

Perancangan Sistem Alat Monitoring Tes Buta Warna *Plate* Ishihara Berbasis *Internet Of Things* (IoT)

System Design Of Ishihara Plate Color Blindtest Monitoring Equipment Based On Internet Of Things (IoT)

1st Ilham
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ilhamlotov@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Rendy Munadi
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

rendymunadi@telkomuniversity.ac.id

3rd Achmad Ali Muayyadi
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

alimuayyadi@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Tes buta warna yang dilakukan dokter umumnya menggunakan buku ishihara yang terdiri dari plat atau lembaran didalamnya terdapat titik-titik dengan berbagai warna dan ukuran. Titik-titik tersebut membentuk lingkaran dengan warna yang sedemikian rupa sehingga orang buta warna tidak akan melihat perbedaan warna seperti yang dilihat mata normal. Tes buta warna dengan buku ishihara harus didampingi oleh dokter untuk mengoreksi jawaban dari pasien dan dokter akan membuat kesimpulan apakah mata pasien tersebut dalam keadaan normal atau buta warna. Akibat dari adanya pendampingan dokter, penulis mencoba melakukan pendekatan alat tes buta warna mandiri tanpa pendampingan dokter. Pada proyek akhir ini, dirancang sebuah alat tes buta warna *plate ishihara* berbasis arduino yang dapat digunakan secara mandiri, sehingga tidak membutuhkan pendampingan dokter dalam pelaksanaan tes buta warna. Alat ini bekerja dengan cara menekan *keypad* untuk menampilkan lembaran ishihara dan menjawab pertanyaan-pertanyaan angka yang muncul pada layar, lalu akan ditampilkan hasil tes yang ditampilkan pada LCD sebagai pedoman. Hasil tes melalui alat ini akan mengkategorikan pasien ke dalam tiga kategori, yaitu buta warna total, buta warna parsial dan mata normal. Lembaran ishihara digerakan secara manual oleh peserta tes secara manual menggunakan tangan. Pada satu kali tes akan akan ditampilkan 10 variasi lembaran ishihara.

Kata kunci — Buta Warna, Lembaran Ishihara, Arduino, LCD, Keypad

Abstract—*Color blindness tests carried out by doctors*

generally use ishihara books consisting of plates or sheets in which there are dots of various colors and sizes. The points form a circle with color in such a way that the color blind will not see the color difference as seen by the normal eyes. The color blind test with an Ishihara book must be accompanied by a doctor to make sure correct the answers from the patient and the doctor will conclude whether the patient's eyes are normal or having color blind. Based on this circumstance, the author tries to have different approach by making an independent colorblind test which not involving the presence of doctors as accompany. On this research, ishihara plate color blindness test is designed using arduino, that can be used independently, so it does not need a companion in carrying out color blindness tests. This tool works by push the keypad to display the ishihara plate and answer the questions of the numbers that appear on the screen and then the test results displayed on the LCD. The test results are divided into three categories, they are total color blindness, partial color blindness and normal eyes. The Ishihara sheet is driven by a DC motor with a control system designed using Arduino. On one test, 10 variations of ishihara sheets will be displayed.

Keywords — *Color Blindness, Ishihara Sheet, Arduino, LCD, Keypad*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia teknologi saat ini memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan kegiatan manusia pada sekarang ini [1]. Seiring dengan hal tersebut, tingkat melek digital pada masyarakat semakin meningkat pada berbagai sektor. Kesadaran masyarakat terkhusus pada pelayanan kesehatan berbasis digital pun semakin meningkat akibat dari adanya informasi yang semakin terbuka. Salah satu yang menjadi fokus pada pelayanan kesehatan mandiri salah satunya pada tes buta warna [1]. Buta warna merupakan suatu keadaan di mana seseorang tidak dapat membedakan warna tertentu yang tidak bisa dibedakan oleh orang lain dengan mata normal [2]. Penelitian lainnya menyatakan satu dari 12 orang pria menderita buta warna, sedangkan wanita hanya 1 dari 200 orang saja yang menderita buta warna [3]. Buta warna dibagi menjadi 2 bagian, yaitu buta warna total dan buta warna parsial, di mana pada buta warna total seseorang hanya melihat semua warna menjadi hitam dan putih saja, sedangkan pada buta warna parsial, seseorang mengalami kesulitan dalam membedakan warna tertentu seperti merah, hijau dan biru [4].

Salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui seseorang apakah mengidap buta warna atau mata normal, yaitu metode Ishihara. Metode ini merupakan tes buta warna yang dikembangkan oleh Dr. Shinobu Ishihara pada tahun 1917 di Jepang dan terus digunakan di seluruh dunia [5]. Pada umumnya tes buta warna dengan metode Ishihara dilakukan secara manual, yaitu dengan cara memperlihatkan lembaran-lembaran gambar *plate* Ishihara yang berisikan berbagai warna dan diantara warna itu terbentuk angka-angka dan didalamnya terdapat titik-titik dengan berbagai warna dan ukuran [5].

Penulis mengusulkan alat pendeteksi warna untuk membantu orang buta warna yang akan digunakan sebagai media uji untuk buta warna. Pada perancangan ini, penulis memanfaatkan peran *Internet of Things (IoT)* yang akan menggunakan web dan *database* yang dapat menyimpan hasil tes buta warna seseorang setelah melakukan tes, serta juga terhubung langsung ke internet untuk mengirimkan datanya ke web. Alat ini mempunyai peran untuk membantu melakukan tes buta warna pada instansi seperti rumah sakit atau puskesmas, sehingga perlu data server dan penerapan *IoT*. Alat pendeteksi warna tersebut dengan menggunakan sensor TCS3200. Kemudian alat ini menggunakan Arduino sebagai mikrokontrollernya, lalu menggunakan *keypad* sebagai *input* untuk memasukkan nilai atau angka yang terlihat pada layar, menggunakan LCD untuk

menampilkan angka yang sudah di masukkan.

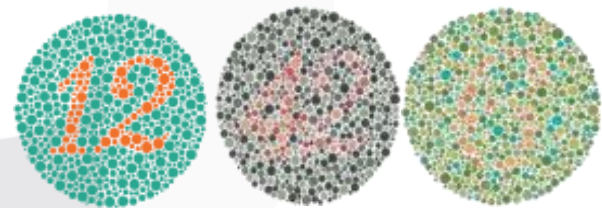
II. KAJIAN TEORI

A. Buta Warna

Buta warna merupakan suatu penyakit turunan yang terjadi di mata. Pada umumnya penderita buta warna hanya mengalami buta warna terhadap warna tertentu. Seperti terhadap warna merah atau hijau. Misalnya, pada mereka yang memiliki kapabilitas dalam membedakan warna kemerahan dan kehijauan, namun bagi mereka yang mengalami buta warna total hanya dapat mengetahui warna putih, hitam putih, dan keabu-abuan. Buta warna umumnya diturunkan ada juga yang didapat misalnya pada penyakit di retina mata[6].

B. Metode Ishihara

Tes metode Ishihara ini adalah tes yang digunakan untuk mendeteksi gangguan persepsi warna, berupa tabel warna khusus berupa lembaran pseudo- isochromatic (*plate*) yang disusun oleh titik-titik dengan kepadatan warna berbeda yang dapat dilihat dengan mata normal, tapi tidak dapat dilihat dengan mata yang mengalami defisiensi sebagian warna [10]. Metode ini biasanya digunakan secara manual yang pada implementasinya, pasien diminta untuk menebak bentuk pola yang tampak pada lembaran tes mata isihara menggunakan buku isihara [11]. Terdapat beberapa kategori fungsi tes, ada yang berperan dalam menentukan kebutaan warna seseorang secara spesifik atau lainnya.



GAMBAR 1.1
PLATE ISHIHARA.

C. Mikrokontroller Arduino Mega

Arduino adalah papan rangkaian elektronik *open source* berbasis mikrokontroller yang berperan dalam proses kontrol suatu *input*/masukan. Untuk model Arduino Mega 2560 merupakan model dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel [12]. Mikrokontoler ini perlu dikonfigurasi dengan bahasa pemrograman Arduino IDE untuk mengonfigurasi program yang nantinya dieksekusi oleh Arduino ATmega 2560 [13].

D. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep suatu benda atau objek ditanamkan teknologi – teknologi,

seperti sensor dan *software* dengan tujuan untuk berkomunikasi, mengendalikan, menghubungkan, dan bertukar data melalui perangkat lain selama masih terhubung ke internet [14].

E. Layanan MQTT

Layanan MQTT merupakan singkatan *Message Queueing Telemetry Transport* yaitu sebuah protocol model *publish-subscribe* yang dibentuk dengan TCP/IP. Cara kerja broker adalah dengan dengan pesan yang masuk dari *publisher* diterima oleh broker, kemudian pesan tersebut diteruskan ke *subscriber* yang telah *mensubscribe* layanan tersebut dengan memasukkan kode – kode tertentu untuk mendapatkan informasi yang dikehendaki.

F. LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan suatu layer bagian dari modul yang dapat menampilkan karakter yang diinginkan [17]. Layer LCD menggunakan dua buah lembaran bahan yang dapat memolarisasikan dan kristal cair diantara kedua lembaran tersebut. Arus listrik yang melewati cairan menyebabkan kristal merata sehingga cahaya tidak dapat melalui setiap kristal karenanya seperti pengaturan cahaya menentukan apakah cahaya dapat melewati atau tidak sehingga dapat mengubah bentuk kristal cairnya membentuk tampilan angka atau huruf pada layer [18].

G. Keypad

Keypad Matriks adalah tombol-tombol yang disusun secara matriks (baris x kolom) sehingga dapat mengurangi penggunaan pin *input*. Sebagai contoh, *keypad matriks* 3 x 4 cukup menggunakan 7 pin *input* untuk 12 tombol [19]. Hal tersebut dimungkinkan karena rangkaian tombol disusun secara horizontal membentuk baris dan secara vertikal membentuk kolom.

H. Sensor Warna TCS3200

Sensor warna adalah sensor yang digunakan pada aplikasi mikrokontroler untuk pendeteksian suatu objek benda atau warna dari objek yang di monitor[20]. Salah satu jenis sensor warna yaitu TCS 3200, TCS3200 merupakan konverter yang diprogram untuk mengubah warna menjadi frekuensi yang tersusun atas konfigurasi *silicon photodiode* dan konverter arus ke frekuensi dalam IC CMOS monolithic yang

I. QoS (*Quality of Service*)

1. *Throughput*

Throughput merupakan *bandwidth* yang diukur pada interval waktu tertentu dimana jaringan dan kecepatan *transfer* data efektif diukur dalam satuan *bit per second* (bps). Secara rumus, *throughput* dapat dirumuskan pada persamaan di bawah ini:

TABEL 1.1
THROUGHPUT TIPHON.

Kategori	Throughput (bps)	Indeks
Jelek	< 25	1
Sedang	50	2
Bagus	75	3
Sangat Bagus	100	4

2. *Delay*

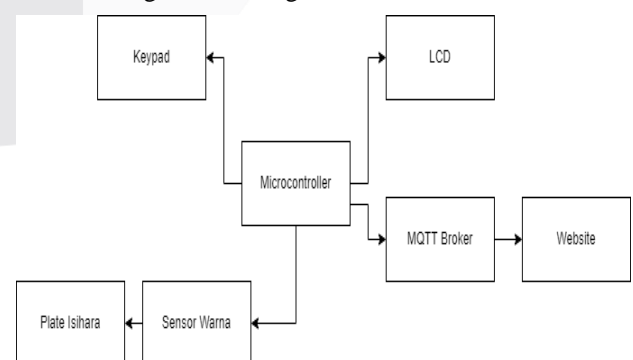
Delay merupakan waktu yang dibutuhkan olah data untuk menempuh jarak agar tiba menuju tempat tujuan. *Delay* dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti media fisik, jarak atau waktu proses yang lama.

TABEL 1.2
DELAY TIPHON.

Kategori	Delay (ms)	Indeks
Jelek	> 450 ms	1
Sedang	300 – 450 ms	2
Bagus	150 – 300 ms	3
Sangat Bagus	< 150 ms	4

III. METODE

A. Blok Diagram Rancangan Sistem



GAMBAR 1.2

BLOK DIAGRAM PERANCANGAN.

Dari gambar diatas, sistem pada alat pendeteksi warna terdiri dari masukan dan keluaran. Setelah mikrokontroler

Arduino ATmega 2560 sebagai mikroprosesor utama dan pengendali server *web* berbasis IoT, mikrokontroler ini kemudian mengelola data masukan dari *keypad* pada sensor warna. Setelah diperoleh data berupa nilai warna melalui sensor, data yang terkirim ke web *database software* IoT untuk diproses lebih lanjut untuk mengidentifikasi jenis warna berdasarkan nilai warna yang diperoleh, lalu menggunakan *keypad* sebagai *input* untuk memasukkan nilai atau angka yang terlihat, kemudian diteruskan kembali pada LCD untuk menampilkan informasi jenis warna yang telah dibaca disensor sebelumnya.

