek untuk memastikan setiap komponen memiliki peran yang terstruktur. Aspek pertama, Autentikasi & Akses, berfungsi sebagai gerbang utama melalui fitur registrasi dan login yang menggunakan algoritma enkripsi *Bcrypt*. Aspek kedua, Interaksi Pengguna, mengatur pelaksanaan tes *Farnsworth-Munsell* melalui fitur *drag-and-drop* yang dirancang untuk meniru mekanisme fisik penyusunan warna ke dalam lingkungan digital yang intuitif. Pada tahap pemrosesan, sistem secara otomatis menghitung *Total Error Score* (TES) berdasarkan selisih posisi warna yang disusun oleh pengguna dibandingkan dengan urutan ideal. Proses ini dilakukan secara real-time untuk memberikan *feedback* langsung kepada pengguna. Hasil perhitungan tersebut kemudian diinterpretasikan dalam bentuk klasifikasi tingkat defisiensi penglihatan warna, yaitu normal, ringan, sedang, dan berat. Pendekatan ini memungkinkan sistem tidak hanya menampilkan nilai numerik, tetapi juga memberikan kategori hasil skrining edukatif yang mudah dipahami oleh pengguna awam. Meskipun mengadopsi prosedur *Farnsworth-Munsell*, sistem ini tetap memiliki batasan teknis terkait kalibrasi warna layar perangkat pengguna, sehingga hasil yang muncul bersifat indikatif.

$$S_i = |P_i - I_i| \tag{1}$$

Aspek Pemrosesan Data dan Interpretasi Hasil menjadi inti sistem dalam menghasilkan output yang objektif. Sistem secara otomatis menghitung *Total Error Score* (TES) dengan algoritma selisih posisi. Perhitungan dilakukan dengan menjumlahkan selisih absolut antara posisi tutup warna (*cap*) yang ditempatkan pengguna dengan posisi idealnya. Secara matematis, skor pada satu poin dihitung berdasarkan perbandingan dengan dua warna di sebelahnya; jika urutan benar, skor minimal adalah 2, dan setiap pergeseran akan menambah beban nilai kesalahan secara akumulatif. Hasil perhitungan tes tersebut kemudian dikonversi menjadi klasifikasi edukatif buta warna untuk memberikan pemahaman bagi pengguna awam. Dasar klasifikasi hasil pada sistem ini dibagi menjadi empat tingkatan: Normal = Skor 0–15, Ringan = Skor 16-30, Sedang = 31-60, Berat = >60. Dengan Rumus Skor

per poin (S) dihitung dengan $S_i = |P_i - I_i|$, di mana P adalah posisi ubin dan I adalah posisi ideal. Total Error Score adalah $\sum S$ seperti pada gambar 2.

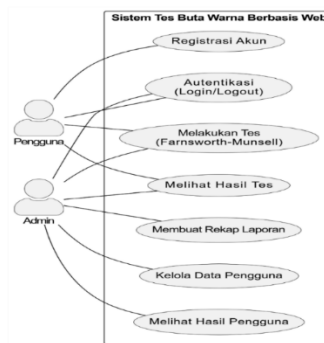
Aspek Manajemen Data dan Kinerja difokuskan pada efisiensi penyimpanan riwayat tes ke dalam basis data MySQL untuk evaluasi berkala, dengan target waktu respons di bawah tiga detik guna menjaga stabilitas fitur *drag-and-drop*. Kualitas aplikasi diperkuat dengan keamanan sistem melalui proteksi *CSRF* dan validasi input, serta desain responsif yang menjamin kompatibilitas pada berbagai perangkat. Melalui integrasi aspek-aspek tersebut, sistem mampu menyajikan layanan pemindaian yang stabil, terukur, dan mudah diakses oleh masyarakat luas.

2.2 Desain Sistem

Desain sistem adalah tahapan pengembangan di mana mekanisme teknis dirancang agar sistem mampu berfungsi dan memberikan solusi atas kendala yang ada. Fase ini mencakup penyusunan berbagai rancangan seperti *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, *Entity Relationship Diagram* (ERD), serta *Mockup* antarmuka sistem.

2.2.1 Use Case Diagram

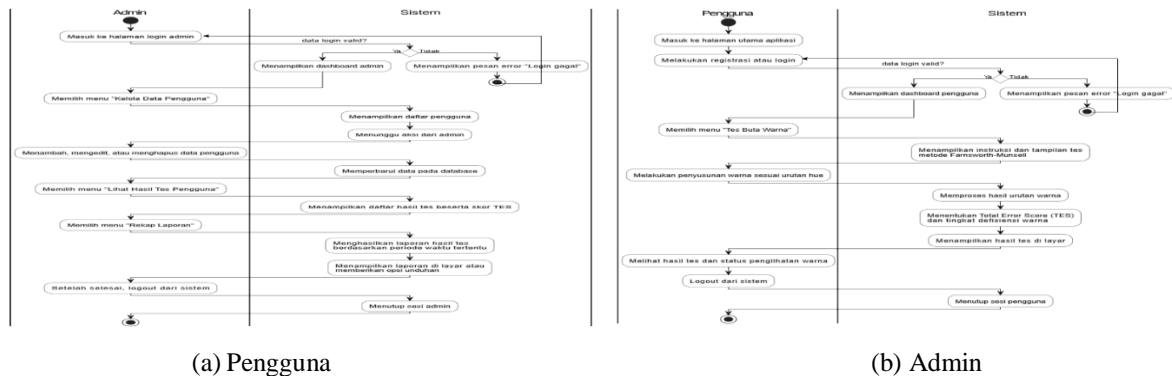
Use case merupakan gambaran fungsional sistem yang dilihat dari perspektif pengguna guna menjelaskan apa yang dapat dilakukan sistem bagi mereka [14]. Setiap *use case* merepresentasikan fungsi utama berdasarkan hak akses aktor. Dalam sistem ini, Admin dan Pengguna memiliki peran serta fungsi berbeda sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Use Case Diagram

