

Penerapan Sistem Bank Soal dengan Metode Ishihara Berbasis IoT Pada Alat Tes Buta Warna

Windanita Tada Bale^(1,a), Imam Tri Harsoyo^{(1,b)*}

⁽¹⁾Jurusan Teknik Elektromedik, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Semarang, Semarang, 5022

Email: ^(a)balewinda@gmail.com, ^(b*)imamtriharsoyo@stikessemarang.ac.id

Diterima (12 Juli 2024), Direvisi (17 Januari 2025)

Abstract. Color blindness is a general term for a condition or condition in which the quality of color vision is impaired. People with color blindness have difficulty distinguishing certain shades of color. Color blindness is also called Color Vision Deficiency (CVD) taking into account the prevalence of color blindness in Indonesia of 0.7% which is a cause of disability. Therefore, it is necessary to develop an Internet of Things (IoT) based color blindness test tool with the application of a question bank system using the Ishihara method which can help users check for color perception disorders which can be implemented by checking color blindness early on. In designing this IoT-based color blindness test tool, measurements were taken on 30 respondents to check the accuracy of the tool that has been designed. This color blindness test tool has an accuracy of 97%. This color blindness test tool functions to help users more easily carry out color blindness tests because it has an IoT base using the NodeMCU ESP32 microcontroller. This tool allows users to not be able to memorize questions like in the color blind test which uses a manual Ishihara book, because the question bank system in this tool involves randomizing the questions and the results can later be accessed via a web server.

Keywords: Color Blind, NodeMCU ESP32, Web Server.

Abstrak. Buta warna merupakan istilah umum suatu keadaan atau kondisi di mana kualitas penglihatan terhadap warna terganggu. Pada penderita buta warna mengalami kesukaran untuk membedakan nuansa warna tertentu. Buta warna juga disebut dengan *Colour Vision Deficiency* (CVD) dengan memperhatikan prevalensi buta warna di Indonesia sebanyak 0,7% yang merupakan penyebab disabilitas. Oleh karena itu perlunya dikembangkan suatu alat tes buta warna berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan penerapan sistem bank soal menggunakan metode Ishihara yang dapat membantu pengguna mengecek gangguan persepsi warna yang dapat diterapkan dengan pengecekan buta warna sejak dini. Dalam perancangan alat tes buta warna berbasis IoT ini dilakukan pengukuran terhadap 30 responden untuk mengecek keakurasian dari alat yang telah dirancang bahwa alat tes buta warna ini memiliki keakurasian 97%. Alat tes buta warna ini berfungsi untuk membantu pengguna untuk lebih mudah dalam melaksanakan tes buta warna karena telah memiliki basis IoT dengan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP32. Dengan alat ini memungkinkan pengguna tidak bisa menghafal soal seperti pada tes buta warna yang menggunakan buku ishihara manual, karena sistem bank soal pada alat tersebut yaitu dengan pengacakan soal yang hasilnya nanti dapat diakses melalui web server.

Kata kunci: Buta Warna, NodeMCU ESP32, Web Server

PENDAHULUAN

Indera Penglihatan (mata) merupakan bagian yang esensial di dalam kehidupan keseharian[1]. Dalam pekerjaan tertentu dibutuhkan kecakapan dalam membedakan

warna secara baik. Tetapi, tidak semua individu mempunyai kecakapan penglihatan warna yang normal. Satu diantaranya yang dikenal dengan buta warna atau yang disebut dengan penderita defisiensi penglihatan warna [1]. Pada umumnya prevalensi buta

warna kerap kali dialami oleh pria daripada wanita. Pada penelitian lain dinyatakan bahwa hampir 1 dari 12 pria mengalami buta warna, sementara hanya 1 dari 200 wanita yang mengalami buta warna. Hal tersebut dikarenakan oleh gen pemicu buta warna yang disebabkan oleh kromosom X pada pria dan wanita sebagai gen pembawa atau resesif yang memiliki dua kromosom X [2].

Buta warna sendiri dipahami sebagai kelainan genetik yang orang tua turunkan kepada anak turunya, masalah dalam penglihatan warna dapat memberikan pengaruh dalam kehidupan suatu individu dikarenakan seseorang menjadi kesulitan pada saat menentukan warna [3]. Umumnya buta warna diklasifikasikan ke dalam dua bagian yakni buta warna parsial yang di mana keadaan seseorang dengan kondisi mata yang tidak bisa melihat warna-warna tertentu dengan baik, karena tidak dapat membedakan warna kuning, hijau, biru, dan merah. Sedangkan buta warna total adalah suatu kondisi mata seseorang yang tidak bisa mengenali dan membedakan semua warna, tetapi seseorang tersebut hanya bisa melihat warna hitam serta putih saja [4]. Berdasarkan etiologinya buta warna ada 2 tipe yaitu buta warna didapat adalah bawaan keturunan dan buta warna kongenital yang di lihat dari tingkat keparahan [5].

