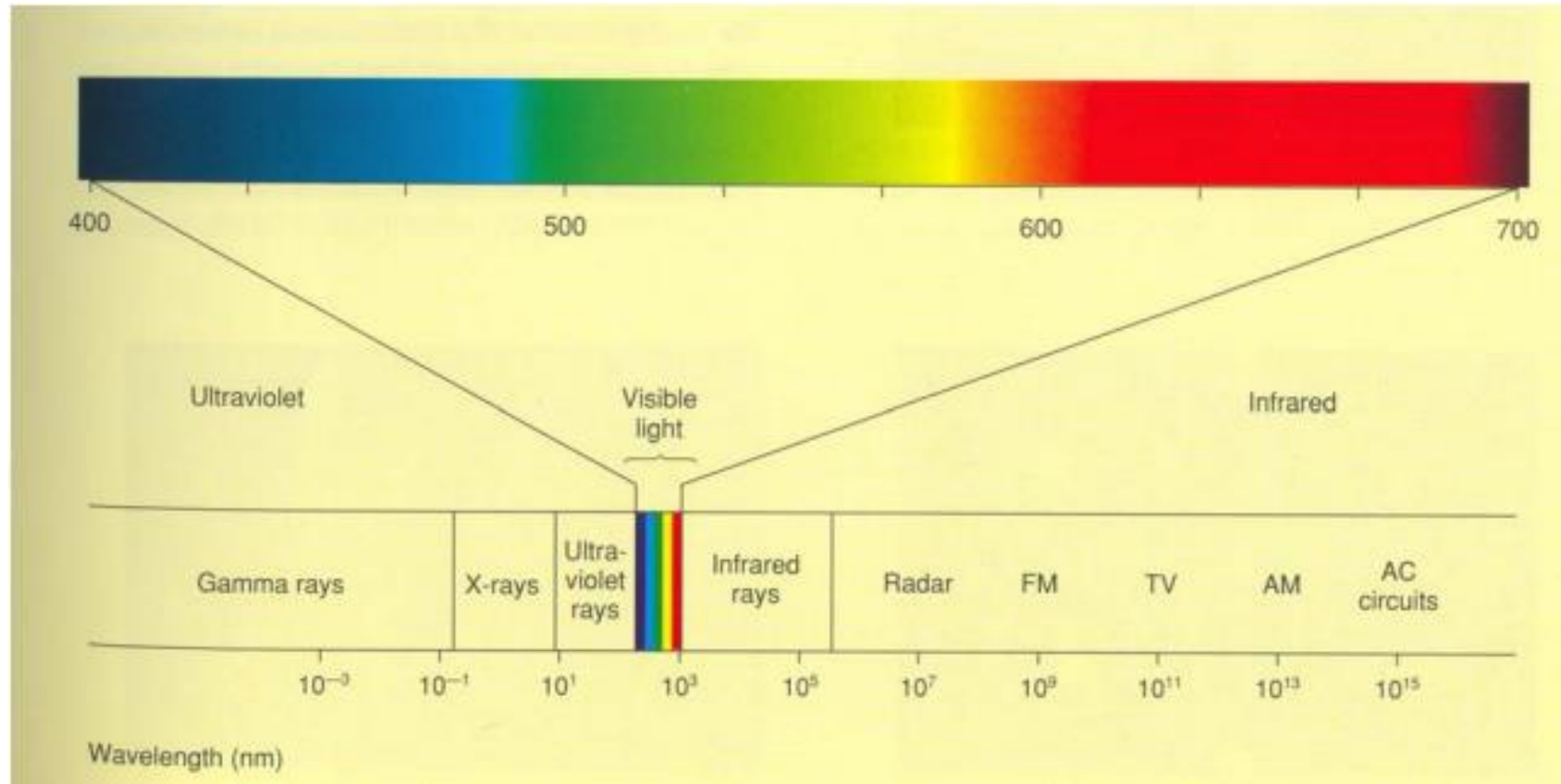


Pengolahan Citra Berwarna

Fitri Utaminingrum

Cahaya tampak



Spektrum warna

- ▶ Cahaya matahari yang dilewatkan pada prisma menghasilkan spektrum warna.
- ▶ ‘warna’ objek yang diterima oleh penglihatan manusia ditentukan oleh cahaya dipantulkan oleh objek tersebut.