2.2.2 Activity Diagram

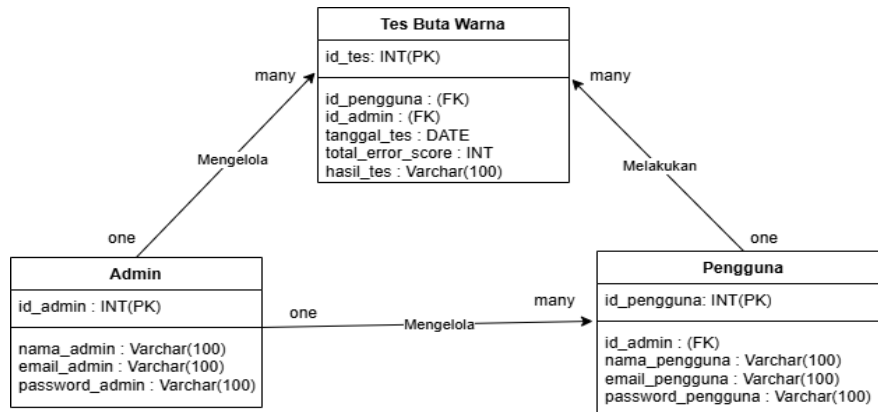
Activity diagram merupakan representasi grafis yang memvisualisasikan alur kerja secara sistematis, mencakup rangkaian aktivitas serta urutan langkah-langkah logis yang dieksekusi di dalam sebuah sistem [15]. Gambar 3 menunjukkan *activity diagram* alur interaksi pengguna: dimulai dari registrasi atau *login*, lalu mengakses menu tes di *dashboard*. Pengguna menyusun gradasi warna, yang kemudian diproses sistem untuk menghitung *Total Error Score* (TES). Sesi diakhiri dengan *logout* untuk menjamin keamanan data. Gambar 4 menunjukkan *activity diagram* admin: dimulai dari *login* menuju *dashboard* untuk mengelola data pengguna, melihat hasil tes, dan menyusun laporan rekapitulasi. Sistem memproses setiap pembaruan data secara otomatis, dan sesi diakhiri dengan *logout* untuk menjaga keamanan akses.



Gambar 3. Activity Diagram : (a) Pengguna dan (b) Admin

2.2.3 Entity Relationship Diagram

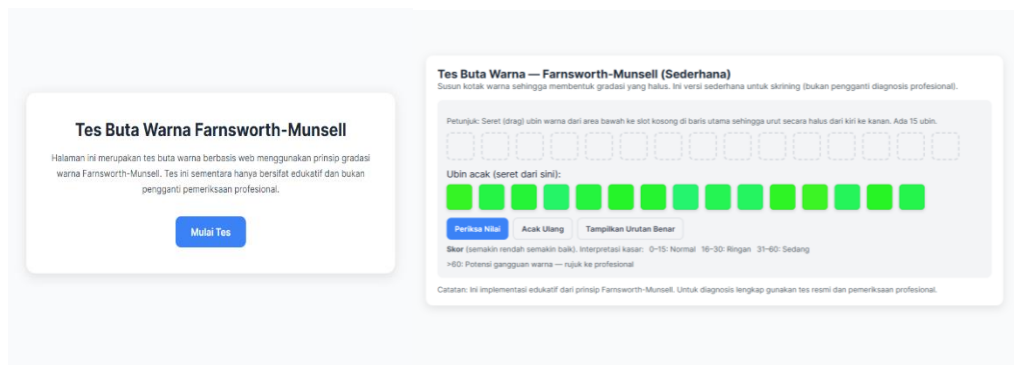
Entity Relationship Diagram (ERD) adalah sebuah teknik pemodelan kebutuhan data bagi suatu organisasi atau perusahaan. Dalam fase analisis persyaratan pengembangan sistem, teknik ini digunakan oleh analis sistem untuk merancang model data secara sistematis [16]. Gambar 4 menunjukkan ERD sistem dengan tiga entitas utama: Admin, Pengguna, dan Tes_Buta_Warna. Admin mengelola banyak pengguna dan banyak hasil tes, sementara satu pengguna dapat melakukan tes berkali-kali (*one-to-many*). Entitas Admin menyimpan kredensial pengelola, entitas Pengguna menyimpan data peserta, dan entitas Tes_Buta_Warna mencatat detail hasil tes beserta keterkaitannya dengan aktor terkait melalui *foreign key*.



Gambar 4. Entity Relationship Diagram

2.2.4 Mockup Sistem

Mockup berfungsi sebagai media visual dalam menetapkan rancangan desain sistem sebelum memasuki fase pembuatan *Graphical User Interface (GUI)* pada sistem informasi tersebut. [17]. Gambar 5 menampilkan halaman awal minimalis dengan deskripsi tes berbasis metode *Farnsworth-Munsell*. Tombol "Mulai Tes" diletakkan secara terpusat untuk memastikan navigasi yang intuitif dan memudahkan pengguna baru memulai proses pemeriksaan seperti pada gambar 5 berikut.



