



**UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA**

**MULTI-ARAS RANGKAIAN NEURAL  
UNTUK PENGECAMAN WARNA**

**RAZALI BIN YAAKOB**

**FSKTM 1999 9**

**MULTI-ARAS RANGKAIAN NEURAL  
UNTUK PENGECAMAN WARNA**

**Oleh**

**RAZALI BIN YAAKOB**

**Tesis Diserahkan sebagai Memenuhi Syarat  
bagi Memperolehi Ijazah Master Sains oleh  
Fakulti Sains Komputer dan Teknologi Maklumat  
Universiti Putra Malaysia**

**Mac 1999**



## PENGHARGAAN

*Dengan Nama Allah Yang Maha Pemurah Lagi Maha Penyayang*

Segala puji-pujian ke atas Allah s.w.t yang telah melimpahkan rahmat-Nya juga selawat dan salam kepada Junjungan Nabi Muhammad s.a.w dan keluarganya serta para sahabat yang sama-sama memperjuangkan Islam.

Setinggi-tinggi kesyukuran ke hadrat Illahi kerana dengan limpah dan kurnia-Nya berserta dengan inayah dan izin-Nya jua, maka kajian dan tesis yang bertajuk “*Multi-Aras Rangkaian Neural Untuk Pengecaman Warna*” dapat disiapkan dalam masa yang telah ditetapkan.

Untuk itu, saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada penyelia kajian ini iaitu Dr. Md Nasir bin Sulaiman di atas masa yang telah diluangkan untuk memberi kerjasama dalam menjayakan kajian ini. Begitu juga jawatankuasa penyelia yang terdiri daripada Dr. Ramlan Mahmud, Dr. Abd. Rahman Ramli dan Dr. Mahmud Tengku Muda Mohamed, terima kasih di atas segala bantuan, pandangan dan nasihat yang telah diberikan. Tidak lupa juga kepada saudara Mukhlis dan Jabatan Agronomi yang memberi kerjasama dan tunjuk ajar bagi menggunakan Minolta Chroma Meter.

Penghargaan ini juga ditujukan buat semua pensyarah dan kakitangan Fakulti Sains Komputer dan Teknologi Maklumat di atas kerjasama yang telah diberikan.

Buat yang teristimewa iaitu emak (Mahmi Bte Nordin), abah (Yaakob Bin Ali) dan juga seisi keluarga, terima kasih di atas segala pengorbanan, sokongan, nasihat dan semangat yang telah diberikan selama ini.

Akhir sekali, ucapan terima kasih ditujukan buat orang perseorangan dan rakan-rakan seperjuangan yang membantu sama ada secara langsung atau tidak langsung dalam menjayakan kajian ini. Semoga segala bantuan, kerjasama dan jasa yang telah dicurahkan akan diberkati oleh Allah s.w.t dan diterima sebagai satu ibadah.

Wassalam.

Sekian, terima kasih.

## KANDUNGAN

	<b>Halaman</b>
<b>PENGHARGAAN</b> .....	ii
<b>SENARAI JADUAL</b> .....	vi
<b>SENARAI RAJAH</b> .....	viii
<b>SENARAI NAMA SINGKATAN</b> .....	x
<b>ABSTRAK</b> .....	xi
<b>ABSTRACT</b> .....	xiii
 <b>BAB</b>	
<b>I PENDAHULUAN</b>	
Pengenalan .....	1
Pernyataan Masalah .....	3
Objektif Kajian .....	5
Skop Kajian .....	5
Susunan Tesis .....	7
 <b>II ULASAN KARYA</b>	
Pengenalan .....	8
Definisi Warna .....	8
Minolta Chroma Meter .....	11
Sistem Warna.....	12
 Definisi Rangkaian Neural .....	19
Rangkaian Neural Biologikal .....	21
Sejarah Ringkas Rangkaian Neural .....	22
Senibina Rangkaian Neural .....	23
Contoh Model-Model Rangkaian Neural .....	26
Kaedah Latihan dalam Rangkaian Neural .....	30
 Pengecaman Warna dan Rangkaian Neural .....	32
 <b>III METODOLOGI</b>	
Pengenalan .....	36
Reka Bentuk Multi-Aras Rangkaian Neural untuk Pengecaman Warna ....	36
Bahagian Pra-Pemprosesan .....	38
Bahagian Pembelajaran .....	39
Bahagian Panggil Semula .....	48