Dengan memanfaatkan perkembangan teknologi yang sudah semakin canggih maka, dengan sistem tes buta warna secara manual dapat dikembangkan dengan alat tes buta warna digital yang berbasis *Internet of Things* (IoT) dalam pengembangan teknologi salah satunya di bidang kesehatan agar mempermudah dalam melakukan pemeriksaan buta warna. Untuk bagian pengendali pada alat tes buta warna tersebut memanfaatkan mikrokontroler ESP32 yang merupakan modul berbasis Wi-Fi dengan di program menggunakan software Arduino IDE [6].

Penerapan alat tes buta warna berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan menggunakan Metode Ishihara yang

mampu mengenali penderita buta warna parsial, buta warna total maupun normal yang nantinya hasilnya dapat dilihat melalui web server sebagai pengelola dan penyimpanan data dalam menerima permintaan data hasil pemeriksaan tes buta warna dari *Nextion*. Saat melaksanakan pengecekan tes buta warna ada metode khusus yang digunakan yaitu metode Ishihara [7]. *Nextion* sendiri merupakan sejenis perangkat lunak *Human Machine Interface* (HMI) yang menyediakan user interface sebagai indikator alat yang telah dibuat. Oleh karena itu *nextion* sering digunakan dalam bidang berbasis *Internet of things* (IoT) [8]. Untuk *nextion* yang digunakan dalam perancangan alat ini adalah *nextion* dengan ukuran 7 inch untuk menampilkan gambar pelat-pelat soal berdasarkan metode Ishihara [9].

Berdasarkan pemaparan (Guyton & Hall, 1997) Metode Ishihara adalah metode yang digunakan dalam menetapkan suatu gejala kelainan buta warna berdasarkan pemakaian pelat soal bertitik-titik, di mana pelat soal tersebut dibuat dengan menjadikan satu titik-titik dengan berbagai macam warna yang berbeda [3]. Kemudian dalam penerapan sistem bank soal pada alat tes buta warna yang sudah memiliki basis *Internet of Things* (IoT) ini dengan menggunakan sistem pengacakan bank soal. Pentingnya pengacakan bank soal adalah agar ketika pengguna yang melakukan tes buta warna tidak mendapat soal yang sama karena pada setiap kali pengecekan kemungkinan ada beberapa soal yang sama. Kekurangan pada tes buta warna manual adalah ada kemungkinan pengguna dapat menghafalkan jawaban akibat pengukuran berulang pada pelat sehingga akan berpengaruh pada akurasi pengukuran, berbeda dengan alat tes buta warna berbasis IoT. Alat tes buta warna berbasis IoT dilengkapi dengan algoritma bank soal yang akan selalu mengacak pelat soal secara terus-menerus sehingga setiap pengguna tidak akan mendapatkan soal yang sama meskipun melakukan pengukuran berulang dengan metode penentuan tingkat

buta warna secara kuantitatif [10].

Riset ini dilaksanakan untuk pengembangan alat tes buta warna terkait dengan permasalahan di atas, maka dilakukan suatu perancangan alat tes buta warna yang memiliki kemampuan memiliki kemampuan berbasis Wi-Fi sehingga dapat dengan mudah diakses untuk mempermudah pasien saat melaksanakan tes buta warna sebagai pengganti tes buta warna dengan cara yang masih memakai buku tes Ishihara [11].

METODE PENELITIAN

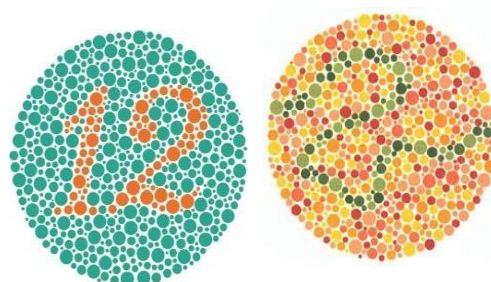
Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dipakai dalam alat ini terdiri dari beberapa tahapan:

1. Perancangan Tes soal

Dalam perancangan soal tes pada alat buta warna berbasis *internet of things* (IoT) menerapkan sistem pengacakan soal yang ada pada bank soal yang tersimpan pada memori alat. Pengacakan soal tersebut dirancang khusus untuk memilih 10 pelat dari jumlah keseluruhan bank soal yaitu 20 pelat. Pengacakan soal tersebut kemudian di desain khusus untuk mampu menarik kesimpulan apakah pengguna yang bersangkutan mengalami buta warna parsial, buta warna total ataupun normal. Alat tes buta warna ini juga mengantisipasi tidak adanya pengulangan pelat soal serta kemungkinan pasien menghafal soal tes buta warna jika dilakukan pengukuran berulang karena selalu dilakukan pengacakan soal secara otomatis. Berbeda dengan metode tes pengukuran buta warna saat menggunakan buku ishihara yang memiliki urutan munculnya pelat yang selalu sama, hal tersebut memungkinkan pasien untuk menghafalkan soal dan mencari jawaban yang benar pada masing-masing pelat ketika dilakukan pengukuran berulang. Pada sistem bank soal terdapat dua tipe soal yaitu soal berupa angka dan soal berupa gambar atau jalur. Pelat soal dapat

ditunjukkan pada Gambar 1, yaitu pelat soal tes buta warna.



Gambar 1. Pelat Soal Tipe Angka dan Jalur

Pada gambar 1 terlihat pelat soal berupa angka yang dirancang untuk bisa dilihat oleh mata normal, dan beberapa pelat soal dirancang khusus untuk menentukan tingkat keparahan buta warna dan jenis cacat penglihatan warna. Sedangkan pada pelat jalur, pasien diminta untuk menelusuri atau menunjukkan alur garis pada pelat.

2. Perancangan *Internet of Things* (IoT)

Dengan semakin berkembangnya ilmu teknologi maka dalam sistem tes buta warna yang pada awalnya manual dapat dialihkan menggunakan alat tes buta warna berbasis digital. Bagian pengendali pada alat tes buta warna IoT menggunakan mikrokontroler berbasis NodeMCU ESP32 yang mampu memperlihatkan data hasil pemeriksaan tes buta warna yang diperoleh mampu diakses melalui jaringan Wi-Fi [7].

3. Perancangan *Spreadsheet*

Dalam perancangan *spreadsheet* ini bertujuan untuk menghasilkan hasil keluaran berupa surat keterangan buta warna apakah hasilnya buta warna parsial, buta warna total serta normal ketika pengguna melaksanakan pengecekan tes buta warna. Kemudian berdasarkan hasil keluaran *spreadsheet* maka akan tertampil pada riwayat hasil tes buta warna pada web yang dapat diakses [12].

PEMERINTAH KOTA SEMARANG
DINAS KESEHATAN
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN SEMARANG
Jl. Kolonel Warsito Sugianto KM. 2,5 Gunungpati Semarang 50222

KEMENKES RI

SURAT KETERANGAN BUTA WARNA
Nomor : 00/00/BW/2024

Yang bertandatangan dibawah ini, menerangkan bahwa :

Nama : ADAM INDRA PRASOJO
Umur : 50 Tahun
Jenis Kelamin : LAKI-LAKI

Telah diperiksa kesehatan untuk keperluan :

Dengan hasil : NORMAL

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

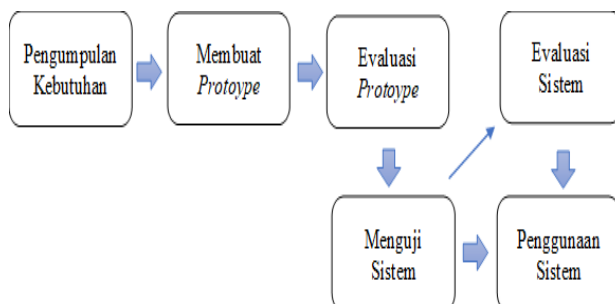
Semarang, 22/10/2024
Dokter yang memeriksa

(.....)

Gambar 2. Hasil keterangan surat buta warna pada *spreadsheet*

Pada Gambar 2 terlihat tampilan *spreadsheet* hasil tes buta warna IoT. Saat data diri pasien di inputkan pada alat yang mencakup nama, umur, jenis kelamin serta hasil tes buta warna, maka pada tampilan *spreadsheet* akan terisi secara otomatis karena data diri pasien disimpan pada *nextion* dan dikirimkan ke *spreadsheet* melalui komunikasi ESP32 sebagai mikrokontroller pengendali dan pengontrol utama berbasis Wi-Fi sebagai proses validasi data pemeriksaan tes buta warna [13].