(a) Beranda

(b) Halaman Tes

Gambar 5. Tampilan *Mockup* : (a) Beranda dan (b) Halaman Tes

Antarmuka tes menggunakan metode *Farnsworth-Munsell* memungkinkan pengguna menyusun ubin warna acak melalui fitur *drag-and-drop* yang dilengkapi tombol fungsi "Periksa Nilai" dan "Acak Ulang", serta sistem penilaian otomatis (Normal: 0–15, Ringan: 16–30, Sedang: 31–60, Berat: >60) untuk memudahkan pemeriksaan mandiri.

2.3 Implementasi Sistem

Sistem tes buta warna ini diimplementasikan menggunakan framework Laravel dengan arsitektur Model-View-Controller (MVC) untuk menjamin struktur kode yang terorganisir dan efisien. Model mengelola interaksi data

melalui Eloquent ORM, Controller menangani logika perhitungan *Total Error Score* (TES) serta autentikasi, dan View menyajikan antarmuka interaktif berbasis *drag-and-drop* untuk penyusunan gradasi warna. Dengan dukungan fitur keamanan bawaan seperti enkripsi *bcrypt* dan proteksi CSRF, serta integrasi database MySQL yang fleksibel, sistem ini mampu memberikan performa yang stabil, aman, dan mudah untuk dikembangkan lebih lanjut di masa depan.

2.4 Pengujian sistem

Pengujian sistem adalah sesuatu yang harus diperhatikan serta amat dibutuhkan guna meyakinkan kualitas sistem yang dalam tahap pembuatan ataupun yang sudah ada agar bisa beroperasi fungsinya dengan benar [18]. Sistem diuji menggunakan *Black Box Testing* untuk menjamin fungsionalitas fitur dan *System Usability Scale* (SUS) untuk mengevaluasi kualitas pengalaman serta kemudahan penggunaan bagi pengguna.

2.4.1 Black Box Testing

Pengujian black box adalah teknik pengujian fungsional yang merancang kasus uji berdasarkan informasi dari spesifikasi [19]. Pengujian ini memiliki tujuan untuk memastikan seluruh fitur sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan dan bebas dari *bug*. Melalui berbagai skenario input seperti *login*, registrasi, dan pelaksanaan tes hasil aktual dibandingkan dengan hasil yang diharapkan untuk menjamin fungsionalitas sistem serta efisiensi biaya [20].

2.4.2 Usability Testing

Pengujian *System Usability Scale* (SUS) dilakukan untuk mengevaluasi tingkat kegunaan (*usability*) dari aplikasi tes buta warna berbasis web yang dikembangkan. SUS digunakan karena merupakan metode penilaian standar yang sederhana namun efektif, terdiri dari 10 pernyataan dinilai dengan menggunakan skala Likert 1–5. Pengujian ini melibatkan sejumlah responden yang diminta mencoba aplikasi dan memberikan nilai berdasarkan pengalaman penggunaan mereka. Skor SUS dihitung menggunakan rumus standar, kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori seperti *Acceptable*, *Marginal*, *Not Acceptable* Atau kualitas seperti Nilai A-F. Karakteristik responden dalam pengujian ini ditentukan menggunakan teknik *purposive sampling*, yang melibatkan 34 responden dengan latar belakang usia produktif, memiliki kemampuan dasar pengoperasian *website*, dan mencakup individu dengan kondisi penglihatan normal maupun yang memiliki indikasi defisiensi penglihatan warna.

2.5 Pemeliharaan Sistem

Pemeliharaan dilakukan secara berkala untuk menjaga stabilitas dan keamanan aplikasi VisionLab agar tetap berfungsi optimal bagi pengguna.

2.5.1 Pembaruan Framework

Kegiatan ini mencakup pembaruan rutin pada *framework* Laravel dan *package* pendukung ke versi terbaru. Hal ini bertujuan untuk menutup celah keamanan (*security patches*), meningkatkan performa sistem, serta memastikan kompatibilitas aplikasi dengan teknologi web terkini.

2.5.2 Optimasi Database dan Sistem

Optimasi difokuskan pada pengelolaan basis data agar proses pengambilan data riwayat tes tetap cepat. Selain itu, dilakukan *debugging* rutin untuk menangani kendala antarmuka (UI) sekaligus menjalankan proses *backup* data dalam interval waktu tertentu untuk meminimalisir risiko kehilangan informasi penting.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

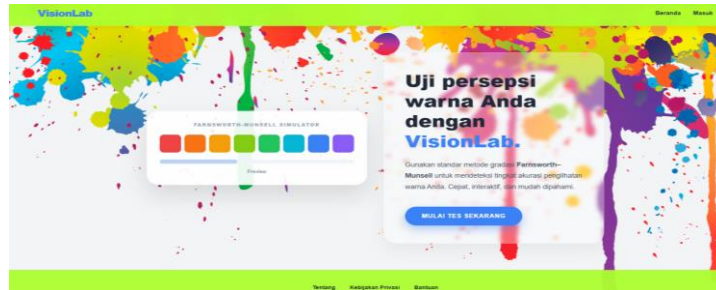
Penelitian ini telah berhasil mengembangkan dan mengimplementasikan sebuah sistem aplikasi tes buta warna inovatif berbasis platform web yang mengintegrasikan metode *Farnsworth-Munsell* sebagai algoritma pengujian utamanya. Melalui penerapan desain yang responsif, infrastruktur perangkat lunak ini telah dioptimalkan agar dapat beroperasi secara fleksibel dan stabil saat diakses melalui berbagai perangkat, mulai dari komputer desktop dengan layar lebar hingga perangkat *smartphone* yang lebih portabel, guna memastikan aksesibilitas yang luas bagi pengguna di berbagai kondisi..