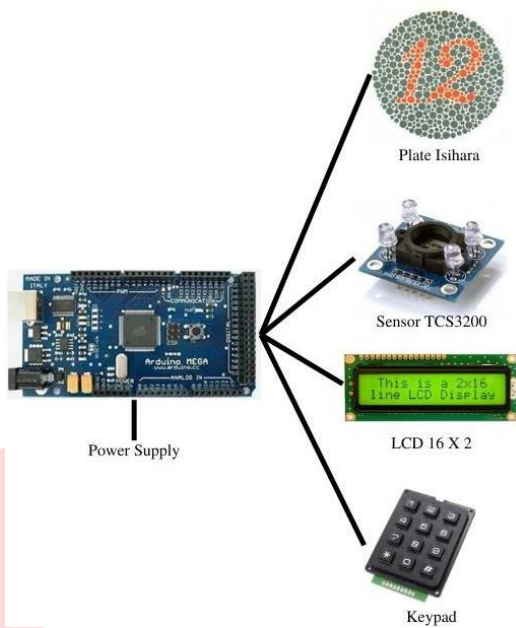
B. Perancangan Perangkat Lunak

Untuk memprogram *board* Arduino, penulis menggunakan aplikasi IDE (Integrated Development Environment) bawaan dari Arduino untuk control alat pengolahan data. Aplikasi ini berguna untuk membuat, membuka, dan mengedit *source code* Arduino. Terdapat istilah *sketch* yang merupakan *source code* yang berisi logika dan algoritma yang akan diunggah ke dalam IC mikrokontroler (Arduino).

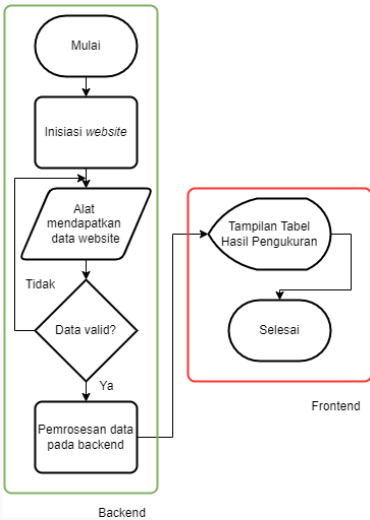


GAMBAR 1.3
APLIKASI PEMOGRAMAN ARDUINO IDE.

C. Perancangan Perangkat Keras



GAMBAR 1.4
RANGKAIAN KESLURUHAN ALAT



GAMBAR 1.5
FLOWCHART KERJA WEBSITE

Id	Nama	Jumlah Besar	Keterangan
1	Orang Ke-1	5	Normal
2	Orang Ke-2	5	Buku Warna Parsial
3	Orang Ke-3	2	Buku Warna Total
4	Orang Ke-4	9	Normal
5	Orang Ke-5	7	Normal
6	Orang Ke-6	10	Normal
7	Orang Ke-7	10	Normal
8	Orang Ke-8	9	Normal
9	Orang Ke-9	5	Normal
10	Orang Ke-10	9	Normal
11	Orang Ke-11	5	Normal
12	Orang Ke-12	5	Normal
13	Orang Ke-13	5	Normal
14	Orang Ke-14	7	Normal
15	Orang Ke-15	5	Buku Warna Parsial

GAMBAR 1.6
TAMPILAN WEBSITE

D. Desain Website

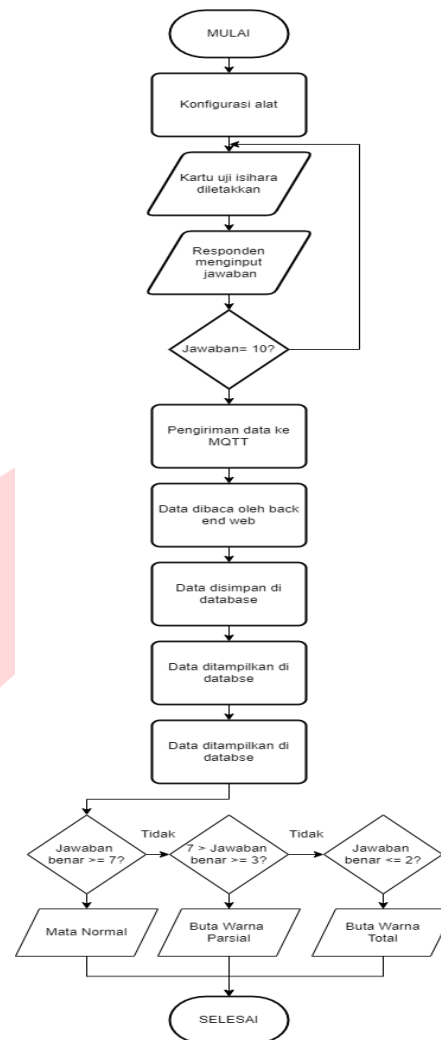
Desain *website* merupakan diagram alir kerja *website* pada rancangan yang dibuat penulis, pada sisi *frontend*, pengguna dapat melihat hasil uji coba yang telah dilakukan serta hasil yang diperoleh dalam bentuk tabel yang dimiliki. Pada sisi *backend*, data *input* yang diterima oleh *database* kemudian diproses menggunakan bahasa pemrograman *javascript*, kemudian hasil dari *frontend* merupakan hasil pengolahan dari *backend*.