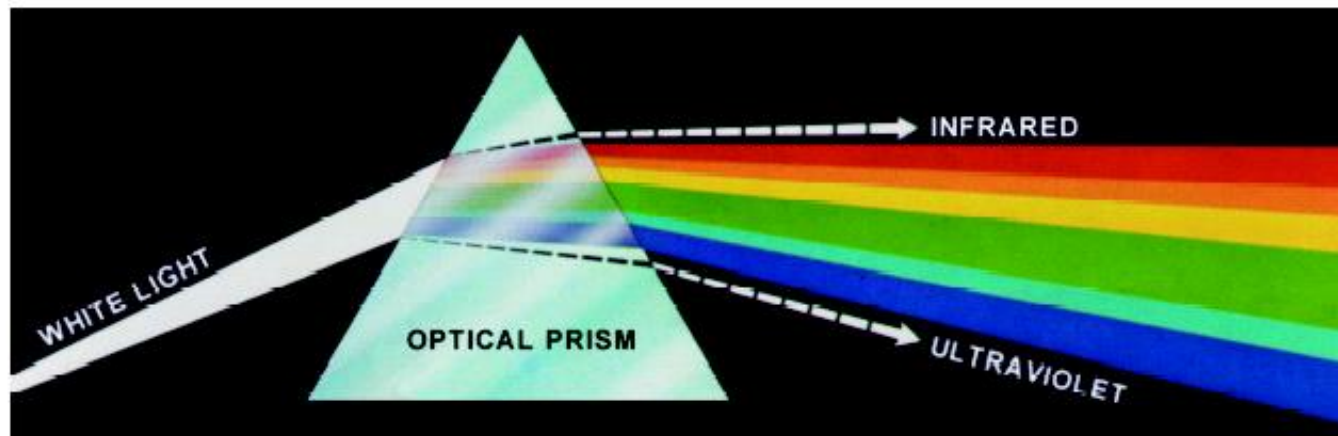
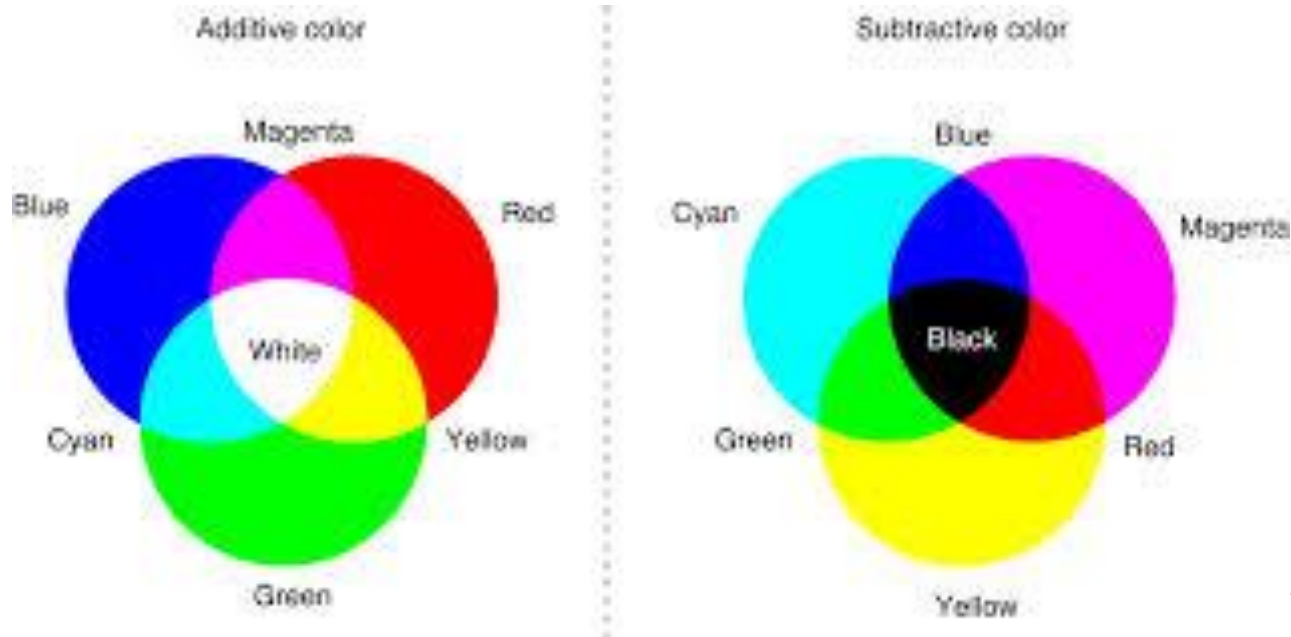


FIGURE 6.1 Color spectrum seen by passing white light through a prism. (Courtesy of the General Electric Co., Lamp Business Division.)