3.1 Tampilan Sistem

Tampilan sistem atau yang sering dikenal dengan istilah *User Interface* (UI) adalah bagian visual dan interaktif dari sebuah perangkat lunak yang berfungsi sebagai jembatan komunikasi antara pengguna (*user*) dengan sistem komputer.

3.1.1 Halaman Beranda

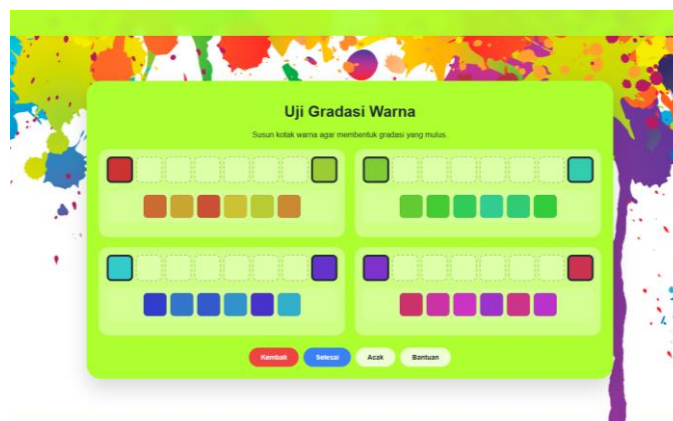
Halaman utama atau beranda yang diakses melalui alamat URL visionlab.mabes.my.id merupakan gerbang masuk bagi pengguna untuk berinteraksi dengan platform pemeriksaan persepsi warna secara digital. Sebagai antarmuka pembuka, halaman ini dirancang secara intuitif untuk memberikan pengantar yang jelas bagi pengguna sebelum mereka melangkah ke tahap pengujian inti yang dipresentasikan. Dalam sesi pengujian, sistem menyajikan instrumen uji komprehensif berupa empat baris gradasi warna yang menantang pengguna untuk melakukan penyusunan spektrum secara edukatif.



Gambar 6. Tampilan Halaman Beranda

3.1.2 Halaman Tes

Setiap baris pada instrumen tersebut telah dilengkapi dengan dua titik warna statis yang berfungsi sebagai jangkar atau acuan warna di ujung kiri dan kanan, sementara ubin-ubin warna di area tengah memiliki sifat dinamis sehingga dapat dipindahkan untuk membentuk urutan spektrum yang mulus dan kontinu. Untuk mengoptimalkan pengalaman pengguna dan memastikan fungsionalitas sistem berjalan dengan baik, bagian bawah antarmuka telah dilengkapi dengan berbagai tombol navigasi dan operasional strategis, seperti fitur "Kembali" untuk navigasi, "Selesai" untuk mengakhiri sesi, "Acak" untuk merestorasi tantangan, serta menu "Bantuan" sebagai panduan teknis yang mendukung kelancaran seluruh proses pemeriksaan seperti pada Gambar 7.

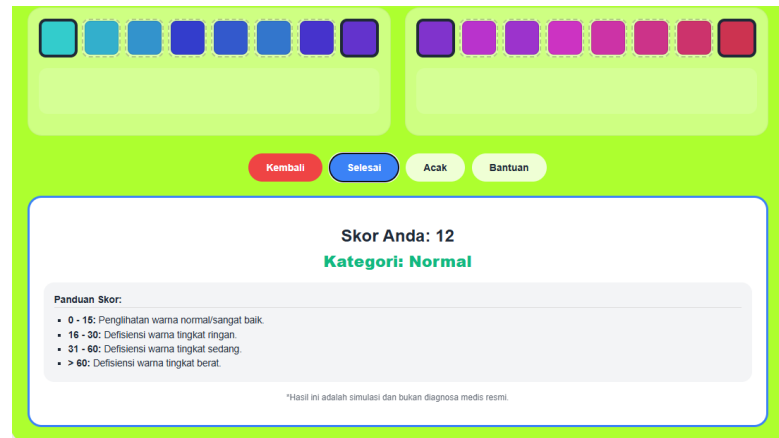


Gambar 7. Tampilan Halaman Tes

3.1.3 Tampilan Skor Tes Buta Warna

Gambar 8 menunjukkan halaman hasil interpretasi skor menyajikan analisis mendalam yang didasarkan pada akumulasi total kesalahan pengguna dalam menyusun urutan gradasi warna secara presisi. Secara sistematis, aplikasi akan mengklasifikasikan performa tersebut ke dalam empat tingkatan kategoris yang berbeda: kondisi Normal untuk skor di bawah 15, Defisiensi Ringan pada rentang skor 15–29, Defisiensi Sedang untuk perolehan 30–60, serta Defisiensi Berat bagi pengguna dengan skor melampaui angka 60. Penyajian data hasil evaluasi ini dirancang khusus untuk berfungsi sebagai instrumen skrining awal yang memberikan gambaran umum mengenai

