

Tes Buta Warna Berbasis Komputer

Maria Widyastuti, Suyanto, Fazmah Arif Yulianto

Jurusan Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi Telkom

Jl. Telekomunikasi, Dayeuh Kolot Bandung 40257 Indonesia. Telp/Fax. (022)7565931

e-mail: idy_selah@plasa.com, suy@stttelkom.ac.id, fay@stttelkom.ac.id

Abstract

Color blindness is a condition where someone could not see the difference between two colors or more. There are some color blindness classifications, and so there exist some methods to test whether or not someone has color-blind symptom (and if so, in what classification). Ishihara test is a standard and simple world wide-known and used test. Ishihara used 38 pages filled with multicolored dots which some of them resembles numbers or colored-path.

There are two most important disadvantages of using Ishihara test tool. First, the tool (book) is not easy to find (or buy), so anyone who wants to take the test usually go to the doctor or some eye-specialist clinics. Second, the images shown in the book were static. It means we can cheat the test by memorizing each number(s) appeared on every page.

Computer-based test can solve those two problems. The application has been evaluated and tested in Rumah Sakit Mata Cicendo Bandung. The result shows, that this particular application can classify up to eight color-blind types (protanopia, deuteranopia, weak protanomali, weak deuteranomali, strong protanomali, strong deuteranomali, and both monochromat complete color blindnesses).

Keywords: *color blind, Ishihara test*

1. Pendahuluan

Penglihatan warna merupakan salah satu fungsi penglihatan yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Pekerjaan-pekerjaan tertentu juga sangat membutuhkan daya beda warna yang baik. Sayangnya tidak semua orang dikaruniai kemampuan penglihatan warna yang normal.

Ada beberapa tes yang ditawarkan untuk mengklasifikasikan penderita buta warna. Namun demikian, belum semua jenis buta warna bisa diidentifikasi sehingga klasifikasi penderita juga belum maksimal. Tes yang akurat dan sensitif biasanya mahal dan memakan waktu yang relatif lama.

Oleh karena itu dirancang suatu perangkat lunak yang dapat menjawab masalah mendasar tersebut dengan memanfaatkan metode Ishihara, dengan tidak menutup kemungkinan melakukan pengembangan dan penggabungan dengan metode lain. Ishihara dipilih karena kepopulerannya.

Dengan aplikasi yang dibangun ini, pengguna (orang awam) dapat dengan mudah melakukan test secara mandiri (*self-testing*). Kelemahan penting dalam metode Ishihara (dan banyak metode lain) adalah sifatnya yang statis, sehingga ada kemungkinan untuk dihafal. Implementasi dalam bentuk program memungkinkan dibangkitkannya gambar-gambar yang memuat angka atau pola berbeda untuk tiap sub pengujian.

Aplikasi ditekankan untuk penderita buta warna turunan, bukan penderita buta warna akuisita/didapat (misalnya karena penyakit) karena belum adanya kajian yang cukup jelas tentang hal tersebut dalam dunia kedokteran. Uji coba dilakukan terhadap beberapa responden kemudian melakukan perbandingan hasil dengan tes buta warna yang dilakukan dokter.

2. Buta Warna dan Pemeriksaannya

2.1 Faktor yang Mempengaruhi Persepsi Warna

Setiap orang normal harus dapat mencocokkan dan membandingkan serta dapat membedakan warna, seseorang yang normal harus menjelaskan tiga sifat khusus yaitu: corak warna (*hue*), saturasi, dan kecerahan warna (*brightness*).

Persepsi terhadap cahaya di pengaruhi oleh lima faktor utama yaitu: kecerahan, saturasi, keadaan adaptasi gelap, warna yang berdekatan serta faktor *fatigue* dan *after images*.

a. Kecerahan (Phenomena Bezold – Brucke)

Dengan bertambahnya kecerahan, warna yang terlihat akan berubah.

b. Saturasi (efek Abney)

Bila pada satu warna ditambah warna putih maka warna tersebut akan menjadi lebih muda (desaturasi warna).

c. Keadaan adaptasi gelap (efek Purkinje)

Ketika siang hari, warna kuning, kuning-hijau dan orange akan terlihat lebih cerah daripada warna biru, hijau dan merah.

d. Warna yang berdekatan

Jika lingkaran warna ungu dikelilingi oleh latar belakang merah, membuat warna ungu (kombinasi merah dengan biru) akan tampak lebih biru. Hal sebaliknya jika latar belakangnya warna biru akan terlihat lebih merah.

e. *Fatigue* dan *after images*

Bila satu warna dilihat terus menerus selama beberapa detik maka warna yang terlihat akan memucat (*desaturasi*) tetapi bila memandang atau melirik pada latar belakang warna putih, maka warna pertama tadi akan terlihat.