Primary and secondary colors

- ▶ Pada 1931, CIE (International Commission on Illumination) mendefinisikan nilai spesifikasi panjang gelombang untuk warna primer:
 - ▶ B = 435.8 nm, G = 546.1 nm, R = 700 nm
- ▶ Secondary colors: G+B=Cyan, R+G=Yellow, R+B=Magenta



Color models

- ▶ Color model, color space, color system
 - ▶ Spesifikasi warna dalam cara standar
 - ▶ Sebuah **coordinate system** yang setiap warna direpresentasikan oleh single point

- ▶ RGB model

- ▶ CYM model

- ▶ CYMK model

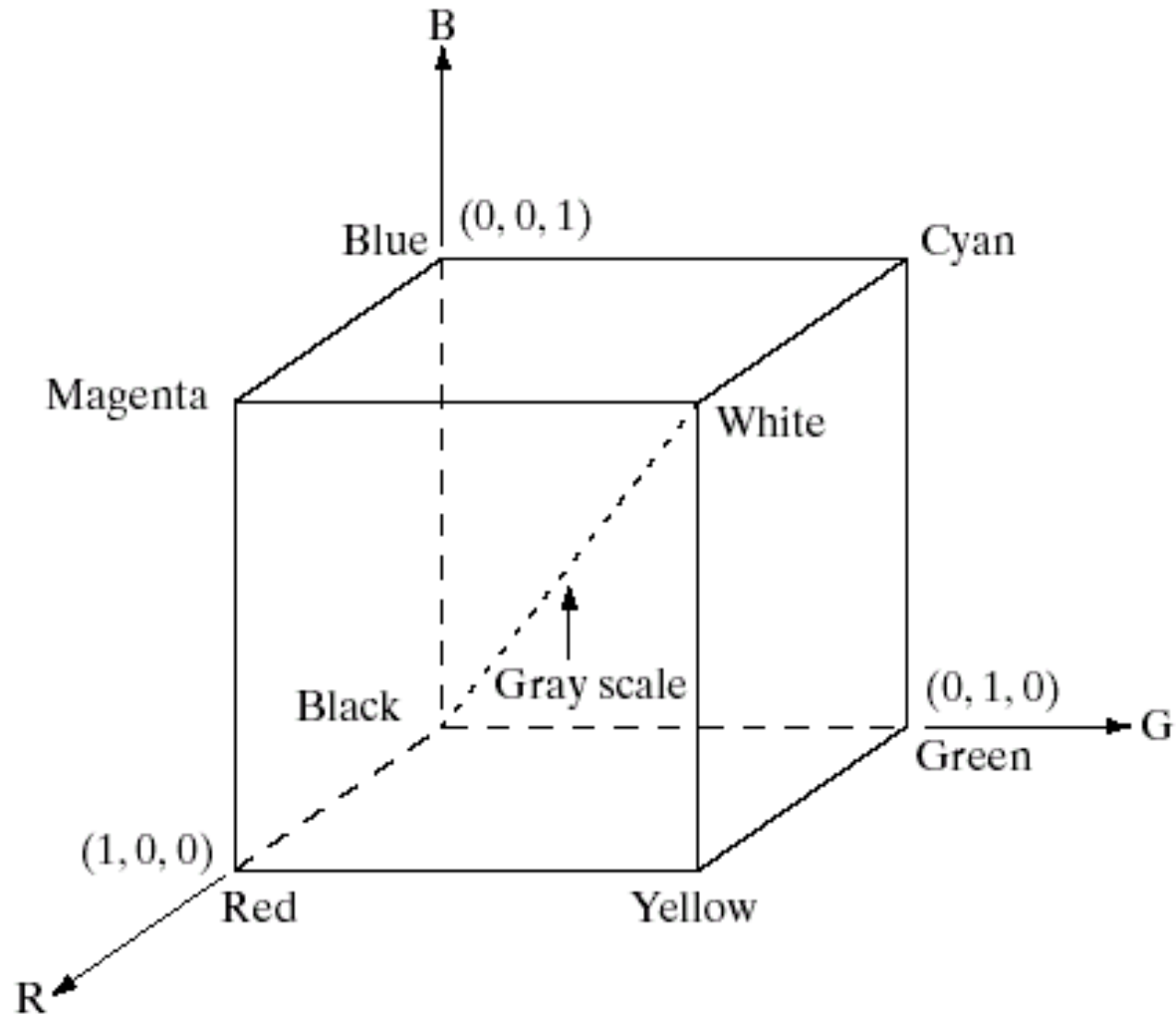
- ▶ HSI model

- ▶ YC_bC_r

} Suitable for hardware or applications

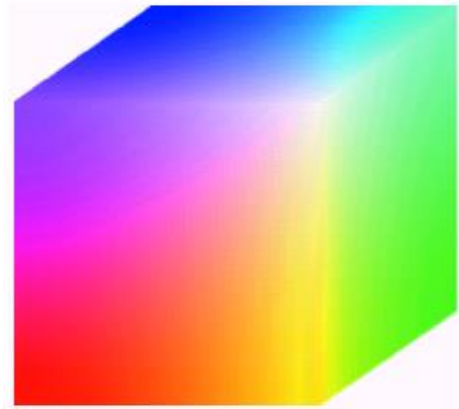
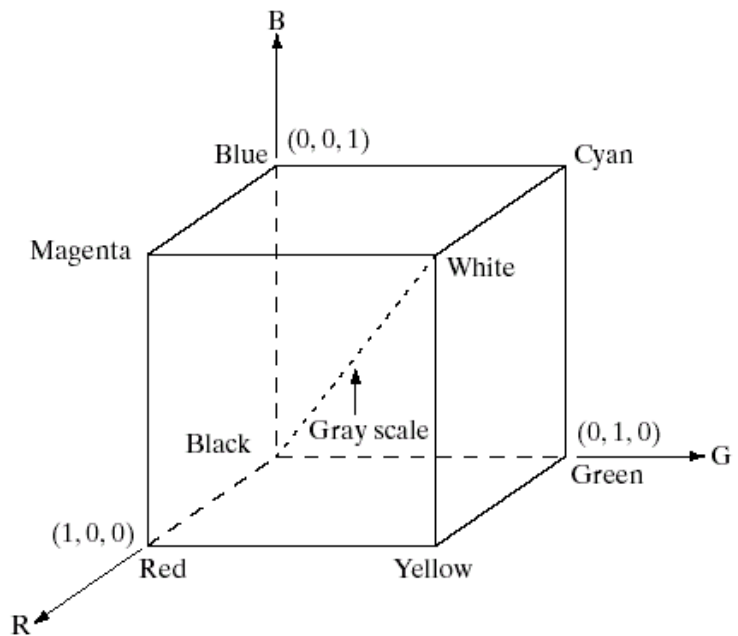
- match the human description

RGB color model



Pixel depth

- ▶ **Pixel depth**: nilai bit yang digunakan untuk merepresentasikan setiap pixel dalam RGB space
- ▶ **Full-color** image: 24-bit RGB color image
 - ▶ $(R, G, B) = (8 \text{ bits}, 8 \text{ bits}, 8 \text{ bits})$














Citra berwarna

Sebuah citra berwarna dapat disusun oleh kombinasi warna:

- ▶ 4 bit
- ▶ 8 bit
- ▶ 16 bit
- ▶ 24 bit

Kombinasi berwarna 4 bit

			
Black 0, 0, 0	Dark Red 128, 0, 0	Red 255, 0, 0	Pink 255, 0, 255
			
Teal 0, 128, 128	Green 0, 128, 0	Bright Green 0, 255, 0	Turquoise 0, 255, 255
			
Dark Blue 0, 0, 128	Violet 128, 0, 128	Blue 0, 0, 255	Gray 25% 192, 192, 192
			
Gray 50% 128, 128, 128	Dark Yellow 128, 128, 0	Yellow 255, 255, 0	White 255, 255, 255