Metode pengembangan sistem pada alat tes buta warna tersebut menerapkan metode model *prototype*. Metode *prototype* adalah sebuah metode pengembangan sistem perangkat lunak yang menggabungkan berbagai teknik dalam pembuatan model awal alat atau *prototype* untuk menentukan kebutuhan dan merancang sistem secara bertahap [6].



Gambar 3. Tahapan metode *prototype*
Keterangan :

1. Pengumpulan Kebutuhan
Mengidentifikasi seluruh kebutuhan

sistem alat yang hendak diciptakan.

2. Membangun *Prototype*

Merancang model sementara dengan menyusun format input maupun output yang memfokuskan pada penyajian kepada pengguna.

3. Evaluasi *Prototype*

Evaluasi dilaksanakan oleh user atau pengguna apakah *prototype* yang telah dirancang telah sesuai dengan keinginan pengguna.

4. Menguji Sistem

Dilakukan pengujian sistem agar mengetahui apakah sistem alat yang telah di rancang dapat memenuhi kebutuhan dan harus di tes terlebih dahulu sebelum alat digunakan.

5. Evaluasi Sistem

Mengevaluasi apakah sistem yang dirancang sudah sesuai dengan kebutuhan yang ingin digunakan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini membahas uji sistem alat dari hasil rancangan alat yang berfokus pada sistem bank soal menggunakan metode Ishihara. Dalam tes buta warna berbasis IoT ini ada sebanyak 20 pelat soal yang disimpan dalam memori *nextion* dengan algoritma tes buta warna yang berisi lembar gambar-gambar pelat angka dan jalur yang memiliki urutan secara acak.

Algoritma Tes Buta Warna

Di dalam penelitian ini hanya menampilkan 20 soal tes buta warna berlandaskan metode Ishihara yang terdiri dari 12 angka, 4 jalur dan 4 tidak jalur. Ketika melaksanakan tes buta warna, soal yang ditampilkan hanya 10 pelat soal karena pada perancangan tes soal sudah ada beberapa soal khusus yang nantinya akan ditampilkan untuk menyimpulkan kondisi pasien yang di tes apakah hasilnya buta warna total, buta warna parsial ataupun normal [14].

Alat yang telah dirancang dan akan dikembangkan adalah alat tes buta warna

berbasis IoT yang akan menampilkan 20 pelat soal dengan cara acak (random) untuk menghindari penghafalan jawaban pelat soal dan rekayasa hasil tes buta warna seperti pada tes buta warna menggunakan buku Ishihara manual [15].

Tabel 1. Pengambilan Kesimpulan Tes Buta Warna

Kesimpulan Tes	Pengambilan Kesimpulan
Buta Warna Parsial	Jika soal benar yang dijawab kurang dari 6 soal dinyatakan buta warna parsial
Buta Warna Total	Jika soal benar yang dijawab kurang dari 5 soal dinyatakan buta warna total.
Normal	Jika soal benar yang dijawab di atas 7 soal dinyatakan normal.

Pada **tabel 1** menunjukkan bahwa hasil pada tes buta warna berbasis IoT memiliki 3 kemungkinan hasil, yaitu buta warna parsial jika pasien menjawab jawaban yang benar maksimal 6 soal, Buta warna total jika pasien menjawab jawaban yang benar kurang dari 5 soal, dan normal jika menjawab di atas 7 pelat soal yang benar. Adapun untuk urutan algoritma bank soal pada alat tes buta warna ditunjukkan pada **tabel 2**.

Tabel 2. Urutan Algoritma Bank Soal

No Soal	Hasil
Soal ke 1	Angka
Soal ke 2	Angka
Soal ke 3	Angka
Soal ke 4	Jalur/Tanpa jalur
Soal ke 5	Angka
Soal ke 6	Angka
Soal ke 7	Jalur/Tanpa jalur
Soal ke 8	Angka
Soal ke 9	Jalur/Tanpa Jalur
Soal ke 10	Angka

Pada **Tabel 2** merupakan urutan tatanan pelat yang muncul untuk pengujian tes buta warna berbasis IoT, dalam 1 paket pengujian

terdiri dari 10 pelat yaitu: 7 pelat angka yang (terdistribusi pada pelat 1, 2, 3, 5, 6, 8, 10) dan 3 pelat jalur/tanpa jalur (terdistribusi pada pelat 4, 7, 9).