2.2 Klasifikasi Buta Warna

Buta warna merupakan suatu kondisi dimana orang tidak dapat membedakan antara dua warna atau lebih. Istilah buta warna kurang tepat, karena sesungguhnya orang-orang yang mempunyai kelainan tersebut masih dapat mengenal warna, hanya daya diskriminasinya lemah. Oleh karena itu lebih tepat disebut kelemahan penglihatan warna (*colour deficiency*), atau cacat penglihatan warna. Namun saat ini tampaknya istilah buta warna telah lazim digunakan.

Buta warna diklasifikasikan dalam dua golongan besar yaitu buta warna kongenital dan buta warna didapat. Buta warna kongenital yang bersifat tetap, di bagi atas tiga jenis yaitu:

a. *Anomali trikhromat*

Suatu keadaan dimana tiga jenis sel kerucut tetap ada, tetapi satu diantaranya tidak normal.

▪ *Protanomali (lemah merah).*

Penderita ini akan memerlukan lebih banyak warna merah dalam memadukannya dengan warna hijau untuk menghasilkan warna kuning.

▪ *Deuteranomali (lemah hijau).*

Penderita ini memerlukan lebih banyak warna hijau dalam memadukannya dengan warna merah untuk menghasilkan warna kuning.

- *Tritanomali (lemah biru).*
Penderita ini membutuhkan lebih banyak biru untuk menghasilkan warna biru-hijau
- b. *Dikhromat*
Suatu keadaan dimana orang hanya mempunyai dua jenis sel kerucut yang fungsional.
 - *Protanopia (buta warna merah).*
Pada penderita ini warna merah sering dibingungkan dengan warna abu-abu, warna oranye, kuning, hijau terlihat hampir sama, hanya berbeda pada saturasinya.
 - *Deuteranopia (buta warna hijau).*
Pada penderita ini warna hijau akan terlihat abu-abu, serta warna merah, oranye, kuning akan membingungkan.
 - *Tritanopia (buta warna biru).*
Pada penderita ini warna kuning akan dibingungkan dengan warna putih dan tidak dapat melihat warna kuning-biru.
- c. *Akhromat*
Suatu keadaan dimana seseorang kehilangan kemampuan untuk membedakan warna dasar.
 - *Monokhromat sel batang.*
Pada penderita ini tajam penglihatan jelek, warna-warna yang terlihat cenderung ke abu-abuan.
 - *Monokhromat sel kerucut*
Pada penderita ini tajam penglihatan masih baik.

2.3 Pemeriksaan Buta Warna

Ada berbagai cara pemeriksaan buta warna yang dapat dipakai, antara lain:

- a. *Tes Lentera*
Digunakan untuk memeriksa kemampuan orang dalam menentukan atau mengidentifikasi warna dari cahaya sinyal yang kecil.
- b. *Tes Homgren*
Merupakan cara lama dengan menggunakan benang sutra berwarna. Seseorang disuruh memilih benang sutra tertentu dari kumpulannya.
- c. *Anomaloskop*
Mempunyai sumber cahaya merah, hijau dan kuning. Prinsip kerja: seseorang disuruh melihat ke layar sempit dan disuruh mencampurkan berbagai proporsi cahaya merah dengan hijau sampai timbul warna kuning standar.
- d. *Lembaran pseudoisokhromatik*
Pertama sekali diperkenalkan oleh Stilling dengan menggunakan gambaran yang terdiri dari bulatan berwarna dengan latar belakang bulatan warna yang berbeda
 - *Ishihara dari Shinobu Ishihara*
Ishihara merupakan pemeriksaan standard dan sederhana yang telah dipakai di hampir seluruh dunia. Terdiri dari bulatan-bulatan berwarna yang disusun berupa angka dan jalur warna, atau jalur warna untuk anak-anak atau buta huruf (38 lembar).
 - *American Optical Company dari Hardy – Rand – Rittler.*
Terdiri dari bentuk segitiga, lingkaran atau tanda X berwarna yang disusun sedemikian rupa sehingga seseorang dapat diperiksa dalam berbagai orientasi.
 - *Lembaran pseudoisokhromatik dari Tokyo Medical College (TMC).*
Terdiri dari 13 lembaran yang dibagi atas 4 kelompok untuk mengklasifikasikan penderitanya.
 - *Tes Farnsworth – Munsell*