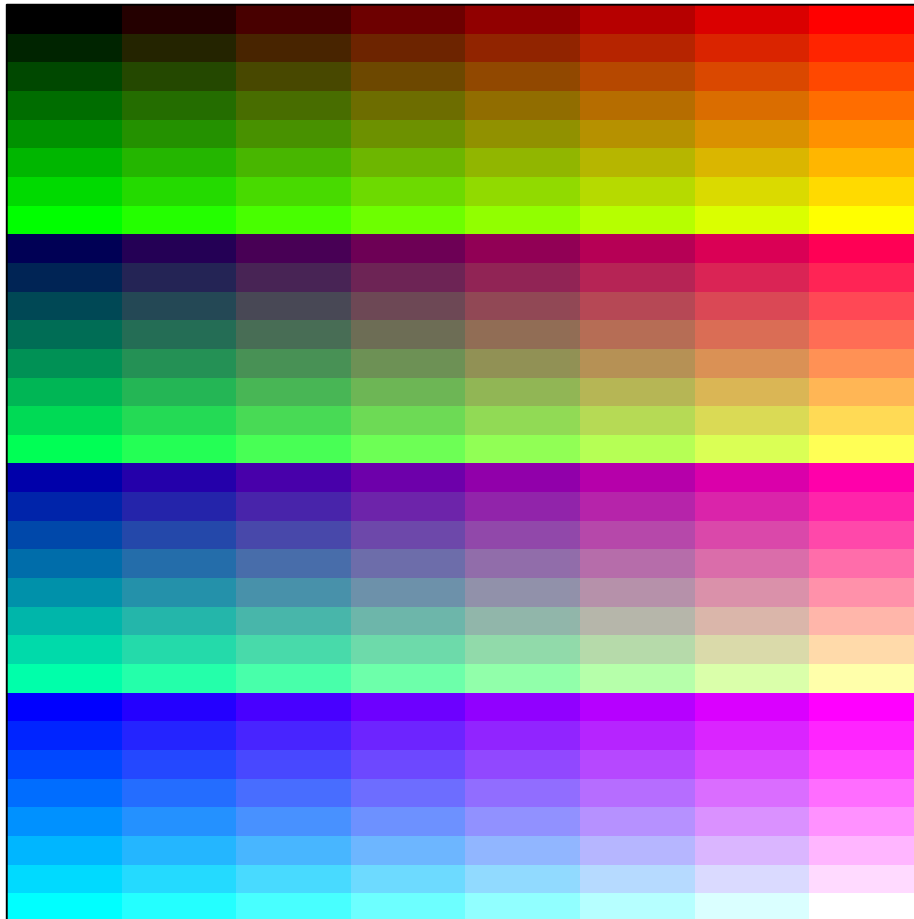
Kombinasi berwarna 8 bit

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit-0
R	R	R	G	G	G	B	B

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127
128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143
144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191
192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207
208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223
224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255

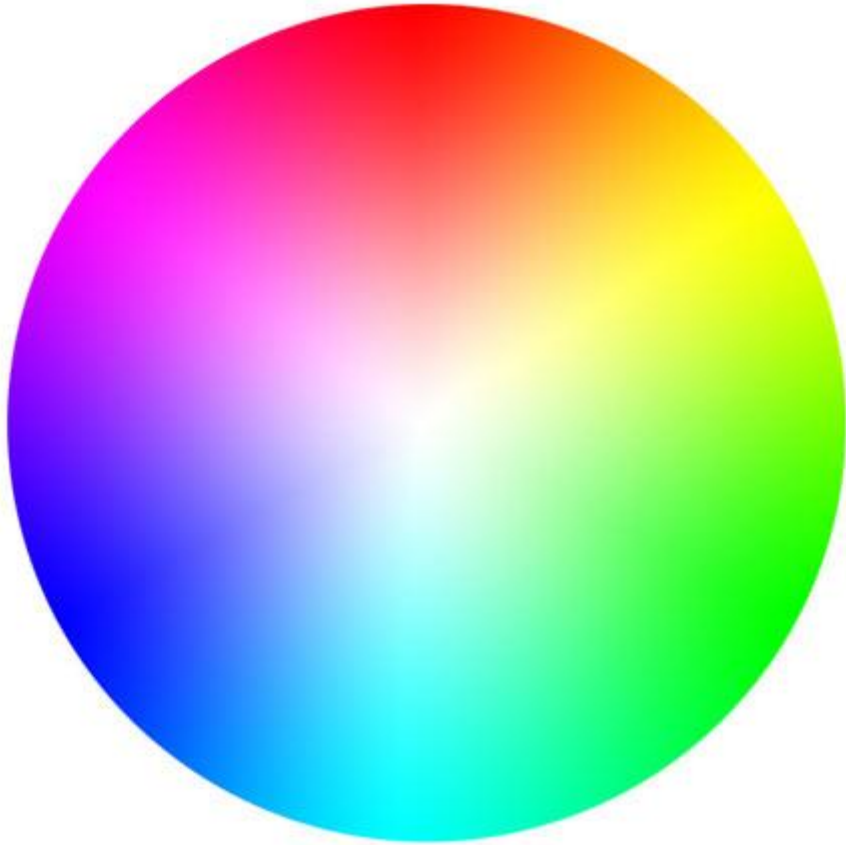
Kombinasi berwarna 16 bit

Bit	Bit	Bit	Bit	Bit	Bit	Bit	Bit	Bit	Bit	Bit	Bit	Bit	Bit	Bit	Bit
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
R	R	R	R	R	G	G	G	G	G	G	B	B	B	B	B



Kombinasi warna 24-bit

- ▶ Kombinasi Warna 24 bit disusun oleh 8-bit untuk R, 8-bit untuk G dan 8-bit untuk B



CMY/CMYK

- ▶ CMY umumnya digunakan oleh Printer warna.
- ▶ Sehingga diperlukan konversi dari RGB ke CMY/CMYK



CMY/CMYK

- ▶ CMY color space terdiri dari cyan, magenta, dan yellow.
- ▶ CMY adalah kebalikan/komplemen dari RGB color space.