<b>IV</b>	<b>KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN</b>	
	Pengenalan .....	51
	Eksperimen Awal Menggunakan CPN .....	51
	Eksperimen Awal Menggunakan BP .....	55
	Eksperimen CPN dengan 808 Data .....	58
	Eksperimen Multi-CPN bagi 100 Data .....	61
	Eksperimen Multi-CPN dengan 808 Data .....	63
	Perbincangan .....	67
<b>V</b>	<b>KESIMPULAN</b>	
	Pengenalan .....	80
	Kesimpulan .....	80
	Cadangan Kajian Lanjutan .....	82
	<b>BIBLIOGRAFI</b> .....	84
	<b>LAMPIRAN</b> .....	87
	<b>BIODATA</b> .....	93

## SENARAI JADUAL

Jadual		Halaman
2.1	Nilai Tristimulus bagi Punca Cahaya .....	15
4.1	Peratus Pengecaman CPN (100 data) dengan Nilai Awal Kejiranan 5 dan Saiz Lapisan Persaingan 500 .....	53
4.2	Peratus Pengecaman CPN (100 data) dengan Nilai Awal Kejiranan 10 dan Saiz Lapisan Persaingan 500 .....	53
4.3	Peratus Pengecaman CPN (100 data) dengan Nilai Awal Kejiranan 5 dan Saiz Lapisan Persaingan 1000 .....	53
4.4	Peratus Pengecaman CPN (100 data) dengan Nilai Awal Kejiranan 10 dan Saiz Lapisan Persaingan 1000.....	53
4.5	Peratus Pengecaman BP (100 data) dengan Saiz Lapisan Tersembunyi 10 .....	56
4.6	Peratus Pengecaman BP (100 data) dengan Saiz Lapisan Tersembunyi 50 .....	56
4.7	Peratus Pengecaman BP (100 data) dengan Saiz Lapisan Tersembunyi 100 .....	56
4.8	Peratus Pengecaman BP (100 data) dengan Saiz Lapisan Tersembunyi 150 .....	56
4.9	Peratus Pengecaman CPN (808 data) dengan Nilai Awal Kejiranan 5 dan Saiz Lapisan Persaingan 500 .....	59
4.10	Peratus Pengecaman CPN (808 data) dengan Nilai Kejiranan 10 dan Saiz Lapisan Persaingan 500 .....	59
4.11	Peratus Pengecaman CPN (808 data ) dengan Nilai Awal Kejiranan 5 dan Saiz Lapisan Persaingan 1000 .....	60
4.12	Peratus Pengecaman CPN (808 data) dengan Nilai Awal Kejiranan 10 dan Saiz Lapisan Persaingan 1000 .....	60
4.13	Peratus Pengecaman Multi-CPN (100 data) dengan Nilai Awal Kejiranan 5 dan Saiz Lapisan Persaingan 500 .....	62