E. Prinsip Kerja Alat

Rancangan alat yang dibuat oleh penulis adalah alat uji buta warna menggunakan konsep Isihara berbasis IoT. Sebagai alat tes buta warna, cara kerja dari alat ini yaitu dengan mencolokkan kabel *power* ke laptop lalu, alat akan menyala. Setelah alat menyala, langkah selanjutnya adalah memasukkan jawaban dari *plate* isihara yang telah disediakan dan diinputkan ke alat, kemudian tekan tombol “#” untuk mengunci jawaban tersebut. Jawaban yang sudah dikunci tidak dapat diubah kembali, namun saat pengguna belum mengunci jawaban, jawaban masih bisa diubah dengan menekan tombol “*” sebagai tombol untuk menghapus jawaban yang ingin diganti.

Lalu, setelah pengguna mengunci jawaban, soal akan berlanjut ke soal tes *plate* isihara selanjutnya hingga mencapai sepuluh soal. Jawaban yang telah diinputkan, kemudian dapat dilihat pada LCD 16 X 2, untuk menginformasikan apa yang sudah ditekan pada *keypad*, dan jika ingin dihapus maka harus menekan tombol “*” sebelum mengunci jawaban yang dirasa pasti. Setelah sepuluh soal berhasil terjawab dengan baik, jawaban secara otomatis akan terkirim ke MQTT Broker, yang kemudian diproses oleh *backend database* untuk menentukan apakah peserta tes memiliki penyakit buta warna atau tidak. Kemudian, hasil dari pengujian yang telah diinputkan melalui *keypad* akan ditampilkan melalui *website* yang telah dibuat [22], [23]. Apabila jawaban benar ≥ 7 maka dikatakan mata normal, apabila jawaban diantara ≥ 3 dan < 7 maka dikatakan buta warna parsial, sedangkan untuk responden yang memiliki kelainan buta warna adalah mereka yang hanya mampu menjawab soal benar ≤ 2 [22], [23].

F. Diagram Alir Sistem



GAMBAR 1.7
DIAGRAM ALIR SISTEM

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tujuan Pengujian Alat

Tujuan pengujian ini untuk melihat sejauh mana alat yang dibuat penulis apakah bekerja secara baik atau tidak, begitu juga dengan *software* yang dibuat apakah berjalan dengan baik atau tidak, sehingga di dapatkan hasil dan perbandingan dari apa yang direncanakan sebelumnya.

B. Pengujian Hardware

Pengujian *hardware* dilakukan untuk mengetahui prinsip kerja dan hasil pada masing-masing blok rangkaian yang telah dirancang agar didapatkan kinerja sistem yang sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian *hardware* terdiri dari pengujian fisik alat dan rangkaian elektronik.



GAMBAR 1.8
FISIK ALAT MENYALA.

C. Pengujian Sensor Pada Nilai RGB

Pengujian dilakukan dengan melihat keluaran (*ouput*) dan membaca hasil dari sensor terhadap pengujian masing-masing *plate*. *Ouput* yang akan dikeluarkan dari sensor warna berupa nilai RGB yang akan muncul di *serial monitor* dan dapat menguji tingkat akurasi sensor dengan mendapatkan nilai RGB pada *plate* isihara. Setiap *plate* mempunyai warna yang berbeda-beda yang nanti akan ditangkap oleh sensor warna dan diterjemahkan kepada metode RGB, di mana nilai RGB nya untuk memeriksa dan memverifikasi *user* yang di uji.

TABEL 1.3
HASIL NILAI RGB

Jumlah <i>Plate</i>	R	G	B
<i>Plate 1</i>	96	123	98
<i>Plate 2</i>	108	126	111
<i>Plate 3</i>	103	125	102
<i>Plate 4</i>	102	117	103
<i>Plate 5</i>	103	113	99
<i>Plate 6</i>	99	114	99
<i>Plate 7</i>	94	120	94
<i>Plate 8</i>	100	115	100
<i>Plate 9</i>	101	116	101
<i>Plate 10</i>	101	115	101

TABEL 1.4
HASIL PENGUJIAN AKURASI ALAT.