Hubungan CMY dan RGB

- ▶ Rubah range RGB (0 - 255) → (0 - 1) dengan cara membagi dengan 255
- ▶ RGB ke CMY
 - ▶ $C = 1.0 - R$
 - ▶ $M = 1.0 - G$
 - ▶ $Y = 1.0 - B$
- ▶ CMY ke RGB
 - ▶ $R = 1.0 - C$
 - ▶ $G = 1.0 - M$
 - ▶ $B = 1.0 - Y$

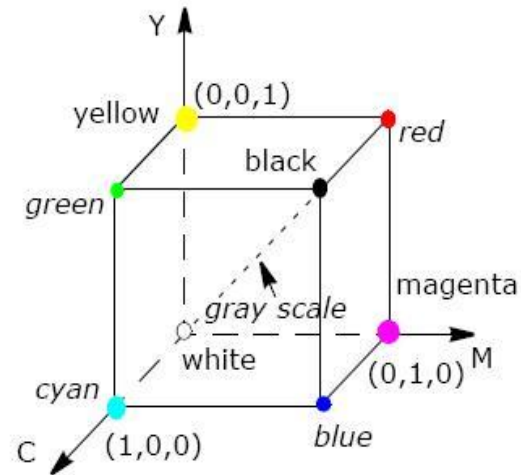
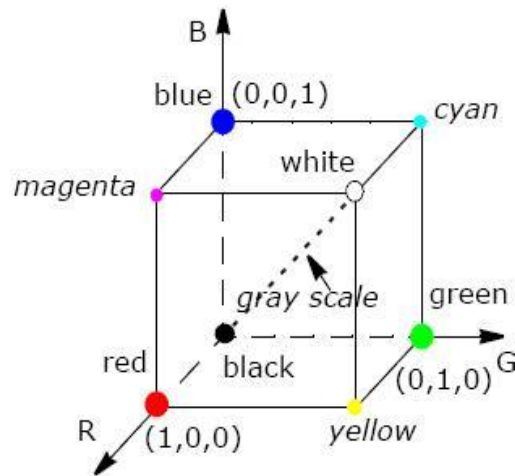
Hubungan RGB dengan CMY



RGB



CMY



Konversi CMY ke CMYK

- ▶ Konversi dari CMY ke **CMYK** adalah dengan menambahkan komponen hitam (K) ke CMY.

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

$$C = C - K$$

$$M = M - K$$

$$Y = Y - K$$



HSI

- ▶ HSI adalah hue, saturation, dan intensity yang digunakan dalam mendeskripsikan warna.
- ▶ Ketika menggunakan HSI color space, kita hanya butuh mengatur hue untuk mendapatkan warna yang diinginkan.

Aplikasi HSI color model

- ▶ Machine vision menggunakan HSI color space dalam mengidentifikasi warna dari obyek yang berbeda
- ▶ Operasi-operasi tersebut sangat mudah dilakukan pada citra dengan menggunakan HSI color space.

Konversi RGB ke HSI

$$I = \frac{1}{3}(R + G + B)$$

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

$$H' = \cos^{-1} \left[\frac{\frac{1}{2}[(R - G) + (R - B)]}{\sqrt{(R - G)^2 + (R - B)(G - B)}} \right]$$

- ▶ Jika B lebih besar dari G, maka $H1 = 2\pi - H'$
- ▶ Jika B Kurang dari G, maka $H1 = H'$
- ▶ Untuk mendapatkan $H = H1 / (2\pi)$

Mengkonversi HSI ke RGB

- ▶ Untuk mengkonversi HSI ke RGB tergantung pada posisi sector warna H
- ▶ Untuk RG sector ($0^{\circ} \leq H \leq 120^{\circ}$):

$$b = \frac{1}{3}(1 - S)$$

$$r = \frac{1}{3} \left[1 + \frac{S \cos(H)}{\cos(60^{\circ} - H)} \right]$$

$$g = 1 - (r + b)$$

Mengkonversi HIS ke RGB

- ▶ Untuk GB sector ($120^{\circ} \leq H \leq 240^{\circ}$):

$$H = H - 120^{\circ}$$

$$g = \frac{I}{3} \left[1 + \frac{S \cos(H)}{\cos(60^{\circ} - H)} \right]$$

$$r = \frac{I}{3} (1 - S)$$

$$b = I - (r + g)$$

Mengkonversi HSI ke RGB

- ▶ Untuk BR sector ($240^{\circ} \leq H \leq 360^{\circ}$):

$$H = H - 240^{\circ}$$

$$g = \frac{I}{3} \left[1 + \frac{S \cos(H)}{\cos(60^{\circ} - H)} \right]$$

$$r = \frac{I}{3} (1 - S)$$

$$b = I - (r + g)$$

Mengkonversi HSI ke RGB

- ▶ Untuk mengkonversikan dari r, g dan b ke R, G dan B maka:

$$R=3lr$$

$$G=3lg$$

$$B=3lb$$

Latihan :

