RANGKUMAN
PENGOLAHAN CITRA DIGITAL

Dibuat oleh :

Nama: Muhammad Fajrin Aljabar

Nim: F55121037

Kelas : A

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TADULAKO

2023

Link Github : https://github.com/Fajrin21/F55121037_Muhammad-Fajrin-Aljabar.git

1. Dasar warna

Manusia sebenarnya melihat warna adalah karena cahaya yang dipantulkan oleh objek. Dalam hal ini, spektrum cahaya kromatis berkisar antara 400-700 nm (Zhou, dkk., 2010). Istilah kromatis berarti kualitas warna cahaya yang ditentukan oleh panjang gelombang.

Karakteristik persepsi mata manusia dalam yang membedakan antara satu warna dengan warna yang lain berupa *hue*, *saturation*, dan *brightness*.

A. *Hue* merujuk ke warna yang dikenal manusia, seperti merah dan hijau. Properti ini mencerminkan warna yang ditangkap oleh mata manusia yang menanggapi berbagai nilai panjang gelombang cahaya. Sebagai contoh, bila mata menangkap panjang gelombang antara 430 dan 480 nanometer, sensasi yang diterima adalah warna biru, sedangkan jika panjang gelombang berkisar antara 570 sampai dengan 600 nm, warna yang terlihat adalah kuning (Crane, 1997), sedang campuran merah dan hijau terlihat kuning.
B. *Saturation* menyatakan tingkat kemurnian warna atau seberapa banyak cahaya putih yang tercampur dengan *hue*. Setiap warna murni bersaturasi 100% dan tidak mengandung cahaya putih sama sekali. Dengan kata lain, suatu warna murni yang bercampur dengan cahaya putih memiliki saturasi antara 0 dan 100%.
C. *Brightness* atau kadang disebut *lightness* (kecerahan) menyatakan intensitas pantulan objek yang diterima mata. Intensitas dapat dinyatakan sebagai perubahan warna putih menuju abu-abu dan terakhir mencapai ke warna hitam, atau yang dikenal dengan istilah aras keabuan.

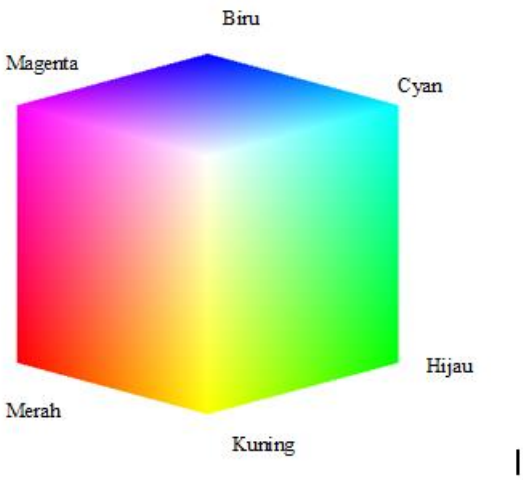
2. Ruang warna

Gonzalez & Woods (2002) mendefinisikan ruang warna (atau kadang disebut sistem warna atau model warna) sebagai suatu spesifikasi sistem koordinat dan suatu subruang dalam sistem tersebut dengan setiap warna dinyatakan dengan satu titik di dalamnya. Tujuan dibentuknya ruang warna adalah untuk memfasilitasi spesifikasi warna dalam bentuk suatu standar. Ruang warna yang paling dikenal pada perangkat komputer adalah

RGB, yang sesuai dengan watak manusia dalam menangkap warna. Namun, kemudian dibuat banyak ruang warna, antara lain HSI, CMY, LUV, dan YIQ.

A. Ruang Warna RGB

Ruang warna RGB biasa diterapkan pada monitor CRT dan kebanyakan sistem grafika komputer. Ruang warna ini menggunakan tiga komponen dasar yaitu merah (R), hijau (G), dan biru (B). Setiap piksel dibentuk oleh ketiga komponen tersebut. Model RGB biasa disajikan dalam bentuk kubus tiga dimensi, dengan warna merah, hijau, dan biru berada pada pojok sumbu (Gambar 9.1). Warna hitam berada pada titik asal dan warna putih berada di ujung kubus yang berseberangan. Gambar 9.2 memperlihatkan kubus warna secara nyata dengan resolusi 24 bit. Perlu diketahui, dengan menggunakan 24 bit, jumlah warna mencapai 16.777.216.