Jumlah Orang	Score
Orang Ke-1	10
Orang Ke-2	6
Orang Ke-3	2
Orang Ke-4	10
Orang Ke-5	10
Orang Ke-6	10
Orang Ke-7	10
Orang Ke-8	10
Orang Ke-9	10
Orang Ke-10	10
Orang Ke-11	10
Orang Ke-12	10
Orang Ke-13	10
Orang Ke-14	10
Orang Ke-15	6

Dari tabel di atas, merupakan hasil total *score* dari 15 pengujian yang dilakukan pada alat.

TABEL 1.5
DATA *USER* KESELURUHAN

Jumlah Orang	Mata Normal	Buta Warna Parsial	Buta Warna Total
1	✓		
2		✓	
3			✓
4	✓		
5	✓		
6	✓		
7	✓		
8	✓		
9	✓		
10	✓		
11	✓		
12	✓		
13	✓		
14	✓		
15		✓	

Pada tabel di atas, terdapat data *user* keseluruhan yang terbagi menjadi 3 bagian hasil tes buta warna yaitu mata normal, buta warna parsial, dan buta warna total.

TABEL 1.6
HASIL PERHITUNGAN BUTA WARNA

Kriteria Sampel	Alat	
	Jumlah Orang	Persentase
Mata Normal	1	80%
	2	
Buta Parsial	2	13%
Buta Total	1	7%
Hasil	1	100%
	5	

Kriteria Sampel	Manua 1	
	Jumlah Orang	Persentase
Mata Normal	1	80%
	2	
Buta Parsial	2	13%
Buta Total	1	7%

Hasil	1 5	100%
-------	--------	------

TABEL 1.7

HASIL UJI SAMPEL BUTA WARNA *PARSIAL*.

Warna	Buta <i>Parsial</i>	Keterangan
<i>Red</i>	0	-
<i>Green</i>	0	-
<i>Blue</i>	2	Positif

Berdasarkan tabel di atas, merupakan hasil uji yang mengalami buta warna *parsial*, terdapat 2 responden yang mengalami buta warna *parsial* pada bagian warna biru.

TABEL 1.8
HASIL UJI SAMPEL BUTA WARNA TOTAL

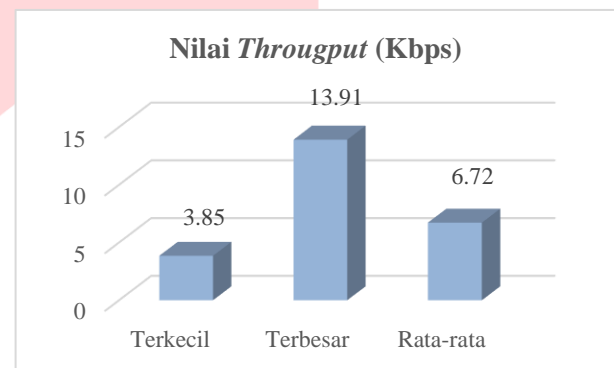
Warna	Buta Warna Total	Keterangan
<i>Red</i> <i>Green</i> <i>Blue</i>	1	Positif

Pada tabel di atas, merupakan hasil uji yang mengalami buta warna total, terdapat 1 responden yang mengalami buta warna total pada bagian warna merah, hijau, biru.

D. Pengujian Quality Of Service

1. Throughput

Hasil dari pengujian *throughput* pada sistem dan alat menggunakan aplikasi *wireshark*. Pengujian *throughput* dilakukan sebanyak 15 kali dengan waktu pengujian 5-10 menit, berikut merupakan hasil nilai *throughput* yang diperoleh dari pengujian pada aplikasi *wireshark*

GAMBAR 1.9
NILAI *THROUGHPUT*

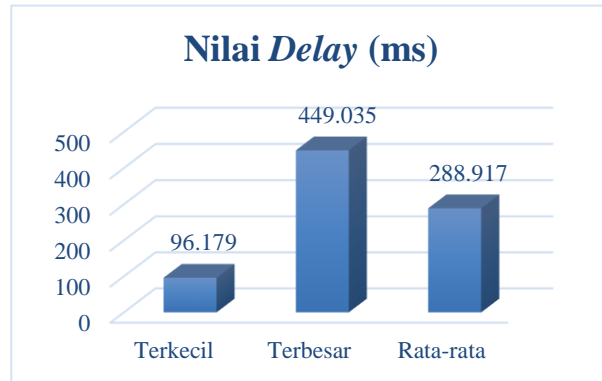
Pada data di atas merupakan pengujian QoS yaitu parameter *throughput* yang telah melalui pengujian sebanyak 15 kali dari jam 08.30 sampai 10.15. Berdasarkan tabel di atas, alat memiliki rata-rata *throughput* sebesar 6.72 kbps. Untuk nilai terkecil 3.85 kbps pada jam 09:35:11 dan nilai terbesar 13.91 kbps pada jam 09:17:12