Untuk urutan algoritma bank soal pada alat tes buta warna yang keluar adalah seperti pada **tabel 2** dari data di atas yang dihasilkan berdasarkan hasil 10 kali pengukuran yang telah dilakukan.

Tahapan Dalam Pemeriksaan Tes Buta Warna

Ada beberapa tahapan dalam pemeriksaan tes buta warna menggunakan metode Ishihara, meliputi:

1. Memakai alat tes buta warna Ishihara berbasis *Internet of Things* (IoT).
2. Lama pengamatan dalam membaca soal tipe angka dan jalur maksimum hanya 15 detik.
3. Pada tes pemeriksaan buta warna mampu ditarik kesimpulan:

(1) Buta Warna Parsial

- a. Jika pelat soal yang diberikan mampu menjawab soal benar minimal sebanyak 4 soal dan menjawab salah sebanyak 6 soal dengan soal yang telah di rancang khusus seperti pelat soal angka 97,3,74,16,42,8 dan soal jalur atau tanpa jalur.

(2) Buta Warna Total

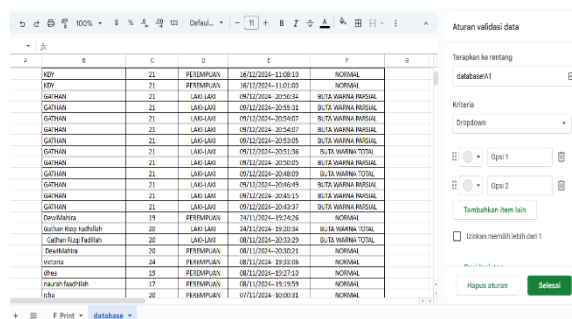
- a. Jika pelat soal yang diberikan mampu menjawab soal benar minimal sebanyak 3 soal dan menjawab soal salah sebanyak 7 soal dengan soal yang telah di rancang khusus untuk buta warna total seperti pelat soal angka 12,5,29,42,6,45 dan soal jalur atau tanpa jalur.

(3) Normal

- a. Pelat soal yang diberikan baik pelat angka maupun jalur atau tanpa jalur dapat terlihat dengan semua pelat soal yang diberikan dengan menjawab soal benar minimal 8 soal dan menjawab soal salah sebanyak 2 soal [14].

Data Spreadsheet

Pada data hasil *spreadsheet* berupa surat keterangan buta warna adalah sebagai komunikasi dari excel melalui proses validasi data untuk memastikan pada hasil pemeriksaan tes buta warna yaitu pada saat pengguna selesai melakukan tes hasilnya akan keluar dan *nextion* mengirim hasil data ke *spreadsheet* agar memastikan bahwa tipe data yang benar serta keakuratan dan kelengkapan data. Validasi data dan database ditunjukkan pada gambar 4, yaitu dari hasil uji coba pengguna yang telah melakukan pemeriksaan buta warna.



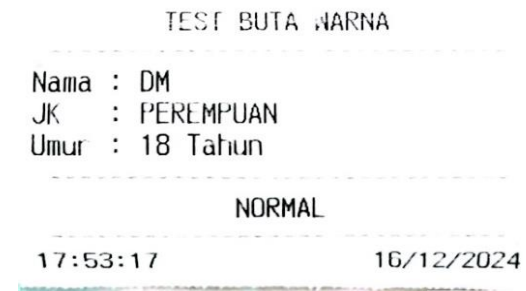
ID	Nama	Jenis Kelamin	Tanggal	Hasil
1	DM	PEREMPUAN	16/12/2024	NORMAL
2	DM	PEREMPUAN	16/12/2024	NORMAL
3	DM	PEREMPUAN	16/12/2024	NORMAL
4	DM	PEREMPUAN	16/12/2024	NORMAL
5	DM	PEREMPUAN	16/12/2024	NORMAL
6	DM	PEREMPUAN	16/12/2024	NORMAL
7	DM	PEREMPUAN	16/12/2024	NORMAL
8	DM	PEREMPUAN	16/12/2024	NORMAL
9	DM	PEREMPUAN	16/12/2024	NORMAL
10	DM	PEREMPUAN	16/12/2024	NORMAL
11	DM	PEREMPUAN	16/12/2024	NORMAL
12	DM	PEREMPUAN	16/12/2024	NORMAL
13	DM	PEREMPUAN	16/12/2024	NORMAL
14	DM	PEREMPUAN	16/12/2024	NORMAL
15	DM	PEREMPUAN	16/12/2024	NORMAL
16	DM	PEREMPUAN	16/12/2024	NORMAL
17	DM	PEREMPUAN	16/12/2024	NORMAL
18	DM	PEREMPUAN	16/12/2024	NORMAL
19	DM	PEREMPUAN	16/12/2024	NORMAL
20	DM	PEREMPUAN	16/12/2024	NORMAL
21	DM	PEREMPUAN	16/12/2024	NORMAL
22	DM	PEREMPUAN	16/12/2024	NORMAL
23	DM	PEREMPUAN	16/12/2024	NORMAL
24	DM	PEREMPUAN	16/12/2024	NORMAL
25	DM	PEREMPUAN	16/12/2024	NORMAL
26	DM	PEREMPUAN	16/12/2024	NORMAL
27	DM	PEREMPUAN	16/12/2024	NORMAL
28	DM	PEREMPUAN	16/12/2024	NORMAL
29	DM	PEREMPUAN	16/12/2024	NORMAL
30	DM	PEREMPUAN	16/12/2024	NORMAL