Gambar 9.2 Kubus warna dengan 24 bit

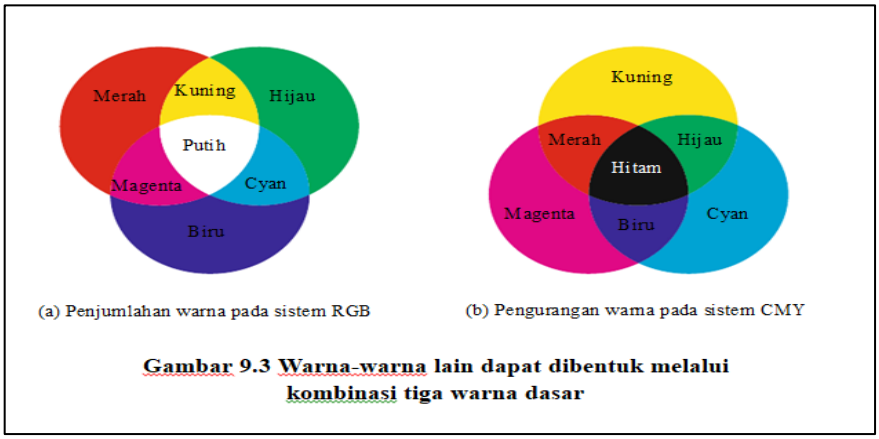
B. Ruang Warna CMY/CMYK

Model warna CMY (*cyan*, *magenta*, *yellow*) mempunyai hubungan dengan RGB sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (9.1)$$

Dalam hal ini, R, G dan B berupa nilai warna yang telah dinormalisasi, dengan jangkauan [0, 1].

Pada CMY, warna hitam diperoleh jika C, M, dan Y bernilai sama. Namun, pada aplikasi printer, warna hitam ditambahkan tersendiri sehingga membentuk CMYK, dengan K menyatakan warna hitam. Alasannya, kalau ada warna hitam, warna dapat diambilkan secara langsung dari tinta hitam, tanpa perlu mencampur dengan warna lain. Lagipula, tinta warna hitam lebih murah daripada tinta berwarna dan paling sering digunakan terutama untuk teks.



(a) Penjumlahan warna pada sistem RGB (b) Pengurangan warna pada sistem CMY

Gambar 9.3 Warna-warna lain dapat dibentuk melalui kombinasi tiga warna dasar

Perlu diketahui, konversi dari CMY ke CMYK dapat menggunakan berbagai cara perhitungan. Salah satu rumus yang digunakan sebagai berikut (Crane, 1997):

$$K = min(C, M, Y)$$

(9.2)

$$C' = C - K \quad (9.3)$$

$$M' = M - K \quad (9.4)$$

$$Y' = Y - K \quad (9.5)$$

Dengan pendekatan seperti itu, salah satu dari C', M', atau Y' akan bernilai 0. Namun, ada pula yang menggunakan rumus seperti berikut (Dietrich, 2003):

$$K = min(C, M, Y)$$

(9.6)

$$C = (C - K)/(1-K)$$

(9.7)

$$M = (M - K)\ (1-K) \quad (9.8)$$

$$Y = (Y - K)\ (1-K)$$

(9.9)

C. Ruang Warna YIQ

Ruang warna YIQ, yang juga dikenal dengan nama ruang warna NTSC, dirumuskan oleh NTSC ketika mengembangkan sistem televisi berwarna di Amerika Serikat. Pada model ini, Y disebut *luma* (yang menyatakan luminans) dan I serta Q disebut *chroma*. Konversi YIQ berdasarkan RGB sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0{,}299 & 0{,}587 & 0{,}114 \\ 0{,}596 & -0{,}274 & -0{,}322 \\ 0{,}211 & -0{,}523 & 0{,}312 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (9.2)$$

Komposisi RGB untuk Y secara statistis optimal untuk ditampilkan pada penerima TV hitam-putih.

Matriks yang berisi koefisien konversi mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

1) jumlah elemen dalam baris pertama bernilai 1;
2) jumlah koefisien elemen dalam baris kedua maupun baris ketiga bernilai nol.