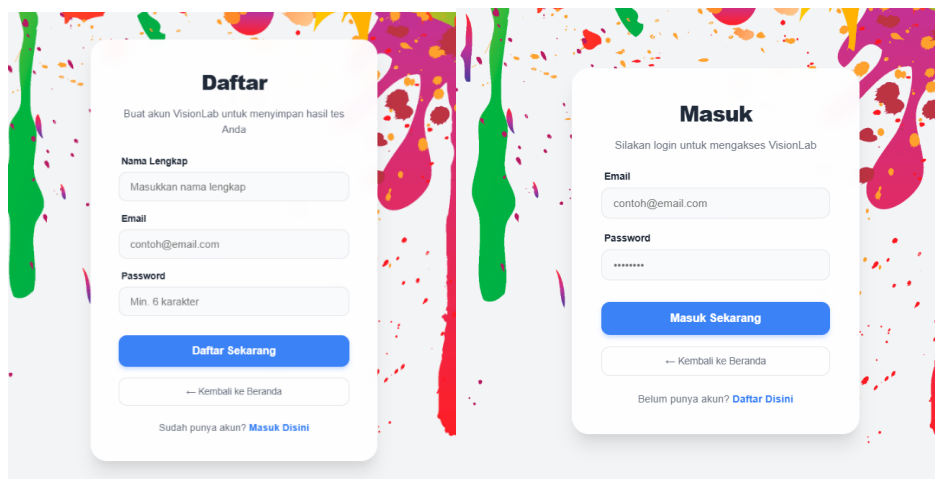
kesehatan persepsi warna pengguna bukan sebagai konsultasi atau diagnosis medis professional. Pada halaman ini, sistem secara otomatis menampilkan catatan bahwa skor yang diperoleh merupakan hasil simulasi digital dan pengguna disarankan untuk melakukan konsultasi lebih lanjut jika ditemukan indikasi penyimpangan persepsi warna yang signifikan.



Gambar 8. Tampilan Skor Tes Buta Warna (Hasil ini merupakan simulasi edukatif dan bukan merupakan diagnosis medis final)

3.1.4 Halaman *Register* dan *Login*

Halaman *register* dan *login* pada sistem dirancang dengan antarmuka yang konsisten dan minimalis untuk memfasilitasi manajemen akun pengguna. Fitur pendaftaran memungkinkan pengguna baru menyimpan hasil tes dengan menginput nama, email, dan kata sandi, sementara fitur login berfungsi sebagai gerbang autentikasi untuk mengakses layanan aplikasi secara personal pada Gambar 9.



