

## PENENTUAN TINGKAT BUTA WARNA BERBASIS HIS PADA CITRA ISHIHARA

Rahmadi Kurnia

Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Andalas, Padang

E-mail: rahmadi\_kurnia@ft.unand.ac.id

### ABSTRAK

Buta warna adalah keadaan dimana seseorang tidak dapat membedakan warna tertentu yang dapat dilihat jelas oleh orang dengan mata normal. Untuk mengetahui keadaan buta warna pada seseorang selama ini adalah dengan menggunakan plates citra Ishihara. Plates Ishihara yang biasa digunakan masih terbatas pada warna merah dan hijau, sehingga belum dapat mengetahui tingkatan buta warna yang dialami oleh seseorang.

Pada penelitian ini dilakukan manipulasi terhadap citra Ishihara yang berwarna merah-hijau menjadi biru-kuning. Program manipulasi dibuat dengan menggeser nilai *hue*, *intensity*, dan *saturation* (HIS) dari citra Ishihara. Plates Ishihara merah-hijau dan biru-kuning kemudian dijadikan sampel pada simulasi pertama untuk tes buta warna. Simpulan dari hasil simulasi pertama menjadi acuan bagi simulasi kedua yang menggunakan sebuah citra warna. Hasil simulasi kedua ini merupakan simpulan akhir yang menentukan tingkat buta warna pada seseorang. Dari simulasi yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa sistem yang dibuat dapat mengklasifikasikan penderita buta warna sesuai dengan tingkatannya serta mampu memvisualisasikan warna-warna yang dilihat oleh penderitanya.

Kata kunci: HIS, Ishihara, manipulasi, simulasi, tingkat buta warna

### 1. LATAR BELAKANG

Salah satu gangguan yang terjadi pada mata adalah buta warna. Buta warna adalah suatu keadaan dimana seseorang tidak dapat membedakan warna tertentu yang bisa dibedakan oleh orang dengan mata normal. Seseorang yang menderita buta warna dapat disebabkan oleh kelainan sejak lahir atau akibat penggunaan obat-obatan yang berlebihan. Buta warna umumnya diderita oleh laki-laki, sedangkan wanita hanyalah sebagai gen pembawa/resesif. Saat ini di Eropa sekitar 8-12% pria dan 0,5-1% wanita menderita buta warna. Penelitian lain menyatakan satu dari 12 orang pria menderita buta warna, sedangkan wanita hanya 1 dari 200 orang saja yang menderita buta warna.

Beberapa penelitian mengenai buta warna telah banyak dilakukan, diantaranya oleh **Luke Jefferson** dan **Richard Harvey**. Dalam papernya yang berjudul *An Interface to Support Color Blind Computer Users*, mereka melakukan penelitian tentang bagaimana metode baru diadaptasikan pada citra digital, sehingga dapat digunakan oleh orang yang buta warna. Simulasi dilakukan terhadap penderita buta warna menggunakan algoritma dan sebuah tes standard untuk buta warna. Penelitian ini bertujuan mengamati panjang gelombang yang diterima oleh penderita buta warna yaitu *long*, *middle*, dan *short* (LMS).

Penelitian lain oleh **R. Balasundaram** dan **Sagili Chandrasekhara Reddy** disampaikan dalam papernya yang berjudul *Prevalence of Color Vision Deficiency Among Medical Students and Health Personnel*. Pada penelitian ini dilakukan tes buta warna terhadap mahasiswa *International Medical University* dan pegawai dari *Seremban Hospital*. Tes ini menggunakan 24 plates citra Ishihara untuk

mengetahui keadaan buta warna pada partisipan yang difokuskan pada jenis buta warna merah-hijau.

Dari dua penelitian di atas belum ada yang menggunakan nilai *hue*, *intensity*, dan *saturation* (HIS) sebagai subjek untuk menentukan tingkatan buta warna pada seseorang. Oleh karena itu, pada penelitian ini penulis mencoba membuat simulasi penentuan tingkat buta warna dengan menghitung sebaran nilai *hue*, *intensity*, dan *saturation* untuk tiap-tiap citra uji. Citra uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra Ishihara. Penghitungan nilai *hue*, *intensity*, dan *saturation* dari citra Ishihara ini dilakukan untuk mengetahui tingkat buta warna pada seseorang, karena selama ini tes Ishihara belum dapat memberikan diagnosa yang jelas mengenai tingkatan buta warna.