- ▶ Konversikan data digital RGB ke HSI
 - ▶ $R = 0.5373$;
 - ▶ $G = 0.7059$
 - ▶ $B = 0.6667$
- ▶ Konversikan kembali hasilnya HSI ke RGB

RGB ke HSI

```
New to MATLAB? Watch this Video, see X
```

```
1 - clear all;
2 - F=imread('big.jpg');
3 - F=im2double(F);
4 - r=F(:,:,1);
5 - g=F(:,:,2);
6 - b=F(:,:,3);
7 - th=acos((0.5*((r-g)+(r-b)))/(sqrt((r-g).^2+(r-b).*(g-b))));
8 - H=th;
9 - H(b>g)=2*pi-H(b>g);
10 - H=H/(2*pi);
11 - S=1-3.*(min(min(r,g),b))./(r+g+b);
12
13 - I=(r+g+b)/3;
14 - hsi=cat(3,H,S,I);
15
16 - figure(1),imshow(F)
17 - figure(2),imshow(hsi)
18
19 % Melihat sebuah koordinat pada (4,6)
20 - R=F(4,6,1)
21 - G=F(4,6,2)
22 - B=F(4,6,3)
23
24 - H = hsi(4,6,1)
25 - S = hsi(4,6,2)
26 - I = hsi(4,6,3)
27
28
```

R =
0.5373

G =
0.7059

B =
0.6667

H =
0.4643

S =
0.1561

I =
0.6366

HSI ke RGB

```
New to MATLAB? Watch this Video, see X
```

```
S =  
    0.1561  
  
I =  
    0.6366  
  
H =  
    2.9173  
  
R =  
    0.5372  
  
G =  
    0.7059  
  
B =  
    0.6667
```

```
1 - clear all  
2 - %H1=0.96774;  
3 - %S=0.06525;  
4 - %I=0.801307;  
5 -  
6 - H1= 0.4643;  
7 - S= 0.1561;  
8 - I= 0.6366;  
9 -  
10 - H=H1*2*pi  
11 - if H>0 & H < 2*pi/3  
12 - b=(1-S)/3;  
13 - r=(1+S*cos(H)/cos(pi/3-H))/3;  
14 - g=1-(r+b);  
15 - elseif H>2*pi/3 & H < 4*pi/3  
16 - H=H-2*pi/3;  
17 - r=(1-S)/3;  
18 - g=(1+S*cos(H)/cos(pi/3-H))/3;  
19 - b=1-(r+g);  
20 - else  
21 - H=H-4*pi/3  
22 - g=(1-S)/3  
23 - b=(1+S*cos(H)/cos(pi/3-H))/3  
24 - r=1-b-g  
25 - end  
26 - R=3*I*r  
27 - G=3*I*g  
28 - B=3*I*b
```

Hue Saturation Value

- ▶ Untuk mengkonversi dari RGB ke HSV (assuming normalised RGB values) dengan mencari nilai maximum dan minimum dari RGB. Sehingga S:

$$S = \frac{(\max - \min)}{\max}$$

- ▶ Jika $S = 0$ maka Hue tidak terdefiniskan
- ▶ Nilai V:

$$V = \max$$

- ▶ H dihitung dari:

$$R' = \frac{\max - R}{\max - \min}$$

$$G' = \frac{\max - G}{\max - \min}$$

$$B' = \frac{\max - B}{\max - \min}$$

Menghitung nilai H

if $R = \max$ and $G = \min$

$$H = 5 + B'$$

else if $R = \max$ and $G \neq \min$

$$H = 1 - G'$$

else if $G = \max$ and $B = \min$

$$H = R' + 1$$

else if $G = \max$ and $B \neq \min$

$$H = 3 - B'$$

else if $R = \max$

$$H = 3 + G'$$

otherwise

$$H = 5 - R'$$

- Kemudian H dikonversikan menjadi derajat dengan mengalikannya dengan 60. Sehingga H memiliki ring 0 s/d 360, sedangkan S dan V memiliki ring 0 s/d 1

Konversi balik HSV ke RGB

- ▶ Langkah pertama hue H dibagi dengan 60

$$\text{Hex} = \frac{H}{60}$$

- ▶ Selanjutnya menghitung nilai, primary color, secondary color, nilai a, b dan c.
- ▶ Primary color diperoleh dengan membulatkan ke bawah dari Hex diatas.
- ▶ Secondary color, a, b, dan c:

$$\text{secondary colour} = \text{Hex} - \text{primary colour}$$

$$a = (1 - S)V$$

$$b = (1 - (S * \text{secondary colour}))V$$

$$c = (1 - (S * (1 - \text{secondary colour})))V$$

Sehingga R, G dan B didapat:

if primary colour = 0 then

$$R = V, G = c, B = a$$

if primary colour = 1 then

$$R = b, G = V, B = a$$

if primary colour = 2 then

$$R = a, G = V, B = c$$

if primary colour = 3 then

$$R = a, G = b, B = V$$

if primary colour = 4 then

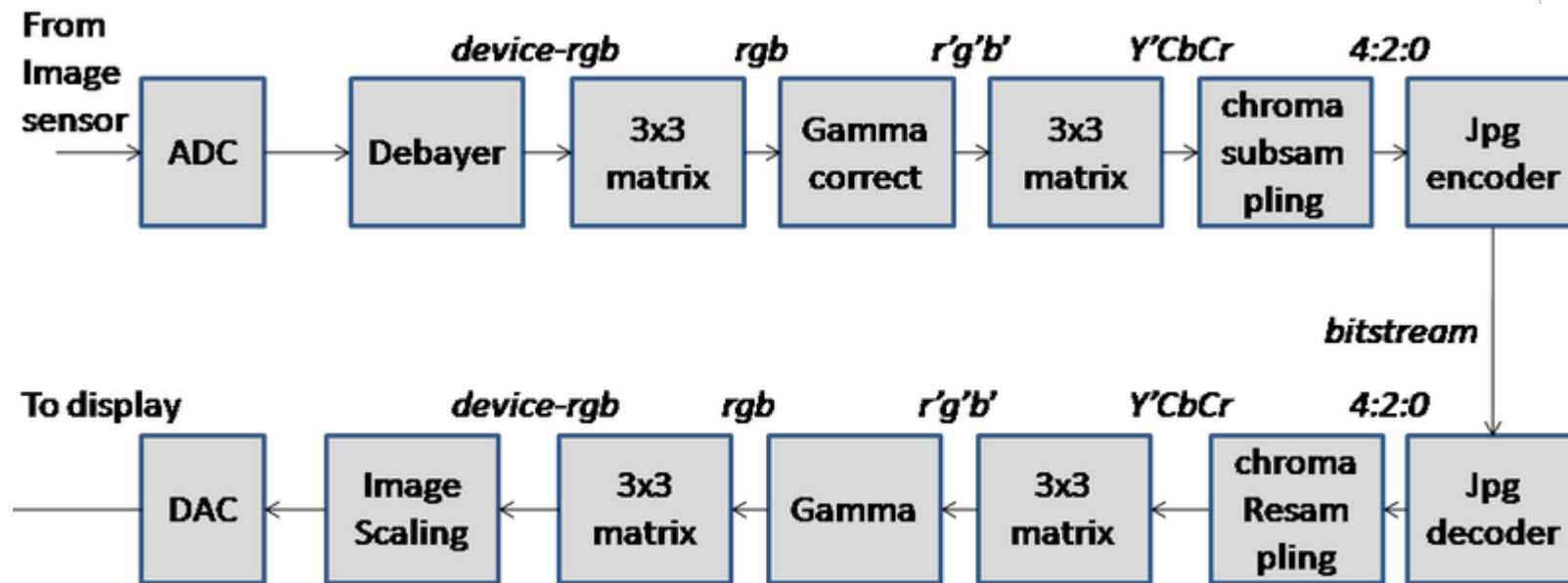
$$R = c, G = a, B = V$$

if primary colour = 5 then

$$R = V, G = a, B = b$$

$YCbCr$

- ▶ $YCbCr$ adalah suatu keluarga ruangan warna yang dipakai sebagai bagian dari *Color image pipeline* dalam sistem video dan fotografi digital.
- ▶ Gambar dibawah adalah image pipeline sederhana.



YC_bC_r

- ▶ YC_bC_r adalah ruang warna lain yang memisahkan antara luminan dan informasi warna:
- ▶ Luminan didecodekan kedalam Y, Blue didecodekan ke C_b dan Red menjadi C_r
- ▶ Untuk mengkonversikan RGB ke YC_bC_r :

$$Y = 0.29900R + 0.58700G + 0.11400B$$

$$C_b = -0.16874R - 0.33126G + 0.50000B$$

$$C_r = 0.50000R - 0.41869G - 0.08131B$$

Konversi YC_bC_r ke RGB

$$R = 1.00000Y + 1.40200C_r$$

$$G = 1.00000Y - 0.34414C_b - 0.71414C_r$$

$$B = 1.00000Y + 1.77200C_b$$