Adapun konversi RGB dari YIQ sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1{,}000 & 0{,}956 & 0{,}621 \\ 1{,}000 & -0{,}272 & -0{,}647 \\ 1{,}000 & -1{,}106 & 1{,}703 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} \quad (9.3)$$

D. Ruang Warna YC_bC_r

Ruang warna YC_bC_r biasa digunakan pada video digital. Pada ruang warna ini, komponen Y menyatakan intensitas, sedangkan C_b dan C_r menyatakan informasi warna. Proses konversi dari RGB dilakukan dengan beberapa cara. Contoh berikut didasarkan pada rekomendasi CCIR 601-1 (Crane, 1997):

$$Y = 0{,}29900R + 0{,}58700G + 0{,}11400B \quad (9.4)$$

$$C_b = -0{,}16874R - 0{,}33126G + 0{,}5000B \quad (9.5)$$

$$C_r = +0{,}5000R - 0{,}41869G - 0{,}08131B \quad (9.6)$$

Adapun pengonversian dari YC_bC_r ke RGB sebagai berikut:

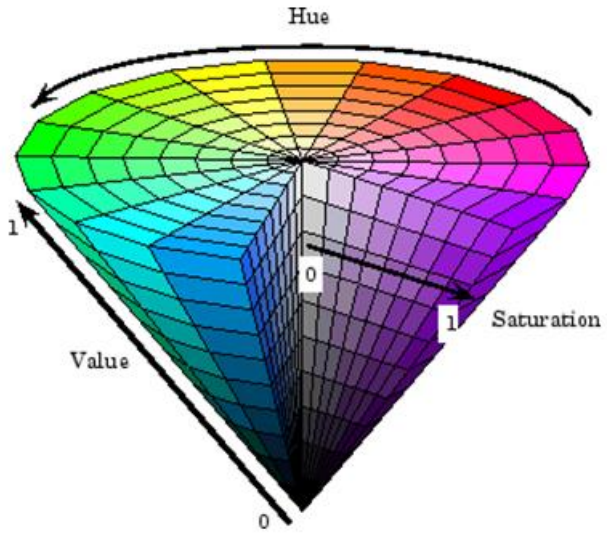
$$R = Y + 1.40200C_r \quad (9.7)$$

$$G = Y - 0{,}34414C_b - 0{,}71414C_r \quad (9.8)$$

$$B = Y + 1{,}77200C_b \quad (9.9)$$

E. Ruang Warna HSI, HSV, dan HSL

HSV dan HSL merupakan contoh ruang warna yang merepresentasikan warna seperti yang dilihat oleh mata manusia. H berasal dari kata "hue", S berasal dari "saturation", L berasal dari kata "luminance", I berasal dari kata "intensity", dan V berasal dari "value".



Gambar 9.4 Ruang warna HSV
(Sumber: MATLAB)

Model HSV, yang pertama kali diperkenalkan A. R. Smith pada tahun 1978, ditunjukkan pada Gambar 9.4. Untuk mendapatkan nilai H, S, V berdasarkan R, G, dan B, terdapat beberapa cara. Cara yang tersederhana (Acharya & Ray, 2005) adalah seperti berikut.

$$H = \tan\left(\frac{3(G-B)}{(R-G)+(R-B)}\right) \quad (9.10)$$

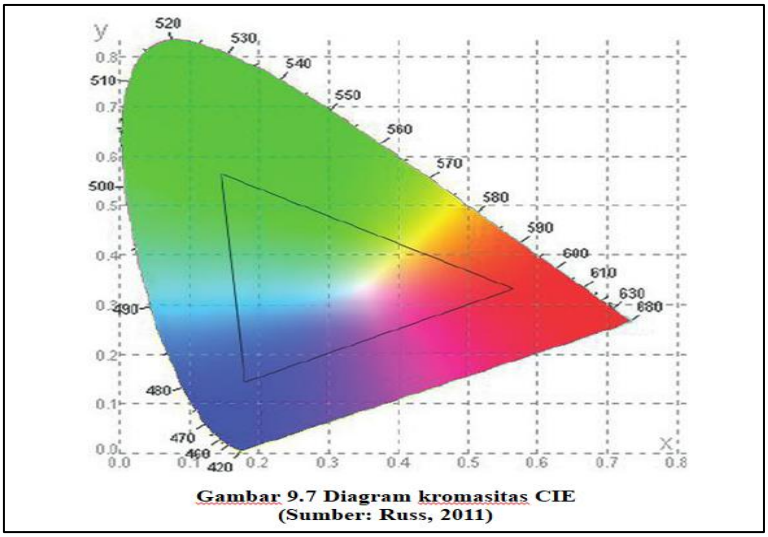
$$S = 1 - \frac{\min(R,G,B)}{V} \quad (9.11)$$