### 2. TINGKATAN BUTA WARNA

Ada tiga jenis gangguan penglihatan terhadap warna, yaitu:

#### 1. Monochromacy

*Monochromacy* adalah keadaan dimana seseorang hanya memiliki sebuah sel pigmen *cones* atau tidak berfungsinya semua sel *cones*. *Monochromacy* ada dua jenis, yaitu *rod monochromacy* dan *cone monochromacy*.

a. *Rod monochromacy* (*typical*) adalah jenis buta warna yang sangat jarang terjadi, yaitu ketidakmampuan dalam membedakan warna sebagai akibat dari tidak berfungsinya semua *cones* retina. Penderita *rod monochromacy* tidak dapat membedakan warna sehingga yang terlihat hanya hitam, putih dan abu-abu.

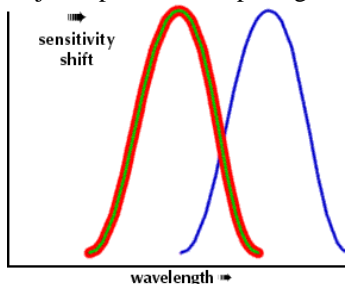
b. *Cone monochromacy* (*atypical*) adalah tipe *monochromacy* yang sangat jarang terjadi yang disebabkan oleh tidak berfungsinya

dua sel *cones*. Penderita *cone monochromacy* masih dapat melihat warna tertentu, karena masih memiliki satu sel *cones* yang berfungsi.

2. *Dichromacy*

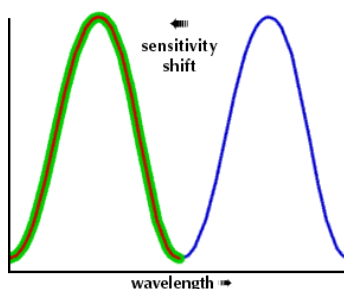
*Dichromacy* adalah jenis buta warna dimana salah satu dari tiga sel *cone* tidak ada atau tidak berfungsi. Akibat dari disfungsi salah satu sel pigmen pada *cone*, seseorang yang menderita dikromatis akan mengalami gangguan penglihatan terhadap warna-warna tertentu. *Dichromacy* dibagi menjadi tiga bagian berdasarkan sel pigmen yang rusak].

a. *Protanopia* adalah salah satu tipe *dichromacy* yang disebabkan oleh tidak adanya *photoreseptor* retina merah . Pada penderita *protanopia*, penglihatan terhadap warna merah tidak ada. *Dichromacy* tipe ini terjadi pada 1% dari seluruh pria. *Protanopia* juga dikenal dengan buta warna merah-hijau seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Perubahan sensitivitas panjang gelombang warna merah

b. *Deutanopia* adalah gangguan penglihatan terhadap warna yang disebabkan tidak adanya *photoreseptor* retina hijau . Hal ini menimbulkan kesulitan dalam membedakan *hue* pada warna merah dan hijau (*red-green hue discrimination*) . Seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Perubahan sensitivitas panjang gelombang warna hijau

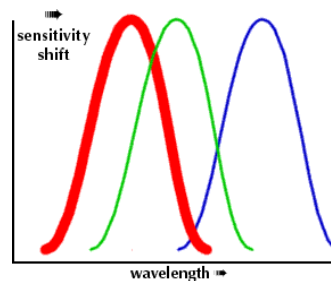
c. *Tritanopia* adalah keadaan dimana seseorang tidak memiliki *short-wavelength cone* . Seseorang yang menderita *tritanopia* akan kesulitan dalam membedakan warna biru dan kuning dari spektrum cahaya tampak. *Tritanopia* disebut juga buta warna

biru-kuning dan merupakan tipe *dichromacy* yang sangat jarang dijumpai.

3. *Anomalous trichromacy*

*Anomalous trichromacy* adalah gangguan penglihatan warna yang dapat disebabkan oleh faktor keturunan atau kerusakan pada mata setelah dewasa. Penderita *anomalous trichromacy* memiliki tiga sel *cones* yang lengkap, namun terjadi kerusakan mekanisme sensitivitas terhadap salah satu dari tiga sel reseptor warna tersebut .