Berdasarkan hasil pengujian *throughput* di atas, termasuk ke dalam kategori sangat buruk versi TIPHON. Penulis berasumsi bahwa hal tersebut terjadi karena data yang dikirimkan yaitu data sensor yang memiliki ukuran yang kecil, sehingga nilai *throughput* yang didapat juga sangat kecil. Selain itu selama semua data yang dikirimkan dapat diterima dengan baik oleh *database* dan dapat ditampilkan dalam *website* (tidak ada *packet loss*), maka *throughput* dapat dikatakan sangat bagus, karena setiap jenis data memiliki ukuran yang berbeda-beda.

2. Delay

Hasil dari pengujian *delay* pada sistem dan alat menggunakan aplikasi *wireshark*. Pengujian *delay* dilakukan sebanyak 15 kali dengan waktu pengujian 5-10 menit, berikut merupakan hasil nilai *delay* yang diperoleh

dari pengujian pada aplikasi *wireshark*.



GAMBAR 1.10
HASIL PENGUJIAN DELAY.

Pada data di atas merupakan pengujian QoS yaitu parameter *delay* yang telah melalui pengujian sebanyak 15 kali dari jam 08.30 sampai 10.15. Berdasarkan tabel di atas, alat memiliki rata-rata *delay* sebesar 288.917 ms untuk mengirimkan data ke *website*.

E. Pengujian Website

Pengujian *website* hanya dilakukan berdasarkan fungsionalitasnya yaitu untuk menampilkan data *list* orang buta warna, keterangan buta warna berdasarkan *score* yang di dapat saat pengujian, serta tabel 15 data terakhir hasil pengujian yang tersimpan pada *database*.

F. Analisa

Pengujian keseluruhan alat dilakukan dengan mengambil hasil dari tes percobaan alat ini. Di sini penulis memilih 15 orang untuk melakukan pengujian alat. Dalam melakukan sekali tes buta warna ini akan ditampilkan 10 soal *plate ishihara*.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah diujikan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Alat percobaan uji buta warna menggunakan metode isihara dapat bekerja dengan baik dengan mendeteksi buta warna parsial pada warna biru serta buta mata total untuk warna merah, biru, dan hijau.
2. Nilai *throughput* yang dihasilkan oleh alat yang dibuat penulis menunjukkan kualitas yang sangat buruk dengan indeks nilai 1.
3. Nilai *delay* yang dihasilkan oleh alat yang dibuat penulis memiliki kualitas yang bagus dengan indeks nilai 3.

B. Saran

Adapun saran yang dapat penulis usulkan terkait pengembanganselanjutnya dari Tugas Akhir ini antara lain:

1. Butuh pengujian alat dari paramedis untuk lebih memvalidasi akurasi alat yang digunakan untuk menguji kebutaan warna pada seseorang.
2. Butuh dilakukan uji alat langsung pada penderita buta warna parsial, buta warna total, dan keadaan normal berdasarkan riwayat medis resmi sesuai rekomendasi dokter.
3. Butuh pengembangan alat yang dapat mengecek buta warna pada warna keseluruhan, sehingga dapat dicoba lebih banyak orang dan dapat mendeteksi buta warna lebih banyak.