$$V = \frac{R+G+B}{3} \quad (9.12)$$

F. Ruang Warna CIELAB

CIELAB adalah nama lain dari CIE L*a*b*. Diagram kromasitas CIE (Commission Internatiole de L'Eclairage) ditunjukkan pada Gambar 9.7. Pada diagram tersebut, setiap perpaduan x dan y menyatakan suatu warna. Namun, hanya

warna yang berada dalam area ladam (tapal kuda) yang bisa terlihat. Angka yang berada di tepi menyatakan panjang gelombang cahaya. Warna yang terletak di dalam segitiga menyatakan warna-warna umum di monitor CRT, yang dapat dihasilkan oleh komponen warna merah, hijau, dan biru.



Gambar 9.7 Diagram kromasitas CIE
(Sumber: Russ, 2011)

Transformasi RGB ke CIELAB dimulai dengan melakukan perhitungan sebagai berikut:

$$X = 0{,}412453R + 0{,}357580G + 0{,}180423B \quad (9.40)$$

$$Y = 0{,}212671R + 0{,}715160G + 0{,}072169B \quad (9.41)$$

$$Z = 0{,}019334R + 0{,}119193G + 0{,}950227B \quad (9.42)$$

Selanjutnya, L*a*b* didefinisikan sebagai berikut:

$$L^* = 116f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - 16 \quad (9.43)$$

$$a^* = 500\left[f\left(\frac{X}{X_n}\right) - f\left(\frac{Y}{Y_n}\right)\right] \quad (9.44)$$

$$b^* = 200\left[f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - f\left(\frac{Z}{Z_n}\right)\right] \quad (9.45)$$

Dalam hal ini, f(q) dihitung seperti berikut:

$$f(q) = \begin{cases} q^{\frac{1}{3}}, \ jika\ q > 0{,}008856 \\ 7{,}787q + 16/116, \ untuk\ yang\ lain \end{cases} \quad (9.46)$$

X_n, Y_n, Z_n diperoleh melalui R=G=B=1 dengan jangkauan R,G, B berupa [0, 1].

3. Memperoleh statistika warna

Fitur warna dapat diperoleh melalui perhitungan statistis seperti rerata, deviasi standar, *skewness*, dan kurtosis (Martinez & Martinez, 2002). Sebagai contoh, fitur-fitur tersebut

dapat digunakan untuk kepentingan identifikasi tanaman hias (Kadir, dkk., 2011b dan Kadir, dkk., 2011c). Perhitungan dikenakan pada setiap komponen R, G. dan B.

Rerata memberikan ukuran mengenai distribusi dan dihitung dengan menggunakan rumus:

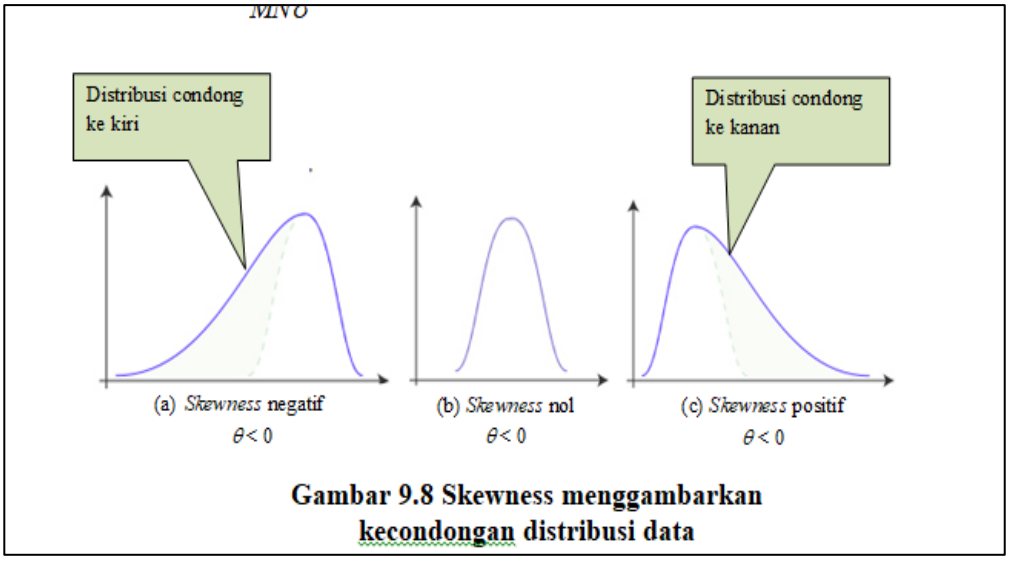
$$\mu = \frac{1}{MN}\sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N} P_{ij} \qquad (9.47)$$