4.14	Peratus Pengecaman Multi-CPN (100 data) dengan Nilai Awal Kejiranan 10 dan Saiz Lapisan Persaingan 500 .....	62
4.15	Peratus Pengecaman Multi-CPN (808 data) dengan Nilai Awal Kejiranan 5 dan Saiz Lapisan Persaingan 500 .....	64
4.16	Peratus Pengecaman Multi-CPN (808 data) dengan Nilai Awal Kejiranan 10 dan Saiz Lapisan Persaingan 500 .....	64
4.17	Peratus Pengecaman Multi-CPN (808 data) dengan Nilai Awal Kejiranan 5 dan Saiz Lapisan Persaingan 1000 .....	64
4.18	Peratus Pengecaman Multi-CPN (808 data) dengan Nilai Awal Kejiranan 10 dan Saiz Lapisan Persaingan 1000 .....	64
4.19	Peratus Pengecaman Multi-CPN (808 data) dengan Nilai Awal Kejiranan 10 dan Saiz Lapisan Persaingan 1000 .....	66
4.20	Peratus Pengecaman Multi-CPN (808 data) dengan Nilai Awal Kejiranan 12 dan Saiz Lapisan Persaingan 1000 .....	66
4.21	Peratus Pengecaman Multi-CPN (808 data) dengan Nilai Awal Kejiranan 10 dan Saiz Lapisan Persaingan 1500 .....	66
4.22	Peratus Pengecaman Multi-CPN (808 data) dengan Nilai Awal Kejiranan 12 dan Saiz Lapisan Persaingan 1500 .....	66
4.23	Peratus Pengecaman Multi-CPN (808 data) dengan Nilai Awal Kejiranan 10 dan Saiz Lapisan Persaingan 2000 .....	67
4.24	Peratus Pengecaman Multi-CPN (808 data) dengan Nilai Awal Kejiranan 12 dan Saiz Lapisan Persaingan 2000 .....	67
A01	Sampel Input Sebelum dan Selepas Proses Penormalan....	87
A02	Senarai Nama Warna Bagi Setiap Set .....	88
A03	Contoh Sebahagian Data Input Bagi Senarai Nama .....	89
A04	808 Sasaran Input Untuk 808 Data Input Mengikut Kumpulan .....	90





## SENARAI RAJAH

<b>Rajah</b>		<b>Halaman</b>
1	Perwakilan Warna RGB .....	8
2	Perwakilan <i>Hue</i> , <i>Luminance</i> dan Kepekatan .....	9
3	Sistem Warna dalam Bentuk Tiga Dimensi (3D) .....	10
4	Gambarajah Kromatisiti CIE 1931 <i>x</i> , <i>y</i> .....	14
5	Permukaan Warna $L^*a^*b^*$ dan Perbezaan Warna $\Delta E^*_{ab}$ .....	16
6	Neuron Biologikal .....	22
7	Senibina Rangkaian Neural .....	24
8	Rangkaian Neural Lapisan Tunggal .....	25
9	Rangkaian Neural Multi-Aras .....	25
10	Rangkaian Neural dengan Perhubungan antara Nod .....	26
11	Struktur Rangkaian BP dengan 1 Lapisan Tersembunyi .....	28
12	Struktur Rangkaian CPN Tiga Lapisan .....	29
13	Proses Multi-Aras Rangkaian Neural untuk Pengecaman Warna Secara Umum .....	37
14	Struktur Hirarki Proses Multi-Aras Rangkaian Neural untuk Pengecaman Warna Secara Umum .....	37
15	Turutan Proses bagi Bahagian Pra-Pemprosesan .....	38
16	Senibina Rangkaian CPN bagi 100 dan 808 Data .....	40
17	Senibina Rangkaian Multi-CPN .....	41
18	Penyusutan Kawasan Kejiranan .....	42
19	Graf Peratus Pengecaman Melawan Bilangan Pusingan CPN (100 Data) bagi 1 Set Data Dilatih .....	54
20	Graf Peratus Pengecaman Melawan Bilangan Pusingan CPN (100 Data) bagi 2 Set Data Dilatih .....	54

21	Graf Peratus Pengecaman Melawan Bilangan Pusingan BP (100 Data) bagi 1 Set Data Dilatih .....	57
22	Graf Peratus Pengecaman Melawan Bilangan Pusingan BP (100 Data) bagi 2 Set Data Dilatih .....	57
23	Graf Peratus Pengecaman Melawan Bilangan Pusingan CPN (808 Data)	60
24	Graf Peratus Pengecaman Melawan Bilangan Pusingan CPN dan Multi-CPN (100 Data) bagi 1 Set Data Dilatih .....	62
25	Graf Peratus Pengecaman Melawan Bilangan Pusingan Multi-CPN (808 Data) .....	65
26	Peratus Pengecaman bagi CPN (100 Data) .....	69
27	Graf Masa Pembelajaran Melawan Bilangan Pusingan CPN (100 Data) ..	71
28	Peratus Pengecaman Bagi CPN (808 Data) .....	74
29	Perbezaan Peratus Pengecaman di antara CPN dan Multi-CPN (100 Data) .....	75
30	Perbezaan Peratus Pengecaman di antara CPN dan Multi-CPN (808 Data) .....	78
31	Graf Masa Pembelajaran Melawan Bilangan Pusingan CPN dan Multi-CPN (808 Data) .....	79



## SENARAI NAMA SINGKATAN

BP	Backpropagation
CPN	Counterpropagation Network
CIE	Commission Internationale de l'Eclairage

Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Putra Malaysia sebagai memenuhi keperluan untuk Ijazah Master Sains.