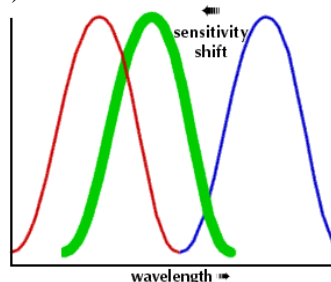
a. *Protanomaly* adalah tipe *anomalous trichromacy* dimana terjadi kelainan terhadap *long-wavelength (red) pigment*, sehingga menyebabkan rendahnya sensitivitas terhadap cahaya merah . Artinya penderita *protanomaly* tidak akan mampu membedakan warna dan melihat campuran warna yang dapat dilihat oleh mata normal.



Gambar 3. Pergeseran panjang gelombang warna merah

Penderita juga akan mengalami penglihatan yang buram terhadap warna spektrum merah. Hal ini mengakibatkan mereka dapat salah membedakan warna merah dan hitam.

b. *Deuteranomaly* disebabkan oleh kelainan pada bentuk pigmen *middle-wavelength (green)* .



Gambar 4. Pergeseran panjang gelombang warna hijau

Sama halnya dengan *protanomaly*, *deuteranomaly* tidak mampu melihat perbedaan kecil pada nilai *hue* dalam area spektrum untuk warna merah, orange, kuning, dan hijau. Penderita salah dalam menafsirkan *hue* dalam region warna tersebut karena *hue*-nya lebih mendekati

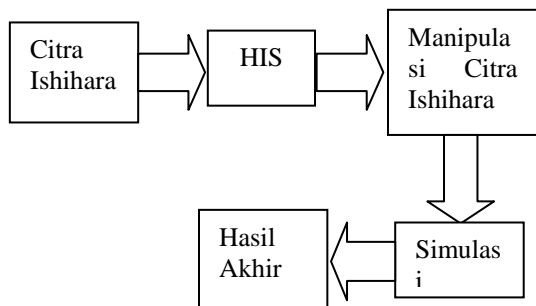
warna merah.. Perbedaan antara keduanya yaitu penderita *deuteranomaly* tidak memiliki masalah dalam hilangnya penglihatan terhadap kecerahan (*brighness*). Seperti terlihat pada gambar 4.

- c. *Tritanomaly* adalah tipe *anomolous trichromacy* yang sangat jarang terjadi, baik pada pria maupun wanita. Pada *tritanomaly*, kelainan terdapat pada *short-wavelength pigment (blue)*. Pigmen biru ini bergeser ke area hijau dari spektrum warna. Tidak seperti *protanomaly* dan *deuteranomaly*, *tritanomaly* diwariskan oleh kromosom 7. Inilah alasan mengapa penderita *tritanomaly* sangat jarang ditemui.

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan untuk mendapatkan hasil akhir. Rencana umum dari penelitian ini dapat digambarkan seperti blok diagram berikut.

### 3. BLOK DIAGRAM SISTEM PENELITIAN

Blok diagram pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar5. Blok diagram penelitian

Penelitian ini dimulai dengan pembacaan citra *original* berupa 24 buah *plates* citra Ishihara. Kemudian proses dilanjutkan dengan menghitung sebaran nilai *hue*, *intensity*, dan *saturation* dari masing-masing *plates*. Dari hasil ini dibuat manipulasi untuk delapan kondisi buta warna yaitu Protanomaly, Protanopia, Deuteranomaly, Deutanopia, Tritanomaly, Tritanopia, Cone Monochromacy, dan Rod Monochromacy. Hasil manipulasi ini dijadikan sampel untuk simulasi pertama yang menggunakan citra Ishihara. Berdasarkan hasil simulasi pertama akan diperoleh simpulan mengenai keadaan mata responden. Kemudian dibuat simulasi kedua dengan menggunakan citra warna untuk membandingkan warna citra asli dengan warna yang dilihat oleh penderita. Langkah terakhir yaitu dilakukan analisis terhadap hasil dari seluruh proses yang telah dilalui dimana analisis ini akan memberikan simpulan akhir.