Varians menyatakan luas sebaran distribusi. Akar kuadrat varians dinamakan sebagai deviasi standar. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitungnya sebagai berikut:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{MN}\sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N}(P_{ij}-\mu)^2} \qquad (9.48)$$

Skewness atau kecondongan menyatakan ukuran mengenai ketidaksimetrisan. Distribusi dikatakan condong ke kiri apabila memiliki nilai *skewness* berupa bilangan negatif. Sebaliknya, distribusi dikatakan condong ke kanan apabila memiliki nilai *skewness* berupa bilangan positif. Jika distribusi simetris, koefisien *skewness* bernilai nol. Ilustrasi *skewness* dapat dilihat pada Gambar 9.8. *Skewness* dihitung dengan cara seperti berikut:

$$\theta = \frac{\sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N}(P_{ij}-\mu)^3}{MN\sigma^3} \qquad (9.49)$$

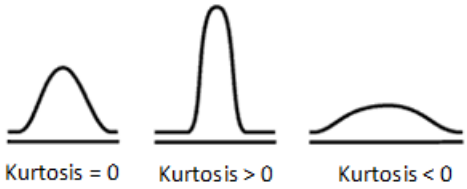


Gambar 9.8 Skewness menggambarkan kecondongan distribusi data

Kurtosis merupakan ukuran yang menunjukkan sebaran data bersifat meruncing atau menumpul. Perhitungannya seperti berikut:

$$\gamma = \frac{\sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N}(P_{ij}-\mu)^4}{MN\sigma^4} - 3 \qquad (9.50)$$

Definisi di atas membuat distribusi normal standar memiliki kurtosis nol. Nilai positif mengindikasikan bahwa distribusi bersifat lancip dan nilai negatif menyatakan distribusi yang datar (lihat Gambar 9.9). Perlu diketahui, pada Persamaan 9.47 hingga 9.50, M adalah tinggi citra, N menyatakan lebar citra, dan P_{ij} adalah nilai warna pada baris *i* dan kolom *j*.



Gambar 9.9 Kurtosis menggambarkan keruncingan distribusi normal

4. Mengatur Kecerahan dan Kontras

Untuk melihat efek kecerahan dan kontras, cobalah beberapa perintah berikut.

```
>> Img = imread('C:\Image\inns.png'); ↵
>> imshow(Img) ↵
>>
```

Kode di atas digunakan untuk melihat citra inns.png (Gambar 9.10.(a)). Selanjutnya,

```
>> C = Img + 30; ↵
>> imshow(C) ↵
>>
```

membuat citra dicerahkan sejauh 30. Hasilnya ditunjukkan pada Gambar 9.10(b). Lalu, cobalah kode berikut:

```
>> K = 2 * C; ↵
>> imshow(K) ↵
>>
```

Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 9.10(c). Hal yang menarik dapat diperoleh dengan hanya memberikan kontras pada komponen R. Caranya:

```
>> K = C; ↵
>> K(:,:,1) = 2 * K(:,:,1); ↵
>>
```

Kode di atas mula-mula membuat K bernilai sama dengan C (efek pencerahan). Selanjutnya,

```
K(:,:,1) = 2 * K(:,:,1);
```

membuat hanya komponen R saja yang dinaikkan dua kali. hasilnya ditunjukkan pada Gambar 9.10(d).

(a) Citra inns.png

(b) Efek pencerahan melalui C = Img + 30;

(c) Efek kontras dan pencerahan melalui C = 2 x (Img + 30)

(d) Efek pencerahan melalui C = Img + 30 pada komponen R, G, dan B dan kontras sebesar 2 kali hanya pada komponen R

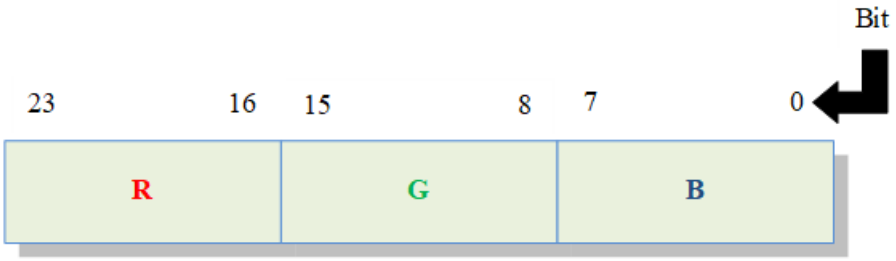
Gambar 9.10 Pencerahan dan peningkatan kontras pada citra berwarna