Merupakan pemeriksaan kuantitatif pada diskriminasi warna, terdiri dari butiran-butiran warna yang berbeda dalam corak, tetapi dengan saturasi dan kecerahan yang sama. Alat tes ini merupakan pemeriksaan yang paling akurat dan sensitif.

2.4 Cara Pemeriksaan Ishihara

Aplikasi ini berdasarkan metode Ishihara karena alat test ini banyak dipakai, walaupun belum secara maksimal digunakan karena hanya berfungsi untuk menentukan seseorang buta warna atau tidak, atau hanya untuk menentukan seseorang itu buta warna penuh atau parsial. Tapi tidak menutup pengembangan atau penggabungan dengan metode lain karena keterbatasan Ishihara.

Inteprestasi hasil pemeriksaan buta warna ditentukan dari bisa atau tidaknya seseorang membaca angka atau menghubungkan garis (untuk anak-anak atau orang buta huruf) dari setiap halaman. Pada buku Ishihara telah ada patokan khusus sebagai pedoman penilaian yaitu seperti yang tertera di bawah ini:

- Halaman 1: Orang Normal dan kelompok defisiensi warna dapat membaca angka 12.
- Halaman 2 – 5: Orang normal dapat membaca 8,6,9,57.. Buta warna merah-hijau membacanya sebagai 3,5,70,35. Buta warna total tidak dapat membaca satu angkapun.
- Halaman 6 – 9: Orang normal membaca 5,3,15,74. Buta warna merah-hijau membaca sebagai 2,5,17,21. Buta warna total tidak dapat membaca 1 angkapun.
- Halaman 10 – 13: Orang normal membaca 2,6,97,45. Kebanyakan pada kelainan buta warna tidak dapat atau salah membacanya.
- Halaman 14 – 17: Orang normal membaca 5,7,16,73. Kebanyakan pada kelainan buta warna tidak dapat atau salah membacanya.
- Halaman 18 – 21: Kebanyakan pada kelainan merah-hijau membaca 5,2,45,73. Kebanyakan pada orang normal maupun buta warna total tidak dapat membacanya.
- Halaman 22 – 25: Orang normal membaca 26,42,35,96 namun angka 6,2,5,6 terlihat lebih jelas. Pada deuteranopia dan deuteranomali kuat hanya dapat membaca 2,4,3,9 dan deuteranomali ringan dapat membaca 26,42,35,96, namun angka 2,4,3,9 terlihat lebih jelas.
- Halaman 26 – 27: Orang normal dapat menghubungkan garis merah dan ungu dari dua tanda X. Pada protanopia dan protanomali kuat hanya dapat menghubungkan garis ungu, dan pada protanomali ringan dapat menghubungkan kedua garis namun garis ungu lebih mudah diikuti. Pada deuteranopia dan deuteranomali kuat hanya dapat menghubungkan garis merah, dan pada deuteranomali ringan dapat menghubungkan kedua garis namun garis merah lebih mudah diikuti.
- Halaman 28 – 29: Kebanyakan pada kelainan merah-hijau dapat menghubungkan garis diantara 2 tanda X, namun tidak bisa pada orang normal maupun buta warna total.
- Halaman 30 – 31: Orang normal dapat menghubungkan garis hijau kebiruan diantara 2 tanda x, tetapi pada kelainan defisiensi warna umumnya tidak dapat atau mengikuti garis yang lain.
- Halaman 32 – 33: Orang normal dapat menghubungkan garis oranye, tetapi pada kelainan defisiensi warna umumnya tidak dapat atau mengikuti garis yang lain.
- Halaman 34 – 35: Orang normal dapat menghubungkan garis hijau kebiruan dengan hijau kekuningan, tetapi pada kelainan warna merah-hijau dapat menghubungkan garis hijau kebiruan dengan ungu, dan pada buta warna total tidak dapat menghubungkan sama sekali.