**MULTI-ARAS RANGKAIAN NEURAL UNTUK PENGECAMAN WARNA**

Oleh

**RAZALI BIN YAAKOB**

**Mac 1999**

**Pengerusi : Md. Nasir bin Sulaiman, Ph. D.**

**Fakulti : Sains Komputer dan Teknologi Maklumat**

Keperluan sistem pengecaman warna secara automatik dalam industri, aplikasi secara komersil, mahupun pertanian telah menjadi semakin penting. Contohnya seperti pengkodan warna dalam pembuatan barangan elektrik, kesesuaian ton warna dalam menyamak kulit binatang dan dalam industri cat, pengecaman warna sebagai bantuan bagi yang buta atau buta-warna dan pengecaman sebagai parameter yang boleh dipercayai bagi pengecaman objek dalam robotik. Contoh yang lebih khusus ialah pengkelasan warna berlian, pengawalan kualiti bagi pembuatan kertas warna dan penggredan buah-buahan berdasarkan warna.

Kaedah multi-aras rangkaian neural digunakan untuk mengecam warna secara automatik. Data yang mewakili warna diimbas menggunakan Minolta Chroma Meter yang berupaya menukarkan warna kepada nilai. Ia menyediakan



lima sistem warna bagi pengukuran kromatisiti iaitu CIE  $Yxy$ ,  $L^*a^*b^*$ ,  $L^*C^*H^0$ , Hunter Lab dan XYZ. Hanya sistem warna  $L^*a^*b^*$  yang digunakan bagi kajian ini.

Pada awal kajian, dua jenis rangkaian neural digunakan iaitu *backpropagation* (BP) dan *counterpropagation* (CPN). Sebanyak 100 data (warna) digunakan sebagai pengujian. Hasilnya didapati dalam masa yang singkat, CPN telah mencapai 100% pengecaman data yang dilatih dan data yang tidak dilatih berbanding dengan BP yang hanya mencapai 49% pengecaman bagi data dilatih dan 48% bagi data tidak dilatih.

Apabila bilangan data ditambah kepada 808, proses latihan memerlukan ruang ingatan yang besar, masa pembelajaran yang lebih lama dan peratus pengecaman kurang memuaskan. Bagi menyelesaikan masalah tersebut, gabungan dua rangkaian CPN telah dibangunkan. Hasilnya peratus pengecaman bertambah baik berbanding kajian awal dengan 99% pengecaman bagi data yang dilatih dan data yang tidak dilatih.

Abstract of thesis presented to the Senate of Universiti Putra Malaysia in fulfilment of the requirements for the degree of Master of Science.

**MULTI-LAYER NEURAL NETWORK FOR COLOUR RECOGNITION**

By

**RAZALI BIN YAAKOB**

**March 1999**

**Chairman : Md. Nasir bin Sulaiman, Ph. D.**

**Faculty : Computer Science and Information Technology**

The need for an automatic colour recognition system for industrial and commercial applications as well as in agriculture is very crucial. Existing examples of usage include colour coding in manufacturing of electrical equipment, colour matching of tones in tanneries and paint industry, aid for colour recognition to the blind and colour-blind, and colour recognition as a powerful and reliable parameter for object recognition in robotics. Specific examples include diamond colour sorting, quality control for the manufacturing of coloured paper and grading of fruits based on colour.

Multi-layer neural network method is used to recognize the colours automatically. The data that represent the colours are scanned using Minolta Chroma Meter which capable to change colour into values. It offers five different colour systems for measuring absolute chromaticity, that is, CIE  $Y_{xy}$ ,  $L^*a^*b^*$ ,  $L^*C^*H^0$ , Hunter Lab and XYZ. In this study, only  $L^*a^*b^*$  is used.