REFERENSI

- [1] D. Prasanti, D. Sri, and S. Indriani, "PENGEMBANGAN TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI DALAM SISTEM E-HEALTH ALODOKTER.COM THE USE OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY IN E-HEALTH SYSTEM ALODOKTER.COM."
- [2] N. Wayan Karolina, M. Pharmawati, and I. Setyawati, "Prevalensi dan frekuensi gen buta warna siswa sekolah dasar di Kabupaten Badung, Bali, Indonesia Prevalence and gene frequency of colour blindness among students of elementary schools in Badung Regency, Bali, Indonesia".
- [3] R. Kurnia, "PENENTUAN TINGKAT BUTA WARNA BERBASIS HIS PADA CITRA ISHIHARA," *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*, 2009.
- [4] D. Kurniadi, M. Mesa Fauzi, and A. Mulyani, "Aplikasi Simulasi Tes Buta Warna Berbasis Android Menggunakan Metode Ishihara," 2016. [Online]. Available: <http://jurnal.sttgarut.ac.id>
- [5] W. Septiana and N. Komalasari, "Penerapan Internet Of Things Pada Rancang Bangun Alat Tes Buta Warna Berbasis Mikrokontroler Dengan Metode Ishihara," 2020.
- [6] F. Nur Efrianty and M. Thoha Nurhadiyan, "Implementasi Metode Ishihara pada Tes Buta Warna (Colour Deficiency) di Klinik Amanda-Anyer," *Jurnal Sistem Informasi*, no. 2, 2018, [Online]. Available: <http://jazma101.multiply.com>
- [7] A. Isnain Tirta Simanjuntak, P. Sari Ramadhan, I. Mariami, S. Informasi, and S. Triguna Dharma, "Aplikasi Penentuan Tingkat Buta Warna Menggunakan Metode Ishihara", [Online]. Available:

- <https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jsi>
- [8] "Ardiyan 34184-75676613874-1-PB".
- [9] S. Nusanti and M. Sidik, "Prevalensi dan Karakteristik Buta Warna pada Populasi Urban di Jakarta," 2021.
- [10] "906-Article Text-932-1-10-20121112".
- [11] F. Nur Efrianty and M. Thoha Nurhadiyan, "Implementasi Metode Ishihara pada Tes Buta Warna (Colour Deficiency) di Klinik Amanda-Anyer," *Jurnal Sistem Informasi*, no. 2, 2018, [Online]. Available: <http://jazma101.multiply.com>
- [12] "IMPLEMENTASI ARDUINO MEGA 2560 UNTUK KONTROL MINIATUR ELEVATOR BARANG OTOMATIS."
- [13] M. Pramudia, A. Salim, and T. Prasetyo, "Prototype Design of Automatic Anchovy Drying Robot Using Arduino ATmega 2560," in *Journal of Physics: Conference Series*, Jul. 2020, vol. 1569, no. 3. doi: 10.1088/1742- 6596/1569/3/032076.
- [14] R. Kanth, T. Korpi, A. Toppinen, K. Myllymäki, J. Chaudhary, and J. Heikkonen, "Educational Approach to the Internet of Things (IoT) Concepts and Applications," Nov. 2019, pp. 233–247. doi: 10.5121/csit.2019.91320.
- [15] "[14]d0be773e442427de974c4e992b1e9211".
- [16] P. Ratta, A. Kaur, S. Sharma, M. Shabaz, and G. Dhiman, "Application of Blockchain and Internet of Things in Healthcare and Medical Sector: Applications, Challenges, and Future Perspectives," *Journal of Food Quality*, vol. 2021. Hindawi Limited, 2021. doi: 10.1155/2021/7608296.
- [17] Saputra G, Yudha *et al*, "PENERAPAN PROTOKOL MQTT PADA TEKNOLOGI WAN (STUDI KASUS SISTEM PARKIR UNIVERSITAS BRAWIJAYA)", *Jurnal Informatik Purnawarman*, vol.12. 2017.
- [18] D. Bosco and S. Y. Rao, "IMPLEMENTATION OF LCD INTERFACING WITH ARM CONTROLLER LPC2148," 2021, [Online]. Available: www.ijstr.org
- [19] A. Siswandi, "PENAMPIL TEKS PADA LCD KARAKTER 16 x 2 BERBASIS MIKROKONTROLER MA 51 AT89S52."
- [20] H. Guntoro, Y. Somantri, and E. Haritman, "RANCANG BANGUN MAGNETIC DOOR LOCK MENGGUNAKAN KEYPAD DAN SOLENOID BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO." [Online]. Available: <http://jurnal.upi.edu/>
- [21] H. Kurniadi Wardana, E. Indahwati, and L. Arifah Fitriyah, "Measurement of Non-Invasive Blood Glucose Level Based Sensor Color TCS3200 and Arduino," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Apr. 2018, vol. 336, no. 1. doi: 10.1088/1757-899X/336/1/012019.
- [22] Dhika R, Viyata, D, Andreswari. "APLIKASI TE SBUTA WARNA DENGAN METODE ISIHARA PADA SMARTPHONE ANDROID". *Jurnal Pseudocode*. Vol. 1. 2014.
- [23] Kurnia, Rahmadi. "PENENTUAN TINGKAT BUTA WARNA BERBASIS HIS PADA CITRA ISISHARA". *Jurnal Elektro Teknik Universitas Anadalas*. Vol. 2009.