Halaman 36 – 37: Orang normal dapat menghubungkan garis ungu dan oranye, tetapi pada kelainan warna merah-hijau dapat menghubungkan garis ungu dan hijau kebiruan, dan pada buta warna total tidak dapat menghubungkan garis sama sekali.

Halaman 38: Orang normal maupun kelainan defisiensi warna dapat menghubungkan garis diantara 2 tanda X.

2.5 Kartu Snellen

Aplikasi ini juga menggunakan kartu Snellen untuk membedakan penderita buta warna penuh monokromat sel batang dan monokromat sel kerucut. Kartu Snellen merupakan kartu untuk memeriksa tajam penglihatan berupa huruf-huruf dengan ukuran yang berbeda yang setiap levelnya membagi penderita berdasarkan tajam penglihatannya dengan membandingkan dengan jarak penglihatan orang normal (tanpa menggunakan kaca mata).

3. Aplikasi Tes Buta Warna

Tujuan utama aplikasi test buta warna ini adalah dapat mengklasifikasikan penderita buta warna secara cepat dan akurat serta dapat memberikan keterangan seorang penderita rentan terhadap warna apa. Dari 38 lembar halaman dari buku Ishihara dipilih dua jenis yang terdiri dari 4 halaman/lembar (2 angka dan 2 liku garis) yang bisa dijadikan patokan dalam pengklasifikasian awal, pengklasifikasian berikutnya berdasarkan bantuan kartu Snellen dan pengalaman dokter.

Berdasarkan *event* sebelumnya/masukan pengguna, aplikasi kemudian membangkitkan angka, huruf dan gambar test pada setiap tahap pengetesan secara random. Setiap angka (dua digit) dan gambar pada tes Ishihara direpresentasikan dalam bentuk matrik. Bilangan random yang dihasilkan akan dikonversi terlebih dahulu menjadi angka yang tersusun dari sejumlah lingkaran berwarna untuk mengisi matriks tersebut. Dengan demikian, pengguna tidak dapat menebak atau menjawab hanya dengan mengandalkan hafalan saja.

Aplikasi akan mengklasifikasikan penderita buta warna berdasarkan input pengguna pada setiap bagian tes. Klasifikasi menggunakan metode *forward chaining* (ilustrasi dan contoh pada lampiran A). Input pengguna diperiksa dan dikelompokkan berdasarkan basis pengetahuan tes.

Berkaitan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi persepsi warna, maka dilakukan pendekatan tertentu dalam pembuatan antarmuka alat test tersebut. Tiga faktor utama yang sangat mempengaruhi adalah corak warna (*hue*), saturasi (*saturation*) dan kecerahan warna (*brightness*). Sehingga pada ketiga faktor itu diterapkan suatu *range* yang dapat memenuhi dalam pembuatan *background* maupun alat test tersebut. Hal ini dilakukan agar apa yang tampak pada layar monitor tidak terlalu jauh berbeda dengan apa yang terlihat pada buku Ishihara. Atau walaupun ada perbedaan, tidak terlalu mempengaruhi hasil tes.

Pada antar muka kartu Snellen dilakukan penyesuaian terutama pada ukuran huruf, karena ukuran kartu Snellen yang asli sangat besar dan harus dilihat pada jarak yang cukup jauh. Pada test dengan kartu Snellen dalam aplikasi ini tidak diperlukan visus berapa besar minus penglihatan, tapi hanya diperlukan apakah seseorang melihat huruf tersebut dengan benar/tidak pada jarak 30 cm. Kemudian akan dihitung berapa benar/salahnya untuk menentukan pengklasifikasian penderita buta warna penuh. Beberapa *screenshot* dari aplikasi terlihat pada lampiran B.