Gambar 4. Database dan Validasi Data

Database yang ada pada *spreadsheet* ini berupa tabel sebagai objek penting dalam bentuk kumpulan data guna melakukan penyimpanan serta pengolahan data dengan cara real time dan sistematis serta dapat mengidentifikasi data hasil pemeriksaan tes buta dengan mudah. Data di atas berisi nama, umur, jenis kelamin, tanggal dan waktu pemeriksaan serta hasil pemeriksaan.

Hasil Keluaran Printer

Hasil dari keluaran pemeriksaan tes buta warna berupa kertas printer yang dapat langsung dilihat untuk mengetahui hasilnya apakah pengguna buta warna total, buta warna parsial ataupun normal. Ketika pengguna selesai mengerjakan pelat soal, hasil kertas printer dalam pemeriksaan tes buta warna mampu ditunjukkan dalam Gambar 5, yaitu hasil keluaran kertas printer dengan hasil tes normal.



TEST BUTA WARNA

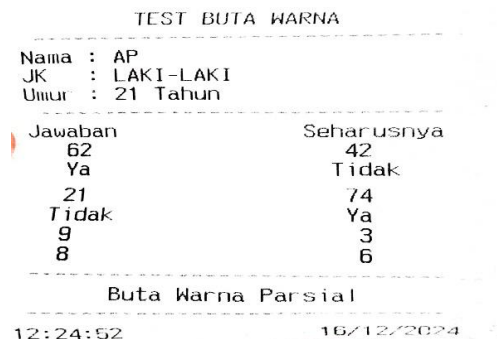
Nama : DM
JK : PEREMPUAN
Umur : 18 Tahun

NORMAL

17:53:17 16/12/2024

Gambar 5. Hasil pemeriksaan tes buta warna normal

Berdasarkan gambar di atas adalah contoh hasil pengujian terhadap responden dengan hasil pemeriksaan tes buta warna normal yaitu pengguna menjawab benar untuk setiap pelat soal yang diberikan berdasarkan penglihatan responden pada saat itu. Hal tersebut dibuktikan dengan tidak adanya koreksi kesalahan menjawab pelat soal, karena pelat soal yang diberikan mampu terlihat dan responden dapat menjawab semua pelat soal dengan benar.



TEST BUTA WARNA

Nama : AP
JK : LAKI-LAKI
Umur : 21 Tahun

Jawaban Seharusnya
62 42
Ya Tidak
21 74
Tidak Ya
9 3
8 6

Buta Warna Parsial

12:24:52 16/12/2024

Gambar 6. Hasil pemeriksaan tes buta warna parsial

Dari gambar 6 di atas adalah hasil keluaran output printer berdasarkan hasil pemeriksaan tes buta warna pada responden yang dikategorikan sebagai buta warna parsial. Seperti yang terlihat pada keluaran output printer, responden dapat mengetahui hasil jawaban yang salah dan setiap responden menjawab pelat soal salah akan dikoreksi oleh alat buta warna berbasis IoT.