5. Menghitung Jumlah Warna

Penghitungan warna dilakukan dengan mula-mula menyusun komponen R, G, dan B untuk setiap piksel menjadi sebuah nilai dengan komposisi seperti terlihat pada Gambar 9.11. Untuk keperluan seperti itu, maka:

1. G perlu digeser ke kiri sebanyak 8 bit dan
2. R perlu digeser ke kiri sebanyak 16 bit.

Pada *Octave* dan *MATLAB*, penggeseran bit dilakukan melalui fungsi **bitshift**.



Gambar 9.11 Komposisi R, G, dan B dalam sebuah nilai

Setelah nilai gabungan R, G, dan B terbentuk dan diletakkan ke larik `Data`, isi larik tersebut diurutkan. Pengurutan tersebut dimaksudkan untuk mempermudah penghitungan jumlah warna. Implementasi penghitungan pada data yang telah urut seperti berikut:

```
jwarna = 1;
for i = 1 : jum - 1
    if Data(i) ~= Data(i+1)
        jwarna = jwarna + 1;
    end
end
```

Berdasarkan kode di atas, nilai `jwarna` dinaikkan sebesar satu sekiranya suatu nilai dan nilai berikutnya tidak sama.

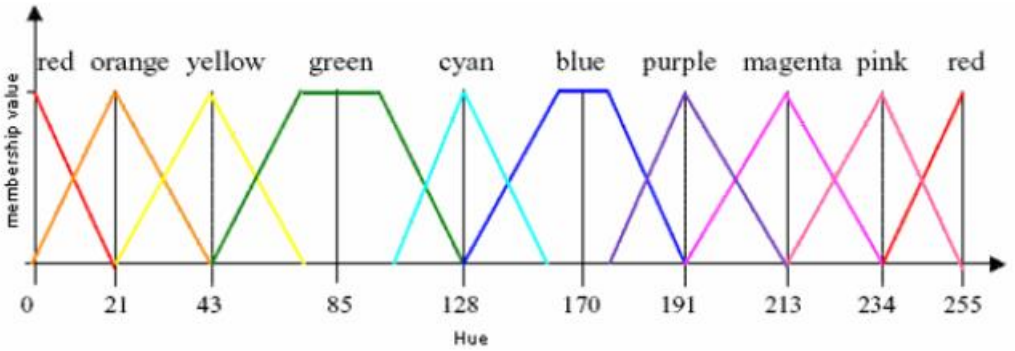
Contoh penggunaan fungsi `jumwarna`:

```
>> C = jumwarna('C:\Image\lapangan.png') ↵
C = 92475
>>
```

Hasil di atas menyatakan bahwa jumlah warna yang terkandung pada lapangan.png adalah 92.475.

6. Aplikasi Pencarian Citra Berdasarkan Warna Dominan

Agar pencarian menurut warna dominan seperti merah atau hijau dapat dilakukan, setiap piksel yang menyusun citra harus dapat dipetakan ke dalam warna alamiah semacam merah atau hijau. Hal ini dapat dilakukan kalau ruang warna yang digunakan berupa HSV. Pada sistem HSV, komponen *hue* sebenarnya menyatakan warna seperti yang biasa dipahami oleh manusia. Younes, dkk. (2007) membuat model *fuzzy* untuk menyatakan warna seperti terlihat pada Gambar 9.12.