4. Pengujian

Pengujian program aplikasi test buta warna ini terutama dilakukan langsung kepada beberapa penderita buta warna yang pernah melakukan test di Rumah Sakit Mata Cicendo,

Bandung. Pengujian dilakukan berkali-kali pada satu penderita agar dapat lebih dipercaya, terutama dalam tiga faktor yaitu brightness, saturation dan hue.

Lampiran C memberikan sebagian hasil pengujian. Dari hasil pengujian ini terlihat bahwa aplikasi dapat melakukan klasifikasi yang lebih detil dalam waktu yang lebih singkat dibanding dokter (bisa selesai dalam waktu kurang dari satu menit). Meski dapat dilakukan sendiri, pengguna tidak akan dapat melakukan kecurangan (misal : dengan menghafal terlebih dahulu urutan angka yang muncul –seperti halnya pada tes berbasis buku-).

5. Kesimpulan & Pengembangan

5.1 Kesimpulan

- a. Aplikasi ini dapat mengklasifikasikan delapan jenis penderita buta warna (protanopia, deuteranopia, protanomali lemah, deuteranomali lemah, protanomali kuat, deuteranomali kuat, buta warna penuh monokromat sel batang, buta warna penuh monokromat sel kerucut).
- b. Waktu tes bisa lebih singkat. Dengan aplikasi ini membutuhkan waktu tidak lebih dari satu menit, sementara dokter biasanya melakukan tes sekitar lima menit.
- c. Fungsi random dalam membangkitkan gambar tes meningkatkan jaminan tidak adanya kecurangan dalam tes. Setidaknya pengguna tidak dapat menghafal urutan kemunculan angka dan garis.
- d. Belum bisa melakukan klasifikasi terhadap tritanopia dan tritanomali karena tidak adanya referensi yang memadai dan tidak ditemuinya penderita dengan klasifikasi tersebut.