Uji Fungsi Alat

Uji Fungsi pada alat dilakukan untuk menguji keseluruhan alat apakah alat yang telah dibuat berfungsi dengan baik atau tidak dan layak pakai. Dalam uji fungsi alat ini meliputi keandalan dan pengujian akurasi alat. Uji fungsi alat ini dilakukan kepada 30 responden yang meliputi 15 responden memiliki mata normal dan 15 responden memiliki kelainan buta warna parsial. Hasil pemeriksaan mata untuk 30 responden sudah tervalidasi oleh dokter pada balai kesehatan menggunakan buku isihara manual dengan rincian seperti di atas (15 responden normal dan 15 responden buta warna parsial). Setelah hasil pengukuran yang dilakukan menggunakan buku isihara manual, maka 30 responden dilakukan pengujian ulang menggunakan alat tes buta warna berbasis IoT dengan hasil yang ditunjukkan pada **tabel 3** dengan responden untuk hasil pengukuran mata normal dan Tabel 4 untuk responden dengan hasil pengukuran buta warna parsial.

Tabel 3. Hasil Uji Coba Menggunakan Alat

Soal	Responden														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Dari **tabel 3** di atas adalah hasil pengujian terhadap 15 responden yang dinyatakan dengan hasil normal oleh dokter balai kesehatan dinyatakan normal juga dengan menggunakan alat tes buta warna berbasis *internet of things* (IoT). Responden dinyatakan dengan hasil normal sesuai pada penjelasan tabel 1 yaitu pengambilan kesimpulan tes buta warna, bahwa jika hasil normal maka maksimal menjawab jawaban yang benar sebanyak 8 pelat soal.

Tabel 4. Hasil Uji Coba Menggunakan Alat

Soal	Responden														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Pada **tabel 4** menunjukkan bahwa hasil dari pengujian terhadap 15 responden yang dinyatakan buta warna parsial oleh dokter balai Kesehatan kemudian setelah dilakukan pengukuran berulang menggunakan alat tes buta warna berbasis IoT menunjukkan hasil yang sedikit berbeda, dengan rincian 14 responden dinyatakan buta warna parsial dan 1 responden dinyatakan buta warna total.

Dari hasil uji coba alat buta warna berbasis IoT kepada 30 responden ternyata 29 responden yang dinyatakan valid oleh dokter balai Kesehatan dan dinyatakan valid juga oleh alat tes buta warna berbasis *internet of things* (IoT), hanya 1 responden yang memiliki hasil yang berbeda terhadap hasil yang dikeluarkan oleh dokter balai kesehatan. Sehingga dari uraian di atas alat buta warna berbasis IoT memiliki akurasi sebesar 96%. Dari hasil tersebut, maka alat buta warna berbasis IoT masih dirasa bagus untuk digunakan sebagai alternatif dalam pengukuran buta warna selain dengan menggunakan buku Ishihara manual dengan segala keunggulan yang ditawarkan.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian dalam penerapan sistem bank soal dengan metode isihara berbasis *Internet of Things* (IoT) pada alat tes buta warna maka dapat disimpulkan