Two types of neural network were used in the early stage of study, i.e. backpropagation (BP) and counterpropagation network (CPN), where 100 data were used as a testing data. The results show that CPN recognized 100% of trained data and untrained data however BP can only recognized 49% of trained data and 48% of untrained data.

When the number of data is increased to 808, training process required a large size memory, learning time consuming and low percentage of recognition. To solve this problems, two combined CPNs model are proposed. The result are much improved compared to the previous study, whereby the percentage for trained data and untrained data are 99%.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **Pengenalan**

Warna mempunyai daya penarik dan penting bagi setiap individu. Kawalan warna adalah penting bagi semua pengeluar, pembeli, penjual dan pengguna barang-barang yang berkaitan dengan warna. Warna boleh melambangkan kesegaran, kualiti bagi sesuatu barang dan juga menentukan sama ada ianya masih baik atau tidak seperti warna boleh menjadi petunjuk kesegaran sayur-sayuran, menentukan kematangan buah-buahan, menentukan jenis-jenis logam dan sebagainya.

Dewasa ini para pembuat perisian mula sedar akan kepentingan kecerdasan buatan terutamanya dalam padanan corak. Terdapat pelbagai jenis contoh padanan corak seperti pengecaman cap ibujari, pengecaman aksara dan banyak lagi. Pengecaman warna juga merupakan satu contoh padanan corak.

Rangkaian neural telah menarik minat penyelidik dari pelbagai aliran dengan tujuan yang berbeza seperti jurutera elektrik dalam pemprosesan isyarat dan teori kawalan digunakan dengan rangkaian neural, jurutera komputer pula menggunakan rangkaian neural untuk bidang seperti penyelidikan



tentang potensi perkakasan untuk menggunakan rangkaian neural secara cekap dan juga dalam bidang robotik. Manakala ahli sains komputer berminat dengan rangkaian neural untuk perkembangan dalam bidang kecerdasan buatan dan pengecaman corak dan bagi ahli matematik gunaan, rangkaian neural amat baik bagi masalah pemodelan dengan hubungan antara pemboleh ubah bagi jadual tak tersirat yang tidak di ketahui (Fausett, 1994).

Antaramuka pengecaman warna menggunakan rangkaian neural adalah pembinaan aplikasi yang dapat mengelaskan warna yang terdapat pada satu imej. Terdapat aplikasi seperti Minolta Chroma Meter yang menukarkan warna pada suatu imej kepada bentuk digit dan hanya menentukan jenis warna tersebut seperti RHS13C atau RHS25A dan sebagainya, tetapi tidak memberikan apakah nama warna tersebut seperti nama warna RHS13C ialah *brilliant yellow*.

Terdapat tiga proses yang utama di dalam mereka bentuk kajian ini iaitu pra-pemprosesan, pembelajaran dan panggil semula. Bahagian pra-pemprosesan merupakan bahagian awal dengan input yang didapati akan dinormalkan di antara julat  $-1$  dan  $1$ .

Dalam proses pembelajaran, pemberat dalam rangkaian yang dibina akan mengalami perubahan sehinggalah mendapat pemberat yang optimum dan kemudiannya akan digunakan dalam proses panggil semula. Pada permulaannya, sebanyak 100 warna akan dilatih sebagai input dan kemudian data akan ditambah menjadi 808 warna.

Proses seterusnya adalah proses panggil semula dengan data yang telah dilatih sewaktu proses pembelajaran dan data yang tidak dilatih sewaktu pembelajaran akan digunakan sebagai input untuk diuji kepada rangkaian yang dibina.