### 3.1 Citra Ishihara

Citra Ishihara terdiri dari 24 *plates* dimana masing-masingnya memiliki objek, warna objek (*object color*), dan warna latar (*background color*) yang berbeda. Namun, citra Ishihara yang biasa digunakan lebih dominan menggunakan warna merah dan hijau, sehingga hanya dapat digunakan untuk mengetahui buta warna parsial terhadap warna merah-hijau. Sedangkan untuk buta warna parsial terhadap warna biru-kuning akan sulit diketahui dari tes ini karena citra Ishihara sedikit sekali menggunakan warna biru dan kuning. Untuk itulah diperlukan manipulasi 24 *plates* citra Ishihara yang berwarna merah-hijau ini menjadi 48 *plates* dengan penambahan 24 *plates* citra yang berwarna biru-kuning.

### 3.2 Penghitungan Sebaran Nilai Hue, Intensity, dan Saturation (HIS)

Tahap pertama pada penelitian ini adalah menghitung sebaran nilai *hue*, *intensity*, dan *saturation* (HIS) dari 24 *plates* Ishihara. Penelitian ini menggunakan sistem ruang warna HIS karena lebih tepat dan mudah untuk direpresentasikan pada citra berwarna. Sebaran nilai HIS ini perlu diketahui karena akan digunakan pada proses manipulasi 24 *plates* citra Ishihara menjadi 48 *plates*. 24 *plates* citra Ishihara yang berwarna merah-hijau akan diubah warnanya menjadi biru-kuning.

Berikut formula untuk konversi RGB ke HIS dan hasilnya seperti tabel 1:

$$H = \arccos \left( \frac{0.5((R-G)+(R-B))}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \right) \quad (1)$$

$$\text{If } B > G \text{ then: } H = 360^\circ - H$$

$$S = 1 - 3 \frac{\min\{R, G, B\}}{R + G + B} \quad (2)$$

$$I = \frac{(R + G + B)}{3} \quad (3)$$

Tabel 1. HIS warna-warna primer dan beberapa warna sekunder

Warna	H	I	S
Merah	0	120	240
Kuning	40	120	240
Hijau	80	120	240
Cyan	120	120	240
Biru	160	120	240
Magenta	200	120	240

\* Nilai H (hue) dinyatakan dalam derajat

### 3.3 Manipulasi Citra Ishihara

Pada proses manipulasi citra Ishihara ini digunakan bantuan bahasa pemrograman *Microsoft Visual C++ 6.0*. Untuk mengubah *plates* Ishihara yang berwarna merah dan hijau menjadi biru dan kuning, maka terlebih dahulu ditentukan *range* HIS

untuk warna merah dan kuning serta hijau dan biru. Setelah *range*-nya diketahui akan diprogram agar warna merah-hijau ini berubah menjadi warna biru-kuning dengan menggunakan *range* yang sama. Warna merah akan diubah menjadi kuning dan warna hijau akan diubah menjadi warna biru.

Program manipulasi ini bertujuan untuk mendapatkan 24 *plates* citra Ishihara baru dengan warna biru-kuning. *Range hue* untuk warna merah adalah dari 0 – 30 dan 210 – 240 sedangkan warna hijau berada dalam *range* 51 – 110. Warna merah akan diubah menjadi warna kuning dengan rentang *hue* 31 – 50, dan warna hijau diubah menjadi warna biru yang berada dalam *range* 131 – 190. Pengubahan intensitas citra tidak terlalu berpengaruh karena pergeseran yang dilakukan hanya dalam jumlah yang kecil, seperti ditunjukkan pada tabel 2.

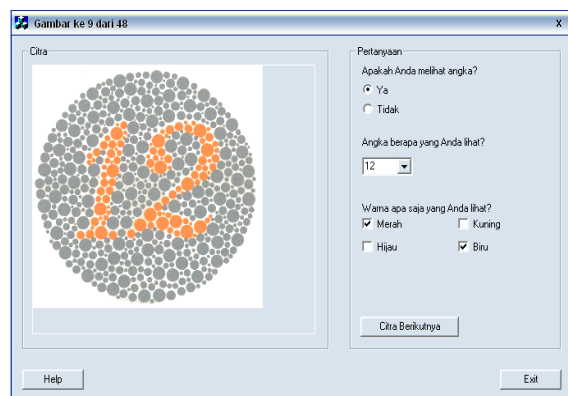
Tabel .2 Range HIS warna-warna primer dan beberapa warna sekunder