bahwa pada hasil pemeriksaan tes buta warna dengan pelat soal yang telah dirancang dengan sistem pengacakan bank soal. Lalu pada hasil pemeriksaan tes buta warna untuk hasilnya berupa keluaran kertas printer dan hasil pada *spreadsheet* yaitu berupa surat keterangan buta warna berupa hasil yang dikirimkan dari LCD *Nextion* menggunakan koneksi WiFi dengan memberikan sinyal pada mikrokontroller ESP32. Hasil normal didapatkan ketika pengguna menjawab jawaban yang benar di atas 7 soal, Hasil buta warna parsial didapatkan ketika pengguna menjawab jawaban yang benar kurang dari 6 soal dan hasil buta warna total didapatkan ketika pengguna menjawab jawaban yang benar kurang dari 5 soal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pujian serta Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa terkait seluruh berkat serta karunia-Nya. Dengan tidak mengurangi tingginya rasa hormat, penulis mencurahkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang sudah mengulurkan bantuan kepada penulis dalam merampungkan karya tulis ilmiah ini, terutama kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang sudah mencurahkan berkat maupun rahmat-Nya oleh karenanya penulis mampu merampungkan karya tulis ilmiah ini.
2. Ibu saya tercinta, Kakak, Adik serta keluarga penulis yang senantiasa mencurahkan dukungan serta doa penulis demi kesuksesannya.
3. Bapak Imam Tri Harsoyo, S.Pd, M.Si, selaku Pembimbing penulis selama pembuatan karya tulis ilmiah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Octaviano and A. Umbari, "Penerapan Metode Ishihara untuk Mendeteksi Buta Warna Sejak Dini Berbasis Android," *J. Inform. Univ. Pamulang*, vol. 2, no. 1, p. 42, 2017, doi: 10.32493/informatika.v2i1.1516.
- [2] Sumarni, "Prevalensi Buta Warna Pada Calon Mahasiswa yang Masuk di Universitas Tadulako," *J. Biocelbes*, vol. 4, no. 1, pp. 1978–6417, 2010.
- [3] R. Ardiyan, H. Nasution, and T. Tursina, "Aplikasi Tes Buta Warna dengan Metode Ishihara Metode Colour Gradation dan Metode Farnsworth," *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 7, no. 4, p. 250, 2019, doi: 10.26418/justin.v7i4.34184.
- [4] D. Kurniadi, M. M. Fauzi, and A. Mulyani, "Aplikasi Tes Buta Warna Berbasis Android Menggunakan Metode Ishihara," *Penelit. Ilmu Komput. Sist. Embed. dan Log.*, vol. 2, no. 2, p. 452, 2014.
- [5] N. K. A. T. Yasa, I. W. M. M. Putra, and M. Y. Andari, "Defek Penglihatan Warna: Mengenal Perbedaan Buta Warna Kongenital Dan Didapat," *Unram Med. J.*, vol. 11, no. 3, pp. 1021–1027, 2022, doi: 10.29303/jk.v11i3.4730.
- [6] W. Septiana, N. Komalasari, and Djamaludin, "Penerapan Internet Of Things Pada Rancang Bangun Alat Tes Buta Warna Berbasis Mikrokontroler Dengan Metode Ishihara," *JIMTEK J. Ilm. Fak. Tek.*, vol. 1, no. 3, pp. 226–237, 2020.
- [7] M. Nainggolan and J. E. Candra, "Rancang Bangun Alat Bantu Deteksi Warna Bagi Penderita Buta Warna Dengan Output Suara Berbasis Internet Of Things (IoT)," *J. Quancom*, vol. 1, no. 2, pp. 21–26, 2023.
- [8] I. Tri Harsoyo, M. Ulin Nuha ABA, B. Wahyudi, and D. Aji Firmansyach, "Hotplate Magnetic Stirrer Dilengkapi Pengatur Waktu, Suhu dan Kecepatan Melalui LCD Nextion," *J. Teor. dan Apl. Fis.*, vol. 12, no. 01, pp. 103–112, 2024, doi: 10.23960/jtaf.v12i1.14197.
- [9] Y. Nastasia, N. Dopo, I. T. Harsoyo, S. Tinggi, and I. Kesehatan, "Rancang Bangun Alat Buta Warna Dengan Desain Ishihara Digital Menggunakan LCD Nextion," vol. 10, no. 2, pp. 114–

- 122, 2024.
- [10] N. Hamid, J. Fisika, F. Sains, and U. Diponegoro, "Penentuan Tingkat Buta Warna Dengan Metode Segmentasi Ruang Warna Fuzzy Dan Rule-Based Forward Chaining Pada Citra Ishihara," *Youngster Phys. J.*, vol. 4, no. 2, pp. 211–218, 2015.
 - [11] S. Agusta, T. Mulia, and M. Sidik, "Instrumen Pengujian Buta Warna Otomatis," *J. Ilm.ELIT. Elektro*, vol. 3, no. 1, pp. 15–22, 2019, [Online]. Available: [http://pnj.ac.id/upload/artikel/files/elektro/Sofiar Agusta, Tony Mulia dan M.Sidik.pdf](http://pnj.ac.id/upload/artikel/files/elektro/Sofiar%20Agusta,%20Tony%20Mulia%20dan%20M.Sidik.pdf)
 - [12] T. Elektro, P. N. Malang, and J. S. Malang, "Jumlah penyandang buta warna di Indonesia semakin meningkat setiap tahun . Dari total penduduk yang berjumlah 255 juta jiwa , sebanyak 0 , 7 % terkena kelainan genetika yang penyandangnya tidak mampu membedakan tingkat gradasi suatu warna . Sedangkan dilu," vol. 3, pp. 156–167, 2017.
 - [13] S. Widiyanto, K. Adi, H. Danusaputro, J. Fisika, F. Sains, and U. Diponegoro, "Penderita Buta Warna Berbasis Mikrokontroler Avr Atmega16," *Youngster Phys. J.*, vol. 1, no. 4, pp. 133–142, 2013.
 - [14] R. Widianingsih, A. Harsa Kridalaksana, and A. Rofiq Hakim, "Aplikasi Tes Buta Warna Dengan Metode Ishihara Berbasis Komputer," *J. Inform. Mulawarman*, vol. 5, no. 1, pp. 36–41, 2010.
 - [15] P. Diksi *et al.*, *Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember*. 2016.