### **Pernyataan Masalah**

Keperluan sistem pengecaman warna secara automatik dalam industri, aplikasi secara komersil mahupun pertanian adalah semakin penting. Contoh pengkodan warna dalam pembuatan barangan elektrik, kesesuaian ton warna dalam menyamak kulit binatang dan mengecat dalam industri cat, pengecaman warna sebagai bantuan bagi yang buta warna, pengecaman sebagai parameter yang boleh di percayai bagi pengecaman objek dalam robotik dan contoh yang lebih khusus ialah pengkelasan warna berlian, pengawalan kualiti bagi pembuatan kertas warna (Stoksik *et al.*, 1991). Manakala dalam bidang pertanian ialah menentukan kematangan buah-buahan berdasarkan warna seperti bagi buah belimbing (Ahmad *et al.*, 1996).

Di dalam kajian Stoksik *et al.* (1991), kaedah rangkaian neural yang digunakan bagi melakukan pengecaman warna ialah BP. Tetapi pengujian tersebut dilakukan ke atas permukaan yang berbeza iaitu permukaan berkilat, separuh berkilat dan tidak berkilat.

Manakala bagi kajian yang dijalankan, warna-warna yang digunakan sebagai pengujian didapati daripada RHS Colour Chart yang dikeluarkan oleh Royal Horticultural Society (Anon, 1995). Rangkaian neural yang digunakan pula adalah BP dan CPN. Tujuan menggunakan BP adalah untuk melihat samada rangkaian BP juga sesuai bagi melakukan pengecaman ke atas carta warna yang digunakan.

Bagi kebanyakan alat pengecaman warna secara automatik seperti Minolta Chroma Meter, cara mengecam warna adalah melalui pengiraan dengan warna sasaran disimpan di dalam pangkalan data dan kemudian daripada nilai pengiraan, ia akan mengira warna yang paling hampir dengan warna sasaran tersebut.

Apabila sesuatu spesimen diukur, semua nilai sasaran warna akan dikira dan jumlah perbezaan yang paling kecil akan diambil sebagai jenis warna tersebut. Ini berbeza dengan rangkaian neural yang mana rangkaian akan dilatih untuk mengenali warna tersebut dan pemberatnya disimpan. Apabila pengujian dilakukan, hanya nilai pemberat yang terakhir didapati akan dibaca dan dikira untuk menentukan jenis warna tersebut.

## Objektif Kajian

Berdasarkan pada pernyataan masalah, kajian yang dijalankan ini cuba membincangkan tiga perkara iaitu:

- (i) Melihat samada CPN sesuai dalam melakukan pengecaman terhadap warna walaupun perbezaan nilai warna tersebut adalah minimum.
- (ii) Mengkaji faktor-faktor yang boleh mempengaruhi keberkesanan rangkaian yang dibangunkan dalam melakukan pengecaman warna.
- (iii) Membangunkan perisian yang mampu melakukan pengecaman warna ke atas RHS Colour Chart yang dikeluarkan oleh Royal Horticultural Society.

## Skop Kajian

Bagi kajian pengecaman warna ini, segala data (warna) yang didapati adalah daripada RHS Colour Chart yang dikeluarkan oleh The Royal Horticultural Society (Anon, 1995) yang mana mempunyai 808 jenis warna dan diimbis dengan menggunakan Minolta Chroma Meter siri CR-300.

Pada awal kajian, dua jenis rangkaian neural digunakan iaitu BP dan CPN untuk melihat rangkaian yang sesuai untuk melakukan pengecaman warna. Sebanyak 100 data digunakan bagi kajian awal ini. Setelah membuat pemilihan rangkaian yang sesuai, seterusnya rangkaian tersebut akan diuji dengan menggunakan 808 data.

Terdapat dua jenis data yang digunakan dalam kajian ini iaitu data dilatih dan data tidak dilatih. Data dilatih adalah data yang digunakan semasa proses pembelajaran dan kemudian data tersebut digunakan sekali lagi sewaktu proses panggil semula bersama dengan data yang tidak dilatih. Keberkesanan rangkaian akan dinilai berdasarkan peratusan pengecaman data dilatih dan data yang tidak dilatih.