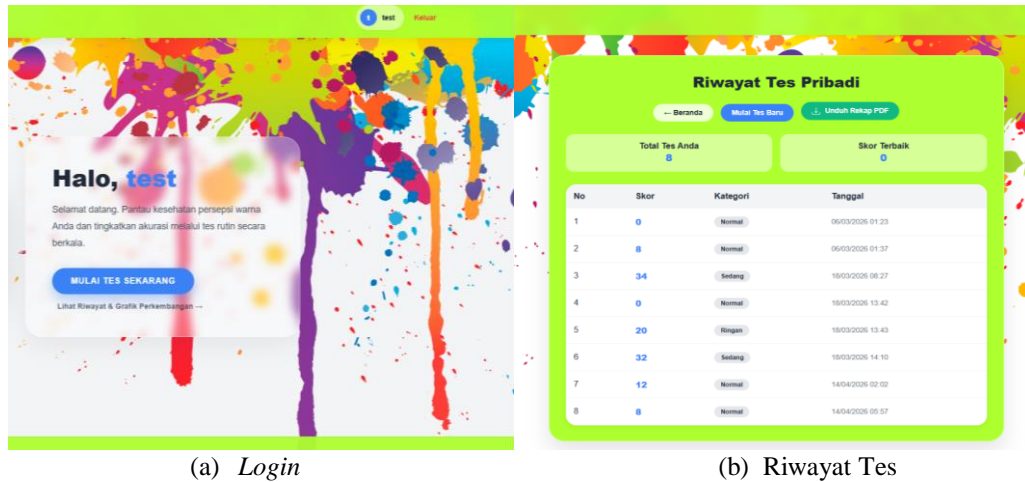
(a) *Register*

(b) *Login*

Gambar 9. Tampilan: (a) *Register* dan (b) *Login*

3.1.5 Halaman Beranda Setelah *Login* dan Halaman Lihat Riwayat Tes

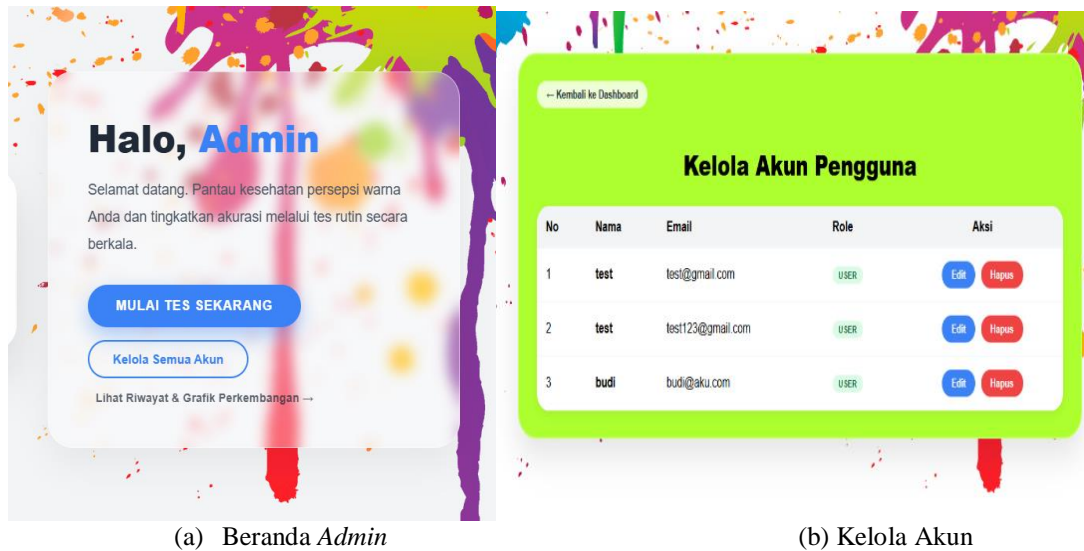
Gambar 10 menunjukkan halaman beranda pasca-autentikasi dirancang memiliki kemiripan visual dengan tampilan utama, namun kini dilengkapi dengan fungsionalitas tambahan yang lebih personal. Saat pengguna memulai dan menyelesaikan sesi tes, sistem secara otomatis akan mengintegrasikan fitur penyimpanan data sehingga seluruh hasil evaluasi terekam dengan aman ke dalam basis data. Selain itu, tersedia menu khusus untuk meninjau riwayat tes yang menyajikan rincian komprehensif mencakup perolehan skor, klasifikasi kategori hasil, serta stempel waktu pengerjaan secara kronologis. Untuk menjamin keamanan akun, navigasi di sudut kanan atas telah dilengkapi dengan tombol keluar yang memungkinkan pengguna melakukan *logout* dari sistem secara instan.



Gambar 10. Tampilan Beranda Setelah : (a) Login dan (b) Lihat Riwayat Tes

3.1.6 Halaman Beranda Admin dan Kelola Akun

Halaman administrasi ini dirancang khusus untuk memfasilitasi fungsi manajemen data pengguna secara komprehensif, sehingga administrator memiliki kendali penuh terhadap seluruh akun yang telah terdaftar di dalam sistem. Melalui antarmuka kelola akun ini, tersedia berbagai instrumen kontrol yang memungkinkan pelaksana sistem untuk melakukan pemutakhiran informasi melalui fitur pengeditan data maupun melakukan pembersihan basis data dengan fitur penghapusan pengguna. Sebagaimana yang divisualisasikan dalam perancangan antarmuka pada Gambar 11, keberadaan fitur-fitur ini memastikan bahwa integritas dan validitas data pengguna tetap terjaga serta dapat dikelola secara dinamis sesuai dengan kebutuhan operasional aplikasi.



Gambar 11. Tampilan Halaman Beranda : (a) Admin dan (b) Kelola Akun

3.2 Black Box Testing

Hasil dari *black box testing* pada tabel 2 berikut

Tabel 2. *Black Box Testing*

ID	Fitur	Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil dan Catatan
TC-01	Register	Pengguna mengisi semua data dengan tepat dan menekan tombol "Daftar"	Sistem menampilkan pesan "Registrasi berhasil" dan data disimpan ke <i>database</i> .	Valid, akun baru tersimpan

ID	Fitur	Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil dan Catatan
TC-02	<i>Login</i>	<i>Login</i> menggunakan <i>email</i> dan <i>password</i>	Sistem mengarahkan pengguna ke halaman <i>dashboard</i>	Valid, berhasil <i>login</i> dan menuju halaman <i>dashboard</i>
TC-03	Tes Buta Warna	Pengguna menyusun gradasi warna dan menekan tombol “Periksa Nilai”	Sistem menampilkan skor dan interpretasi hasil tes.	Valid, berhasil menggunakan tes sesuai dengan semestinya
TC-04	Lihat Hasil Tes	Pengguna membuka menu hasil tes	Sistem menampilkan riwayat hasil tes yang telah dilakukan	Valid, berhasil menampilkan hasil tes
TC-05	Kelola Pengguna (Admin)	Data Admin menambah, mengedit, dan <i>delete</i> data pengguna	Sistem memperbarui data sesuai aksi admin	Valid, berhasil mengelola data user
TC-06	<i>Logout</i>	Pengguna atau <i>admin</i> menekan tombol <i>logout</i>	<i>Session</i> berakhir dan dialihkan ke halaman <i>login</i>	Valid, berhasil keluar dari <i>session</i> kembali ke halaman <i>login</i>
TC-07	<i>Download</i> PDF	Pengguna <i>download</i> laporan	File PDF terunduh.	Valid, berhasil mengunduh pdf riwayat hasil tes

3.3 Usability Testing

Metode *System Usability Scale* (SUS) dipilih sebagai instrumen evaluasi dalam penelitian ini karena efektivitas dan reliabilitasnya yang telah teruji secara global dalam mengukur kualitas pengalaman pengguna (*user experience*). Instrumen ini bekerja dengan menggunakan 10 butir pernyataan standar yang mencakup berbagai aspek kegunaan sistem, di mana setiap responden diminta untuk memberikan penilaian subjektif mereka menggunakan skala Likert dengan rentang nilai 1 hingga 5. Proses pengambilan data dilakukan secara sistematis setelah responden selesai mencoba seluruh fitur fungsional dalam aplikasi, guna memastikan penilaian yang diberikan didasarkan pada pengalaman penggunaan yang nyata.

Setelah data terkumpul, skor dari setiap pernyataan dikonversi menggunakan rumus standar SUS untuk menghasilkan nilai akhir yang edukatif. Skor kumulatif tersebut kemudian dipetakan ke dalam beberapa indikator objektif, yaitu kategori *Acceptability* untuk melihat tingkat penerimaan, *Adjective Rating* untuk penilaian kualitas secara deskriptif, serta *Grade Scale* untuk menentukan peringkat sistem secara keseluruhan.