Warna	H	I	S
Merah	0 – 30 211 – 240	50 – 200	> 90
Kuning	31 – 50	50 – 200	> 90
Hijau	51 – 110	50 – 200	> 90
Cyan	111 – 130	50 – 200	> 90
Biru	131 – 190	50 – 200	> 90
Magenta	191 – 210	50 – 200	> 90

\* Nilai H (hue) dinyatakan dalam derajat

### 3.4 Simulasi Citra Ishihara

Simulasi citra Ishihara adalah simulasi pertama yang dilakukan terhadap responden. Responden akan diperlihatkan 48 *plates* citra Ishihara dan diminta untuk mengenali objek yang terdapat di dalamnya. Citra yang ditampilkan untuk masing-masing responden akan berbeda urutannya karena diprogram acak/random. Responden akan diberi pilihan untuk masing-masing citra, dimana responden akan diminta mengisikan pilihannya untuk dua pertanyaan utama yaitu angka dan warna.

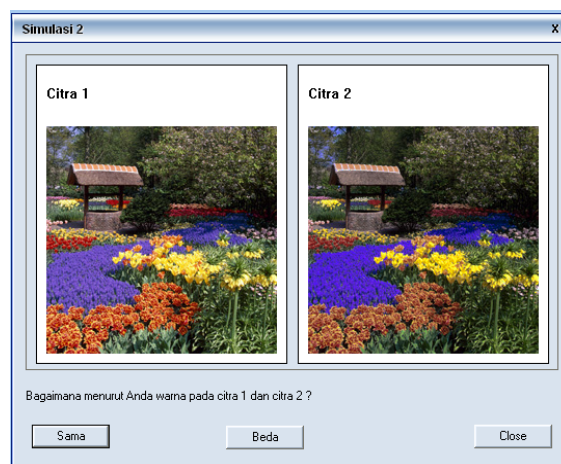


Gambar 6. Tampilan simulasi pertama

Jika responden melihat angka pada citra, maka akan muncul pertanyaan tambahan yaitu angka berapa yang dilihat responden tersebut. Apabila responden tidak melihat angka, maka responden langsung mengisikan pilihan jawaban pada warna yang dilihat pada citra, baik warna objek maupun warna *background*.

### 3.5 Simulasi Citra Warna

Simulasi ini merupakan simulasi kedua dengan menggunakan sebuah citra warna. Simulasi ini dilakukan terhadap responden yang sama, dimana akan ditampilkan dua buah citra warna, yaitu citra asli dan citra yang dilihat oleh responden. Warna pada citra 2 akan disesuaikan dengan tingkatan buta warna yang dialami oleh responden. Sedangkan bagi responden dengan mata normal warna citra kedua adalah warna yang sama dengan citra asli.



Gambar 7. Tampilan simulasi kedua

Responden akan diminta untuk menganalisis warna pada kedua citra dan memberikan simpulan bagaimana warna pada citra 1 dan citra 2. Apabila responden tidak dapat membedakan warna kedua citra tersebut, maka program akan memberikan simpulan akhir jenis atau tingkat buta warna yang dialami oleh responden. Hal ini juga membuktikan bahwa program telah berjalan dengan baik dan memberikan hasil yang tepat.

Analisis dilakukan terhadap jawaban dari form responden dan analisis dari program yang dibuat. Untuk lebih jelasnya akan ditampilkan simpulan dari kelainan yang dialami oleh responden yang meliputi nilai angka dan warna yang dilihat responden dalam bentuk dialog box seperti terlihat pada Gambar 8.

Tampilan di atas merupakan hasil simulasi pertama responden, dimana akan terlihat berapa nilai angka dan warna masing-masing responden pada kategori *red-green* dan *blue-yellow*. Hasil inilah yang menjadi acuan bagi tampilan citra 2 pada simulasi kedua.. Hasil tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