Setiap warna yang digunakan apabila ditukar kepada nilai, ia akan mempunyai tiga nilai mengikut sistem warna yang digunakan. Dalam kajian ini, sistem warna yang digunakan adalah sistem warna  $L^* a^* b^*$  dan nilai-nilainya disimpan di dalam satu fail input. Julat nilai bagi  $L^* a^* b^*$  adalah amat besar (seperti yang ditunjukkan oleh Jadual A01 pada Lampiran A). Penormalan perlu dilakukan ke atas data asal dengan tujuan untuk mengurangkan saiz input dan julat yang dicadangkan adalah di antara  $-1$  dan  $1$  supaya output yang dihasilkan akan menumpu kepada nilai sasaran. Mengikut Judith (1990), penormalan bermakna panjang bagi vektor input adalah  $1$ . Manakala, pembelajaran dapat dipertingkatkan seandainya input yang digunakan di dalam bentuk bipolar dan sigmoid bipolar digunakan sebagai fungsi pengaktifan (Fausett, 1994). Bagi mempercepatkan proses pembelajaran, nilai dari proses penormalan adalah dengan 4 titik perpuluhan (seperti yang ditunjukkan oleh Jadual A01 pada Lampiran A).

## Susunan Tesis

Terdapat lima bab di dalam tesis ini. Bab I hanyalah gambaran secara umum tentang kajian yang dijalankan termasuklah pernyataan masalah, skop kajian dan objektif kajian.

Bab II pula memberikan perbincangan secara ringkas berkenaan dengan warna secara umum, sistem warna, rangkaian neural secara umum, senibina rangkaian neural dan juga kajian-kajian lepas yang telah dijalankan berkaitan dengan pengecaman warna menggunakan kecerdasan buatan.

Di dalam Bab III, perbincangan dan huraian secara terperinci berkenaan sistem yang dibangunkan dalam pengecaman warna.

Segala keputusan dan perbincangan terhadap keputusan yang dicapai serta eksperimen yang telah dijalankan, akan dihuraikan di dalam Bab IV.

Kesimpulan dan rumusan akan dibincangkan dalam Bab V dengan cadangan kerja penyelidikan selanjutnya akan diberi.

## BAB II

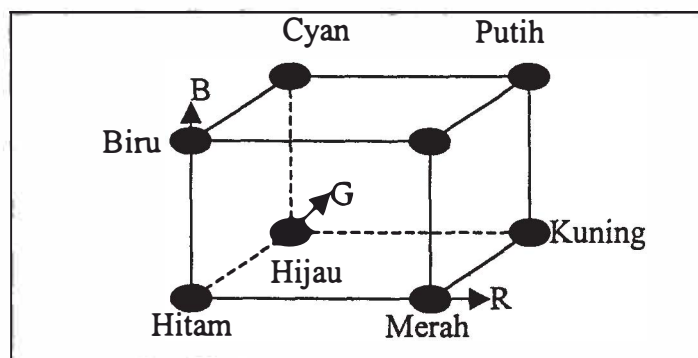
### ULASAN KARYA

#### Pengenalan

Bab ini akan menerangkan tentang warna dan rangkaian neural secara umum. Kajian lepas yang telah diterbitkan berkaitan dengan pengecaman warna menggunakan rangkaian juga akan dibincangkan.

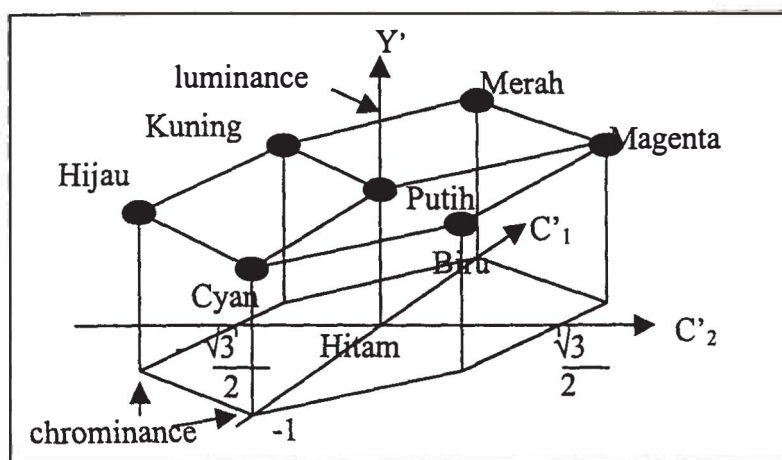
#### Definisi Warna

Warna adalah perkara yang subjektif dan menimbulkan banyak andaian atau tanggapan untuk diterjemahkan. Setiap individu akan memberi ungkapan yang berlainan bagi menerangkan warna. Kebanyakan perwakilan warna yang diterangkan adalah merah, hijau dan biru (RGB) dengan koordinat RGB seperti yang ditunjukkan pada Rajah 1.