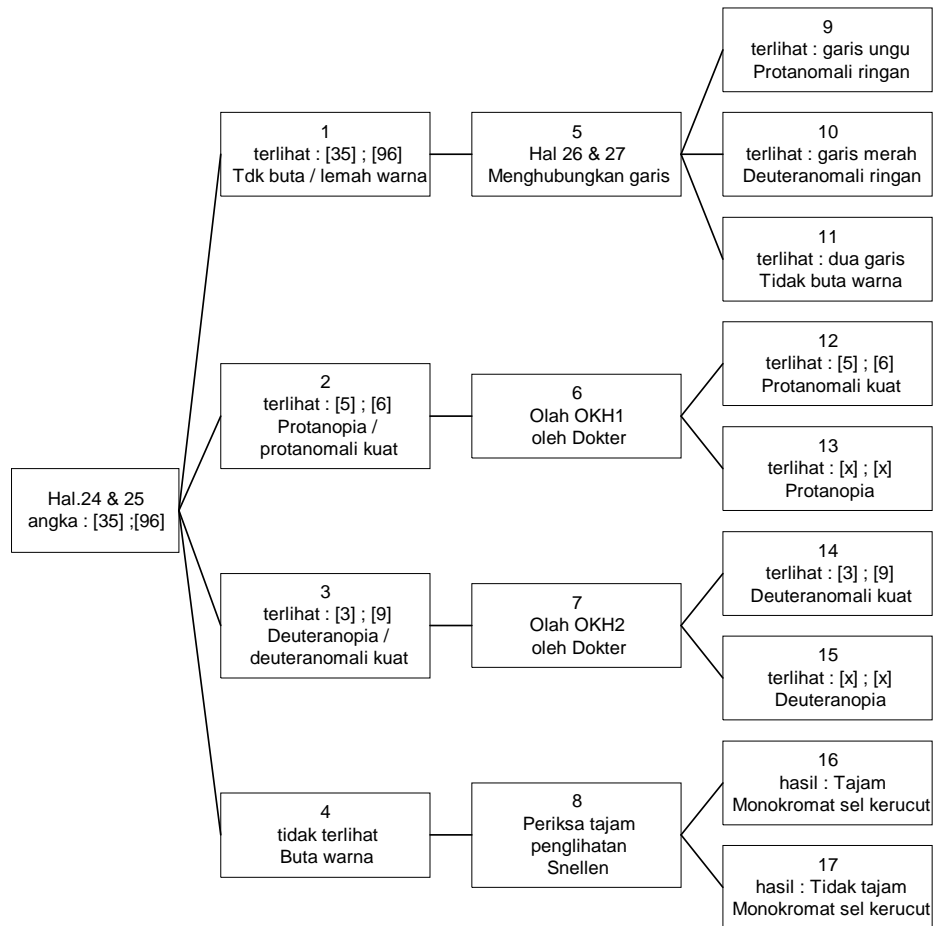
5.2 Pengembangan

- a. Eksplorasi lebih jauh berkaitan dengan atribut warna sehingga tampilan pada monitor betul-betul sama dengan tampilan pada buku tes Ishihara
- b. Memperluas kemampuan aplikasi hingga dapat mengklasifikasikan juga penderita tritanopia dan tritanomali
- c. Pertimbangan penggunaan metode tes lain yang lebih akurat (misal : metode Farnsworth Munsell 100).

Daftar Pustaka

- De – Alwis DV, Kon CH. (1992) *A new way to use the Ishihara test*. J neurol; 239 (8) : 451 – 454.
- Levine Robert I, Drang Diane E and Edelson Barry. (1990) *AI and Expert Systems Second Edition*. McGraw-Hill Book Co-Singapore,.
- Nasution, Anita. (1995) *Thesis Buta Warna*,
- Pokorny Joel & C.Smith Vivianne. *Color vision and night vision*

Lampiran A – Aturan klasifikasi MESIN INFERENSI PENGETESAN



Proses pengetesan awal berdasarkan buku Ishihara, jadi diambil contoh dua lembar acuan pada buku Ishihara yaitu halaman 24 dan 25 (angka 35 dan angka 96). Jika penderita bisa melihat angka 35 dan 96 berarti masuk ke kotak nomor 1, untuk pengklasifikasian sementara akan digolongkan kepada penderita lemah warna/ tidak buta warna. Pengklasifikasian berikutnya dilanjutkan ke kotak nomor 5, berdasarkan dua lembar acuan Ishihara yang berikutnya yaitu halaman 26 dan 27 (berbentuk liku garis). Jika dia hanya melihat garis ungu saja berarti akan masuk ke kotak 9 dan digolongkan kepada penderita protanomali ringan. Jika dia melihat garis merah saja maka akan masuk ke kotak 10 dan digolongkan kepada penderita deuteranomali ringan, Jika dia melihat kedua garis maka akan masuk ke kotak 11 dan digolongkan kepada pengguna yang tidak buta warna.