Tabel 3. Statistik Deskriptif SUS

Statistik	Nilai
Jumlah Peserta	34
Rata-rata Skor SUS	72,50
Standar Deviasi	14.81
Skor Minimum	38
Skor Maksimum	98
95% <i>Confidence Interval</i>	67.33 – 77.67
<i>Grade Usability</i>	C
<i>Adjective Rating</i>	Good

Tabel 4. Distribusi Kategori Performa SUS

Rentang SUS	Kategori	Frekuensi	Persentase (%)
< 50	Poor (Buruk)	1	2,9%
50 – 68	Marginal	10	29,4%
68 – 80	Good (Baik)	12	35,3%
> 80	Excellent (Sangat Baik)	11	32,4%

Tabel 5. Distribusi Skor Sus Berdasarkan Jenis Kelamin

Jenis Kelamin	Jumlah	Mean SUS	Standard Deviasi
Perempuan	10	73,25	12,45
Laki-Laki	24	72,18	15,78
Jumlah	34	72,50	14,81

Data yang disajikan merangkum hasil evaluasi komprehensif menggunakan metode SUS yang melibatkan 34 responden. Berdasarkan analisis terhadap 10 butir pernyataan standar (Q1 hingga Q10), diperoleh skor rata-rata akhir sebesar 72,50. Merujuk pada standar penilaian global SUS, skor ini menempatkan sistem pada klasifikasi "Good" dengan *Grade C* dan tingkat perolehan kategori *Acceptable*.

Distribusi performa menunjukkan bahwa mayoritas responden (67,7%) memberikan penilaian pada kategori *Good* hingga *Excellent*. Secara spesifik, analisis berdasarkan jenis kelamin menunjukkan responden perempuan memiliki rata-rata skor sedikit lebih tinggi (73,25) dibandingkan laki-laki (72,18), meskipun keduanya tetap berada dalam kategori kualitas yang sama. Hasil ini secara konkret mengindikasikan bahwa platform ini telah memenuhi ambang batas kelayakan dan memiliki tingkat kegunaan yang tinggi sehingga dapat dioperasikan dengan mudah oleh pengguna tanpa kendala teknis yang berarti.

3.4 Pembahasan

Integrasi metode *Farnsworth-Munsell* ke dalam platform web memungkinkan digitalisasi prosedur tes buta warna melalui kalkulasi *Total Error Score* (TES) secara otomatis dan objektif. Validasi metode dilakukan dengan menghitung selisih absolut antara posisi ubin warna yang disusun pengguna terhadap urutan referensi standar, yang kemudian diklasifikasikan ke dalam kategori normal (0–15), ringan (16–30), sedang (31–60), hingga berat (>60). Pendekatan digital ini secara efektif mengeliminasi risiko *human error* dalam perhitungan skor manual serta menawarkan efisiensi waktu dan aksesibilitas yang lebih tinggi dibandingkan penelitian terdahulu yang masih menggunakan perangkat fisik konvensional.

Evaluasi sistem melalui pengujian *System Usability Scale* (SUS) menghasilkan skor rata-rata 72, yang menempatkan aplikasi pada kategori *Good* atau *Acceptable*. Hasil ini menunjukkan bahwa antarmuka berbasis *drag-and-drop* yang dikembangkan mampu memberikan pengalaman pengguna yang intuitif tanpa mengurangi validitas fungsionalitas metode asli. Meskipun pengujian saat ini lebih berfokus pada kelayakan sistem dan validasi fungsional, penelitian ini berhasil memposisikan aplikasi web tersebut sebagai instrumen skrining awal (*pre-screening*) yang reliabel dan mudah dijangkau oleh masyarakat luas untuk deteksi dini gangguan penglihatan warna..

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa aplikasi VisionLab berhasil mengintegrasikan metode *Farnsworth-Munsell* ke dalam platform web sebagai instrumen skrining mandiri yang interaktif. Digitalisasi ini memungkinkan kalkulasi *Total Error Score* (TES) dilakukan secara otomatis dan sistematis, sehingga meminimalisir risiko *human error* pada penilaian manual. Validasi fungsional melalui *Black Box Testing* menunjukkan seluruh fitur berjalan sesuai rancangan, sementara pengujian *usability* menggunakan instrumen SUS terhadap 34 responden menghasilkan skor rata-rata 72,50 (kategori *Good*), yang membuktikan bahwa antarmuka sistem intuitif dan layak digunakan oleh masyarakat luas. Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan dalam hal validasi karena belum dilakukan pengujian perbandingan secara langsung dengan instrumen pemeriksaan fisik standar di lingkungan profesional. Selain itu, cakupan responden pengujian masih terbatas pada skala kecil. Oleh karena itu, pengembangan selanjutnya disarankan untuk melakukan uji korelasi hasil dengan melibatkan praktisi kesehatan mata guna memperkuat fungsi aplikasi sebagai alat bantu identifikasi awal, serta memperluas jumlah dan variasi karakteristik responden untuk meningkatkan cakupan generalisasi hasil. Pengembangan fitur tambahan seperti informasi edukasi tindak lanjut berdasarkan kategori skor juga dapat menjadi nilai tambah bagi efektivitas aplikasi sebagai sarana skrining mandiri di masa depan.