Rajah 1 : Perwakilan Wama RGB

Terdapat beberapa penerangan berkenaan warna. Antaranya ialah koordinat *hue*, *luminance* dan kepekatan seperti yang ditunjukkan pada Rajah 2 boleh digunakan bagi pensegmenan imej warna (Celenk, 1986). *Hue* dikaitkan kepada ketumpatan tenaga spektrum, manakala *luminance* dikaitkan kepada kecerahan cahaya dan kepekatan pula menerangkan kepekatan warna. *Hue*, *luminance* dan kepekatan ditunjukkan dalam bentuk oktahedron dengan menggunakan kiub RGB seperti pada Rajah 2.



Rajah 2 : Perwakilan *Hue*, *Luminance* dan Kepekatan

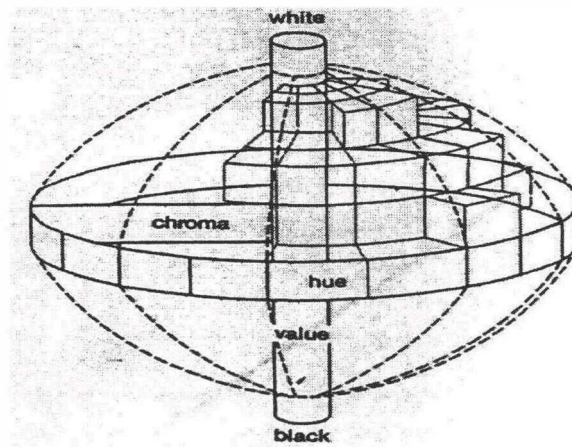
The Royal Horticultural Society yang mengeluarkan RHS Colour Chart (Anon,1995), mengatakan warna secara umumnya boleh diterangkan melalui *hue*, kecerahan dan kepekatan. *Hue* membezakan jenis warna iaitu samada warna tersebut merah, hijau atau biru. Kecerahan atau keterangan menentukan jumlah bilangan cahaya dibalik melalui warna; dalam lain perkataan ialah kilauan warna atau ton warna. Kecerahan juga boleh dijelaskan sebagai bagaimana warna diterima oleh mata yang normal ke atas skala yang terang kepada gelap. Kepekatan adalah atribut bagi mengenalpasti kepekatan atau kekaburan sesuatu warna. Warna spektra adalah pada kepekatan yang maksimum yang boleh diterima oleh mata normal.



Sebarang campuran dengan warna yang lain atau dengan warna putih atau kelabu, kepekatan akan dikurangkan.

Minolta Precise Colour (Anon, 1994) pula mengatakan bahawa warna adalah kombinasi tiga elemen iaitu *hue*, *value* dan kroma yang mana *hue* adalah jenis warna tersebut samada merah, biru, hijau dan sebagainya, *value* adalah kecerahan dan kroma adalah kepekatan.

*Hue*, *value* dan kroma boleh digambarkan dalam bentuk tiga dimensi (3D), seperti pada Rajah 3. *Hue* adalah pada sekeliling luaran tengah paksi, dengan nilainya terbentuk pada paksi mendatar, kroma pula pada paksi melintang dari titik tengah. Jika tiga sifat ini digabungkan kepada sistem tiga dimensi (3D) seperti Rajah 3, ia akan kelihatan sebagai warna yang padu.



Rajah 3 : Sistem Warna dalam Bentuk Tiga Dimensi (3D)

Warna secara umumnya boleh ditakrifkan melalui *hue*, kecerahan dan kepekatan yang mana *hue* adalah kombinasi gelombang yang berbeza yang menghasilkan warna, kecerahan bergantung ke atas jumlah tenaga yang diberikan