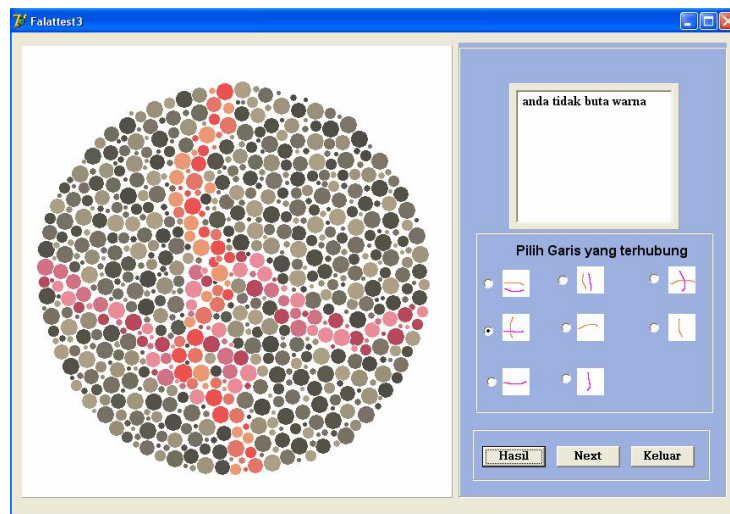
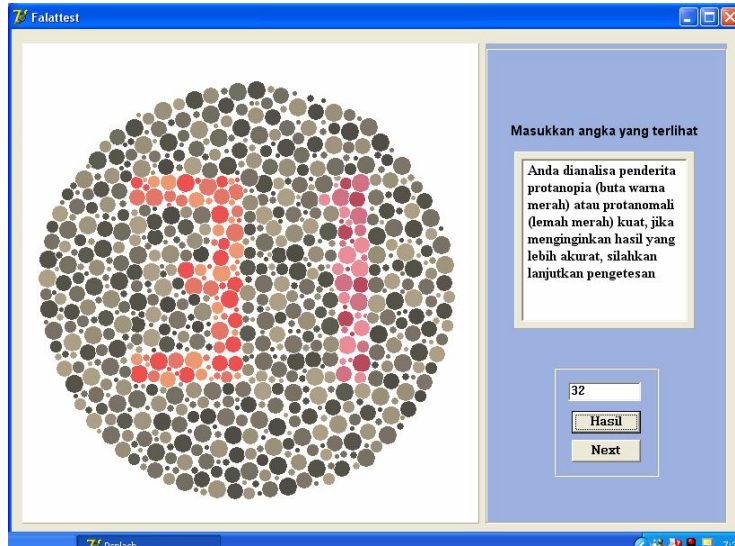
Jika penderita hanya bisa melihat angka 5 dan 6 saja berarti akan masuk ke kotak nomor 2, untuk pengklasifikasian sementara akan masuk ke golongan protanopia/ protanomali lemah. Pengklasifikasian berikutnya masuk ke kotak nomor 6, yang berbentuk lembar Ishihara juga tapi range warna berdasarkan penelitian dokter. Jika dia bisa melihat angka 5 dan 6 maka akan masuk ke kotak 12 dan digolongkan penderita protanomali kuat, jika tidak berarti akan masuk ke kotak 13 dan digolongkan penderita protanopia.

Jika penderita hanya bisa melihat angka 3 dan 9 saja berarti akan masuk ke kotak nomor 3, untuk pengklasifikasian sementara akan masuk ke golongan deuteranopia/ deuteranomali lemah. Pengklasifikasian berikutnya masuk ke kotak nomor 7, yang berbentuk lembar Ishihara juga tapi range warna berdasarkan penelitian dokter. Jika dia bisa melihat

angka 3 dan 9 maka akan masuk ke kotak 14 dan digolongkan penderita deuteranomali kuat, jika tidak berarti akan masuk ke kotak 15 dan digolongkan penderita deuteranopia.

Jika penderita tidak bisa melihat kedua angka berarti akan masuk ke kotak nomor 4, untuk pengklasifikasian sementara akan masuk ke golongan tidak buta warna saja. Pengklasifikasian berikutnya masuk ke kotak nomor 8, yang berbentuk kartu Snellen. Jika dia bisa melihat banyak huruf dengan baik maka akan masuk ke kotak 16 dan digolongkan buta warna penuh monokromat sel kerucut, jika tidak berarti akan masuk ke kotak 17 dan digolongkan penderita buta warna penuh monokromat sel batang.

Lampiran B – Beberapa *screenshot* aplikasi



Lampiran C – Beberapa hasil pengujian

- Nama: A, Laki-laki , umur 17 tahun

Dokter	Tampil	8	6	29	57	74	2	6	97	7	26	35	96
	Terlihat	3	0	39	0	81	0	5	57	4	23	33	91
	Diagnosis	Buta warna parsial											
Aplikasi	Tampil	71	8										
	Terlihat	77	8										
	Diagnosis	Protanomali kuat (lemah merah kuat)											

- Nama: B, Laki-laki, 17 tahun

Dokter	Tampil	6	29	57	3	15	74	97	26	35
	Terlihat	0	0	0	8	17	24	57	16	95
	Diagnosis	Buta warna parsial								
Aplikasi	Tampil	81	2							
	Terlihat	1	x							
	Diagnosis	Deutanopia (buta warna hijau)								

- Nama: C, Laki-laki, 15 tahun

Dokter	Tampil	6	29	57	5	3	15	74	2	6	97	5	7	16	73	35
	Terlihat	3	10	89	2	5	17	21	0	0	0	0	0	0	0	0
	Diagnosis	Buta warna total														
Aplikasi	Tampil	67	Kartu Snellen													
	Terlihat	0	Salah Banyak													
	Diagnosis	Buta warna total monokromat sel batang														