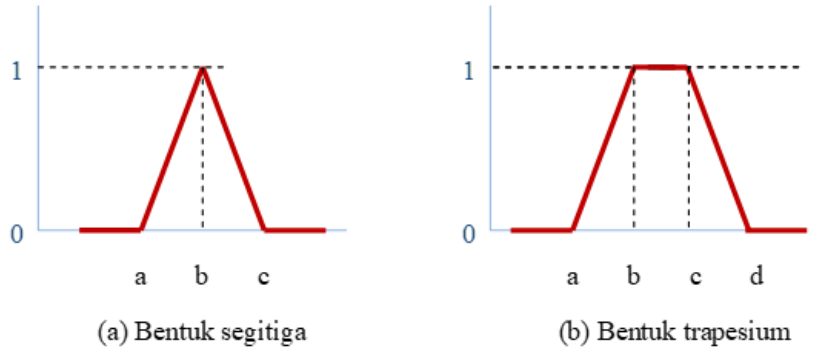


Gambar 9.12 Dimensi H

Berdasarkan Gambar 9.12, dimungkinkan untuk menerapkan *fuzzy logic* untuk menentukan suatu area warna beserta derajat keanggotaannya. Model tersebut didasarkan pada sumbu melingkar pada komponen *Hue* (H). Mengingat warna merah berada pada nilai H sama dengan nol, maka jangkauan warna merah berada di sekitar angka 0 dan 255.

Dua jenis fungsi keanggotaan *fuzzy* yang digunakan pada Gambar 9.12 berbentuk segitiga dan trapesium dan digambarkan kembali pada Gambar 9.13. Berdasarkan Gambar 9.13 tersebut, fungsi keangotaan berbentuk segitiga didefinisikan sebagai berikut:

$$\Lambda(x;a,b,c) = \begin{cases} 0 & x \le a, \\ (x-a)/(b-a) & a < x \le b, \\ (c-x)/(c-b) & b < x \le c, \\ 0 & x > c \end{cases}$$

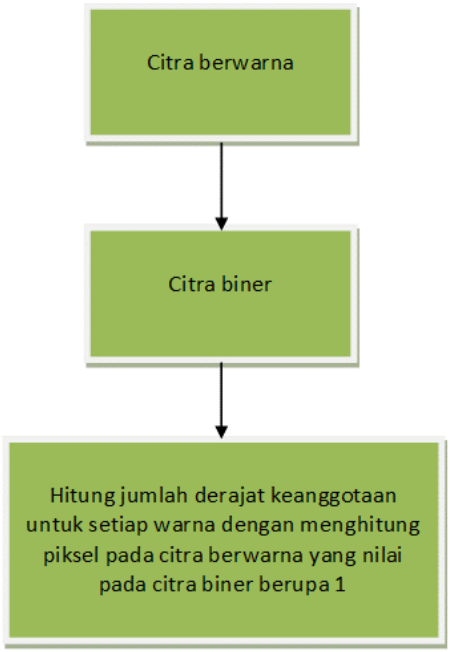


Gambar 9.13 Fungsi keanggotan berbentuk segitiga dan trapesium

Adapun fungsi keanggotaan berbentuk trapesium didefnisikan sebagai berikut:

$$\Pi(x;a,b,c) = \begin{cases} 0 & x \le a, \\ (x-a)/(b-a) & a < x \le b, \\ 1 & b < x \le c, \\ (c-x)/(c-b) & c < x \le d, \\ 0 & x > d \end{cases}$$

Khusus untuk warna hitam, putih, dan abu-abu dilakukan penanganan secara khusus, yaitu dengan memperhatikan komponen S dan V. Sebagaimana tersirat pada Gambar 9.4, warna hitam diperoleh manakala V bernilai 0 dan warna putih diperoleh ketika S bernilai 0. Warna abu-abu diperoleh ketika S bernilai rendah. Semakin rendah nilai S maka warna abu-abu semakin terlihat tua. Secara garis besar, proses untuk memasukkan setiap piksel ke dalam suatu kategori warna (merah, hijau, dsb.) dilaksanakan melalui mekanisme seperti terlihat pada Gambar 9.14.



Gambar 9.14 Skema pemrosesan keanggotaan warna

Citra biner digunakan untuk menentukan area pada citra berwarna yang diproses khusus yang merupakan bagian daun. Dalam hal ini bagian yang berisi daun akan bernilai 1 pada citra biner dan 0 untuk latarbelakang. Selanjutnya, nilai H, S, V digunakan untuk menentukan kelompok warna piksel. Sebagai contoh, fungsi untuk menentukan warna hijau didefinisikan sebagai berikut:

```
function derajat=f_green(h, s, v)
   if (h==0) && (s==0)
       derajat = 0.0;
   else
      derajat = f_trapesium(43,65,105,128, h);
   end;
```

Dalam hal ini, f_trapesium adalah fungsi untuk mengimplementasikan Gambar 9.13(b). Definisinya seperti berikut:

```
function derajat=f_trapesium(a,b,c,d,h)

if (h>a) && (h<b)
        derajat=(h-a)/(b-a);
    else
```

```
        if (h>c) && (h<d)
            derajat=(d-h)/(d-c);
        else
            if (h>=b) && (h<=c)
                derajat=1.0;
            else
                derajat = 0.0;
            end
        end
    end
end
```