ID	Nilai	Merah - Hijau		Biru - Kuning	
		Nilai	Simpulan	Nilai	Simpulan
001	24   22   20		Buta Warna (Protanomaly)	75   23   1	Normal (Trichromacy)
002	24   22   17		Buta Warna (Protanomaly)	75   24   4	Normal (Trichromacy)
003	5   19   16		Buta Warna (Protanopia)	75   24   1	Normal (Trichromacy)
004	7   23   13		Buta Warna (Deutanopia)	75   24   3	Normal (Trichromacy)
005	7   24   1		Buta Warna (Deutanopia)	75   20   1	Normal (Trichromacy)
006	28   23   24		Buta Warna (Deuteranomaly)	75   15   9	Normal (Trichromacy)
007	14   24   20		Buta Warna (Deutanopia)	75   22   13	Normal (Trichromacy)
008	19   21   20		Buta Warna (Deutanopia)	75   19   20	Normal (Trichromacy)
009	21   21   22		Buta Warna (Protanomaly)	75   8   4	Normal (Trichromacy)
010	25   24   19		Buta Warna (Protanomaly)	75   21   1	Normal (Trichromacy)
011	75   24   19		Normal (Trichromacy)	75   24   4	Normal (Trichromacy)
012	75   18   19		Normal (Trichromacy)	75   21   0	Normal (Trichromacy)

Gambar 8. Tampilan simpulan hasil simulasi tes buta warna

Tabel 3. Klasifikasi responden berdasarkan tingkatan buta warna

Color Deficiency	Male	Female
Protanopia	1	-
Deutanopia	4	-
Protanomaly	3	1
Deuteranomaly	1	-
Overall (red-green)	9	1
Tritanopia	-	-
Tritanomaly	-	-
Cone Monochromacy	-	-
Rod Monochromacy	-	-
Trichromacy	2	-

Berdasarkan hasil dan analisis yang telah dijelaskan di atas, maka dari simulasi pertama diperoleh kesimpulan mengenai objek (angka) yang dilihat oleh masing-masing responden. Dengan tingkat buta warna yang berbeda, responden juga melihat angka yang berbeda satu dengan lainnya.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap responden, diperoleh simpulan sebagai berikut:

1. Pengklasifikasian warna berdasarkan nilai *hue*, *intensity*, dan *saturation* (HIS) dapat digunakan untuk memodifikasi warna citra uji buta warna (citra Ishihara) dengan cara menggeser nilai-nilai HIS citra tersebut secara proporsional sesuai dengan tingkat buta warna seseorang.
2. Penelitian ini telah berhasil melakukan simulasi terhadap penderita buta warna sesuai dengan klasifikasinya secara medis.

3. Sistem yang telah dibuat mampu memvisualisasikan apa yang dilihat oleh penderita buta warna, sehingga memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai pergeseran warna yang dilihat oleh penderitanya.

#### PUSTAKA

- Simanjuntak, Gilbert WS. 2007. "Buku Petunjuk Tes Buta Warna Untuk Orang Tua, Guru, dan Pegawai". Jakarta : Paps Sinar Sinanti.
- Simanungkalit, Bona dan Bien Pasaribu. 2007. "Colour Blind Test Buta Warna". Jakarta : Paps Sinar Sinanti.
- Jefferson, Luke and Richard Harvey. "An Interface to Support Color Blind Computer Users". School of Computing Sciences. University of East Anglia. 2007.
- Balasundaram, R and Sagili Chandrasekhara Reddy. "Prevalence of Color Vision Deficiency Among Medical Students and Health Personnel". Academy of Family Physician of Malaysia. 2006.
- Munir, Rinaldi. 2004. "Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik". Bandung : Informatika.
- Glynn, Earl F. 2007. "Using Color in R". R/Bioconductor Discussion Group. Stowers Institute for Medical Research.
- Eizo Nanao Corporation. 2006. "Color Universal Desain Handbook". CUDO. Japan.
- Color Vision Examination. 2005. "Guidance Note MS7, Third Edition". Published by The Health and Safety Executive.  
<http://colorvisiontesting.com/color8.htm>.
- "[Excellent Explanation of Color Blindness and Considerations When Designing a Webpage](#)". Artikel. Diakses tanggal 12 Maret 2008.
- Kentaro, Oda. 2002. "The Kyushu United Team in the Four Legged Robot". Department of Artificial Intelligence, Kyushu Institute of Technology : Japan.  
<http://www.google.co.id/colorblindness.htm> "Color Blindness". Artikel. Diakses tanggal 6 Maret 2008
- Color Vision Examination. 2005. "Guidance Note MS7, Third Edition". Published by The Health and Safety Executive.