REFERENCES

- [1] A. Wijaya and Muntahanah, "Metode Farnsworth Munsell Berbasis Android," *J. Sci. Appl. Informatics*, vol. 3, no. 1, pp. 41–48, 2020, [Online]. Available: <http://jurnal.umb.ac.id/index.php/JSAI/article/download/848/pdf>
- [2] A. Fanlo-Zarazaga *et al.*, "Validation of a New Digital and Automated Color Perception Test," *Diagnostics*, vol. 14, no. 4, pp. 1–14, 2024, doi: 10.3390/diagnostics14040396.

- [3] R. D. Prasetya, E. Trisusanto, and N. Jayadi, "Deteksi Dini Buta Warna pada Anak dengan Mainan Color Vision Busy book," *J. Pendidik. Anak Usia Dini*, vol. 7, no. 1, pp. 1211–1226, 2023, doi: 10.31004/obsesi.v7i1.2496.
- [4] M. H. Wicaksono, "A Preliminary Survey of Color Discrimination Among Indonesia Female Subjects Using Farnsworth-Munsell Hue Color Test," *J. Elektro*, vol. 15, no. 2, pp. 2–6, 2023.
- [5] M. Y. Andari and W. M. M. Putra, "Defek Penglihatan Warna: Mengenal Perbedaan Buta Warna Kongenital Dan Didapat," *J. Kedokt. Unram*, vol. 11, no. 3, pp. 1021–1027, 2021.
- [6] V. Opoku-yamoah, J. D. Stephen, and K. J. Hovis, "Aging and Color Vision : A Model Using the Farnsworth- - MUNSELL 100- - Hue Test," *Color Res. Appl.*, vol. 50, no. 5, pp. 443–455, 2025, doi: 10.1002/col.22983.
- [7] Z. A. N. Ridhwan, Ellen Proborini, and Ryan Yunus, "Penerapan Metode Farnsworth-Munsell Dalam Perancangan Website Pengetesan Buta Warna," *J. EDU ELEKTROMATIKA*, vol. 5, no. 2, pp. 1–12, 2024.
- [8] I. M. A. Widyadnyana, I. M. A. Mahardiananta, and I. G. A. Haryawan, "Rancang Bangun Alat Tes Buta Warna Metode Ishihara Berbasis Arduino Uno," *Bali Int. Sci. Forum*, vol. 5, no. 2, pp. 74–84, 2024.
- [9] Y. Wahyudin and D. N. Rahayu, "Analisis Metode Pengembangan Sistem Informasi Berbasis Website : A Literatur Review," *J. Publ. Ilm. Bid. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 15, pp. 26–40, 2020.
- [10] R. R. A. F. Mudhoffar and W. Widayat, "Indonesian Journal of Computer Science," *Indones. J. Comput. Sci.*, vol. 13, no. 1, pp. 3169–3181, 2024.
- [11] L. Setiyani, Y. Rostiani, and T. Ratnasari, "Analisis Kebutuhan Fungsional Sistem Informasi Persediaan Barang Perusahaan General Trading (Studi Kasus : PT . Amco Multitech)," *Ris. J. Akunt.*, vol. 4, no. 1, pp. 288–295, 2020.
- [12] L. Setiyani, E. Tjandra, and S. Informasi, "Analisis kebutuhan fungsional aplikasi penanganan keluhan mahasiswa studi kasus:stmik rosma karawang," *J. Inov. Pendidik. Dan Teknol. Inf.*, vol. 02, no. 01, pp. 8–17, 2021.
- [13] A. A. Aziiza and A. N. Fadhilah, "Analisis Metode Identifikasi dan Verifikasi Kebutuhan Non Fungsional," *Technol. Comput. Sci. J.*, vol. 3, no. 1, pp. 13–21, 2020.
- [14] L. Setiyani, "Desain Sistem : Use Case Diagram Pendahuluan," *Semin. Nas. Inov. Adopsi Teknol.*, no. September, pp. 246–260, 2021.
- [15] M. N. Avifuddin and A. Fatmawati, "Sistem Informasi Laporan Kegiatan Relawan Gesit Wilayah Solo," *Kolodium Ris. Mhs.*, 2025.
- [16] S. M. Pulungan, R. Febrianti, T. Lestari, N. Gurning, and N. Fitriana, "Analisis Teknik Entity-Relationship Diagram Dalam Perancangan Database," *J. Ekon. Manaj. Dan Bisnis*, vol. 2, no. 1, pp. 98–102, 2023.
- [17] N. Iuh P. G. G. Saraswati, A. A. K. O. Sudana, and N. K. A. Wirdiani, "Perancangan User Interface dan User Experience Berbasis Web Pada SIMRS Modul Sarana Dan Prasarana," *J. Ilm. Teknol. dan Komput.*, vol. 1, no. 2, 2020.
- [18] A. Ijudin, A. Saifudin, T. Informatika, U. Pamulang, and T. Selatan, "Pengujian Black Box Aplikasi Berita Onlie Dengan Menggunakan Metode Boundary Value Analysis," *J. Inform. Univ. Pamulang*, vol. 5, no. 1, pp. 8–12, 2020.
- [19] G. T. Kurniaji, M. Faqih, E. Ammar, and Y. S. Nugroho, "The Development of UMS Building Catalogue Information System," *J. Tek. Inform.*, vol. 14, no. 1, 2022.
- [20] Welda, D. M. D. Putra, and A. M. Dirgayusari, "Usability Testing Website Dengan Menggunakan Metode System Usability Scale (Sus)s," *Int. J. Nat. Sci. Eng.*, vol. 4, no. 3, pp. 152–161, 2020.