Pemrosesan yang dilakukan pada Gambar 9.14 kotak terbawah yaitu menghitung nilai untuk setiap komponen warna:

$$hijau = \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} f\_green(H_{ij}, S_{ij}, V_{ij})$$
$$merah = \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} f\_red(H_{ij}, S_{ij}, V_{ij})$$
$$kuning = \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} f\_yellow(H_{ij}, S_{ij}, V_{ij})$$

Setelah seluruh piksel pada daun diproses, setiap warna akan menyimpan komponen warna pada daun. Dengan demikian, warna yang memiliki nilai tertinggi menyatakan warna dominan pada daun.

Selanjutnya, *query* warna dominan dilakukan melalui

$$warna\ domninan = \max(\text{hijau}, \text{merah}, \text{kuning})$$
$$query(warna):\ warna\ domninan = \text{warna}$$

2 CONTOH PROGRAM

A. RGB KE HSV

Code :

```
%Muhammad Fajrin Aljabar
%F55121037
function [H,S,V] = RGBkeHSV(R,G,B)

R = double(R);
G = double(G);
B = double(B);

if max(max(R)) > 1.0 || max(max(G)) > 1.0 || ...
   max(max(B)) > 1.0
    R = double(R) / 255;
    G = double(G) / 255;
    B = double(B) / 255;
end

[tinggi, lebar] = size(R);
for m=1: tinggi
    for n=1: lebar
        minrgb = min([R(m,n) G(m,n) B(m,n)]);
        maxrgb = max([R(m,n) G(m,n) B(m,n)]);
        V(m,n) = maxrgb;
        delta = maxrgb - minrgb;

        if maxrgb == 0
            S(m,n) = 0;
        else
            S(m,n) = 1 - minrgb / maxrgb;
        end

        if S(m,n) == 0
            H(m,n) = 0;
        else
            SV = S(m,n) * V(m,n);

            if R(m,n) == maxrgb
                % Di antara kuning dan magenta
                H(m,n) = (G(m,n)-B(m,n)) / SV;
            elseif G(m,n) == maxrgb
                % Di antara cyan dan kuning
                H(m,n) = 2 + (B(m,n)-R(m,n)) / SV;
            else
                % Di antara magenta dan cyan
                H(m,n) = 4 + (R(m,n)-G(m,n)) / SV;
            end

            H(m,n) = H(m,n) * 60;
            if H(m,n) < 0
                H(m,n) = H(m,n)+360;
            end
        end
    end
end

% Konversikan ke jangkauan [0, 255] atau [0, 360]
H = uint8(H * 255/360);
S = uint8(S * 255);
V = uint8(V * 255);
```

Proses memasukkan angka RGB dan diubah ke HSV:

```
>> [H,S,V] = RGBkeHSV(50,90,30)

H =

  uint8

   71


S =

  uint8

   170


V =

  uint8

   90

>>
```

B. *RGB KE CMY*

Code :

```
%Muhammad Fajrin Aljabar
%F55121037
function [C,M,Y,K] = RGBkeCMY_F555121037(R,G,B)

R = double(R);
G = double(G);
B = double(B);

if max(max(R)) > 1.0 || max(max(G)) > 1.0 || ...
   max(max(B)) > 1.0
    R = double(R) / 255;
    G = double(G) / 255;
    B = double(B) / 255;
end

u = 0.5;
b = 1;
[tinggi, lebar] = size(R);
for m=1: tinggi
    for n=1: lebar
        Kb = min([(1-R(m,n)) (1-G(m,n)) (1-B(m,n))]);
        if Kb == 1
            C(m,n) = 0;
            M(m,n) = 0;
            Y(m,n) = 0;
        else
            C(m,n) = (1.0 - R(m,n) - u * Kb);
            M(m,n) = (1.0 - G(m,n) - u * Kb);
            Y(m,n) = (1.0 - B(m,n) - u * Kb);
            K(m,n) = b * Kb;
        end
    end
end

% Konversikan ke jangkauan [0,255]
C = uint8(C * 255);
M = uint8(M * 255);
Y = uint8(Y * 255);
K = uint8(K * 255);
```

Proses memasukkan angka RGB dan diubah ke CMY: