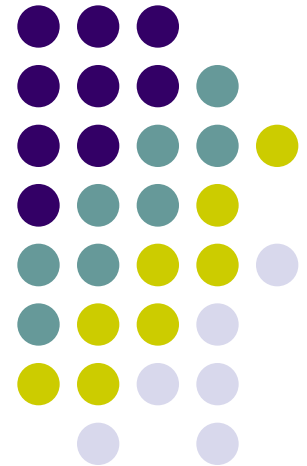


Teori Warna



S1 Teknik Informatika

Disusun Oleh Dr. Lily Wulandari



Sejarah Warna



- Pada tahun 1672 Sir Isaac Newton menemukan bahwa cahaya yang dilewatkan pada sebuah prisma akan terbagi menjadi berbagai macam warna. Peristiwa itu dikenal sebagai disperse cahaya. Dengan berdasarkan pada eksperimen yang dilakukan oleh Sir Isaac Newton kita dapat menganalisis tentang cahaya. Grafik komputer menghasilkan software dengan GUI (Graphical User Interface) yang memudahkan dan menyenangkan

Sejarah Warna



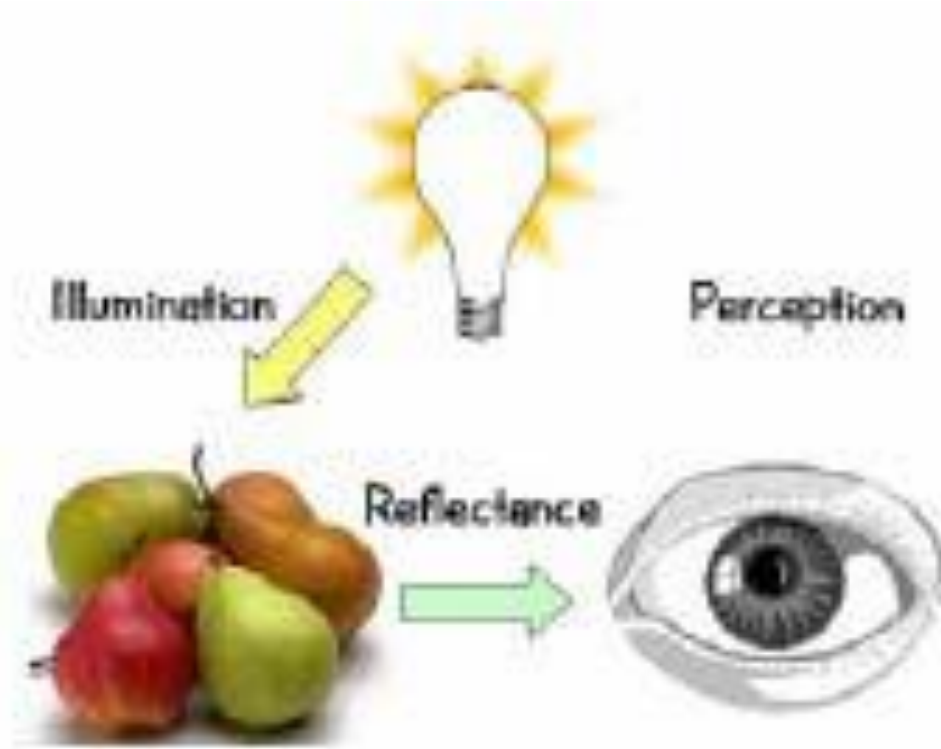
- Warna-warna yang dihasilkan ketika cahaya melalui sebuah prisma tersusun dari spectrum merah, orange, kuning, hijau, biru, indigo dan violet.
- Warna yang dihasilkan dapat kita singkat sebagai “Roy G Biv” dimana tiap huruf mewakili sebuah warna.
- Orde dari warna-warna tersebut adalah konstan, sedangkan tiap warna dapat diidentifikasi oleh panjang gelombang dari cahaya. Misal, cahaya merah memiliki panjang gelombang 680 nm, cahaya kuning-hijau memiliki panjang gelombang 550 nm, dan violet 410 nm.

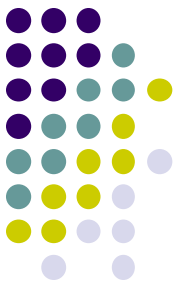
Warna & Panjang Gelombang



- Kurang lebih 100 tahun setelah penemuan Newton tentang cahaya, seorang ilmuwan bernama **James Clerk Maxwell** menunjukkan bahwa cahaya memancarkan **radiasi gelombang** elektromagnetik. Radiasi ini terdiri dari gelombang radio, cahaya tampak dan x-ray.

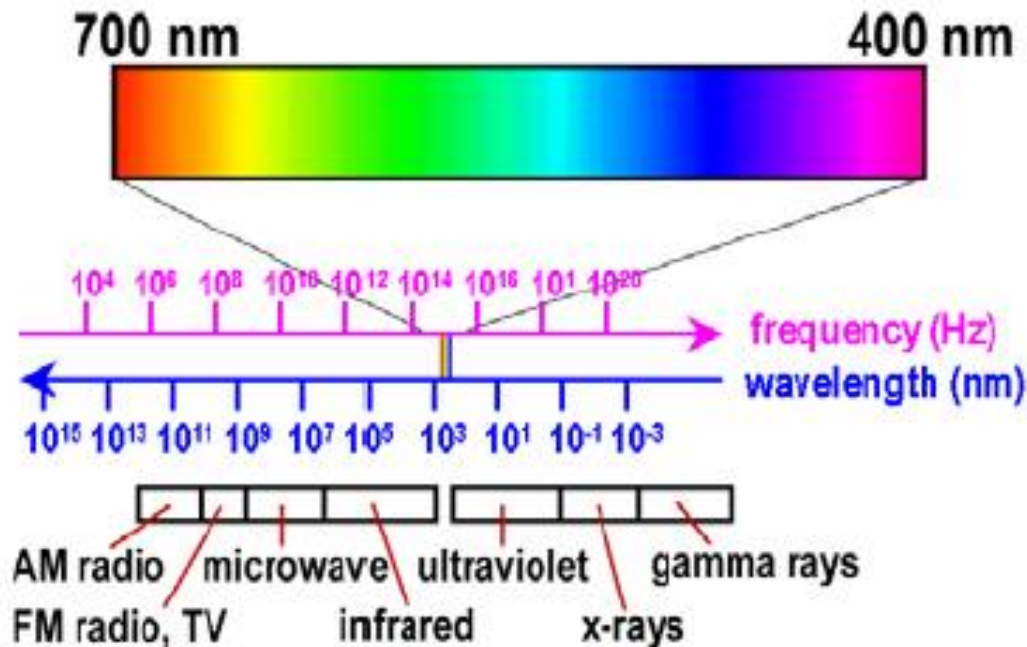
Elemen Warna





Spektrum Cahaya Tampak

Energi electromagnetic memiliki panjang gelombang dalam kisaran 400 – 700 nm sebagai cahaya tampak.



Warna & Panjang Gelombang



- Bila kita menganggap gelombang sebagai warna, maka warna violet memiliki panjang gelombang terpendek dan warna merah memiliki panjang gelombang terpanjang. Warna-warna tersebut merupakan bagian dari cahaya tampak dalam spectrum gelombang elektromagnetik yang masih dapat terlihat oleh mata kita.

Warna & Panjang Gelombang



- Mata tidak mampu merespon cahaya yang memiliki panjang gelombang lebih panjang atau pendek dari spektrum cahaya tampak. Panjang gelombang satuannya dalam orde nanometer (nm).
- Panjang gelombang cahaya memiliki ukuran lebih pendek dibandingkan dengan diameter rambut manusia atau ketebalan kertas tipis.

Warna & Panjang Gelombang



- **Warna** adalah spektrum tertentu yang terdapat di dalam suatu cahaya sempurna (berwarna putih). Identitas suatu warna ditentukan panjang gelombang cahaya tersebut.
- Sebagai contoh warna biru memiliki panjang gelombang 460 nanometer. Panjang gelombang warna yang masih bisa ditangkap mata manusia berkisar antara 400-700 nanometer.

Warna & Panjang Gelombang

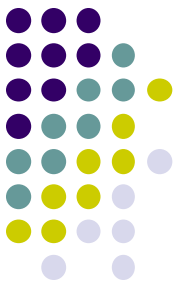


- Dalam peralatan optis, warna bisa pula berarti interpretasi otak terhadap campuran tiga warna primer cahaya: merah, hijau, biru yang digabungkan dalam komposisi tertentu. Misalnya pencampuran 100% merah, 0% hijau, dan 100% biru akan menghasilkan interpretasi warna magenta.
- Dalam seni rupa, warna bisa berarti pantulan tertentu dari cahaya yang dipengaruhi oleh pigmen yang terdapat di permukaan benda. Misalnya pencampuran pigmen magenta dan cyan dengan proporsi tepat dan disinari cahaya putih sempurna akan menghasilkan sensasi mirip warna merah.

Warna & Panjang Gelombang



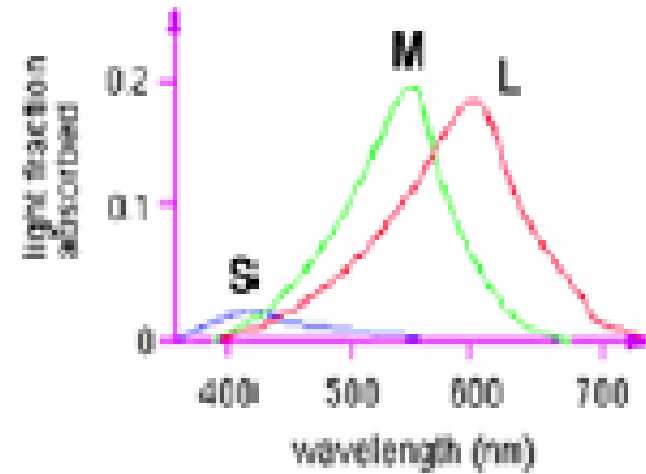
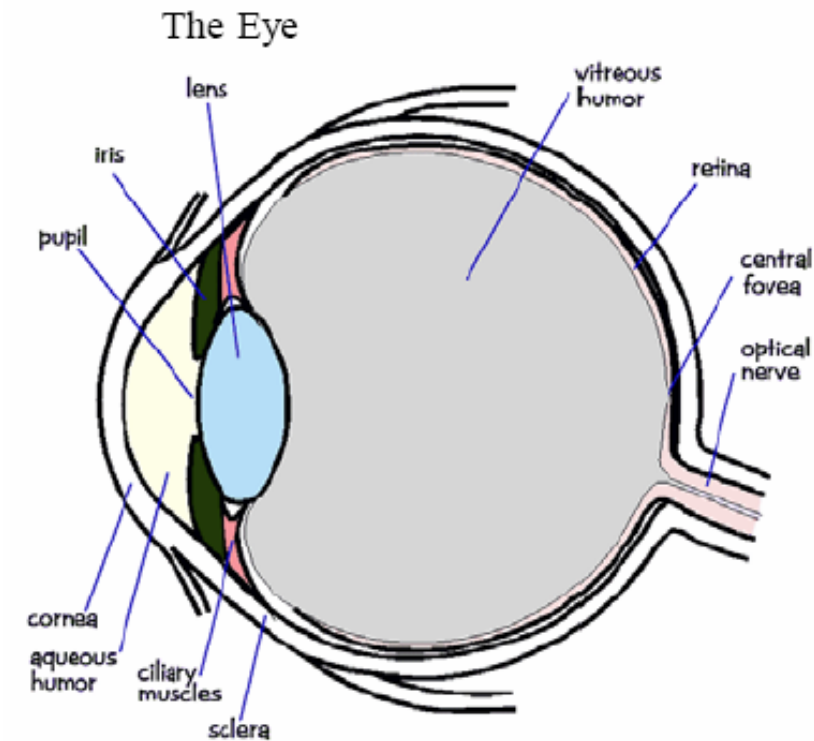
- Warna hitam dianggap sebagai ketidakhadiran seluruh jenis gelombang warna. Sementara putih dianggap sebagai representasi kehadiran seluruh gelombang warna dengan proporsi seimbang. Secara ilmiah, keduanya bukanlah warna, meskipun bisa dihadirkan dalam bentuk pigmen.



Human Color Vision

- Bagian mata yang sensitif terhadap foto disebut retina.
- Retina sebagian besar terdiri dari dua jenis sel, disebut rods dan cones.
- Cones bertanggung jawab untuk persepsi warna. Cones yang paling padat dikemas dalam suatu wilayah fovea.
- Ada tiga jenis kerucut, disebut sebagai S, M, dan L. Mereka secara kasar masing-masing setara dengan sensor biru, hijau, dan merah. Sensitivitas mereka terletak di sekitar 430nm, 560nm, dan 610nm untuk pengamat “rata-rata.

Human Color Vision

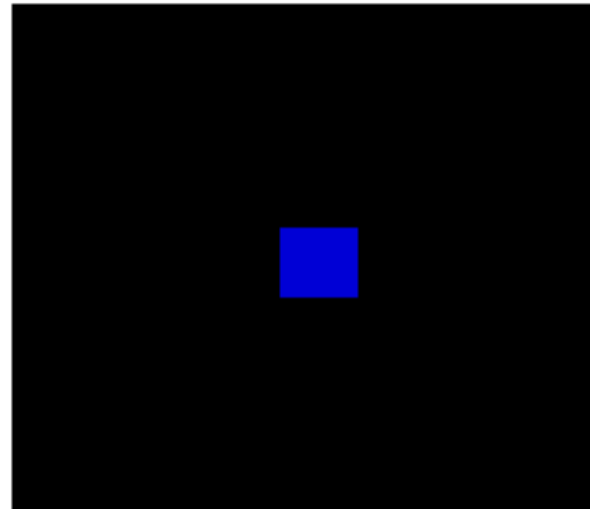
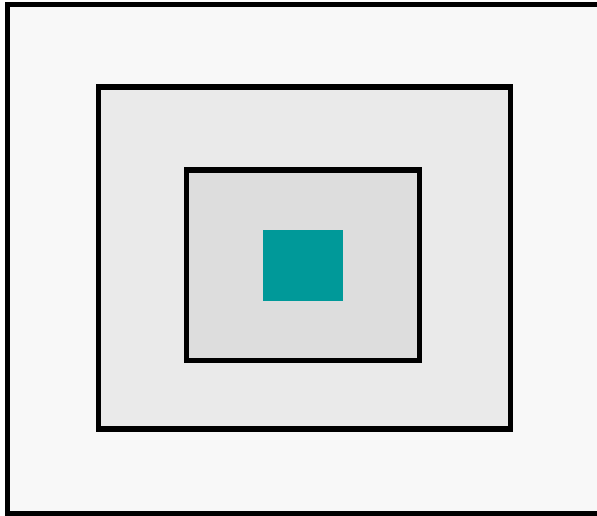




Persepsi Warna

- Spektrum yang berbeda menimbulkan sensasi yang identik secara persepsi yang disebut *metamers*
- Hasil-hasil persepsi warna dari stimulasi 3 jenis cones (trichromat) bersama-sama
- Persepsi kita tentang warna juga dipengaruhi oleh efek yang mengelilinginya dan adaptasi

Persepsi Warna

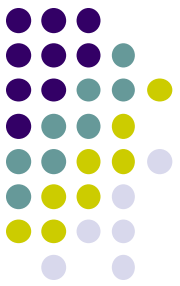


Pencocokan Warna (Color Matching)

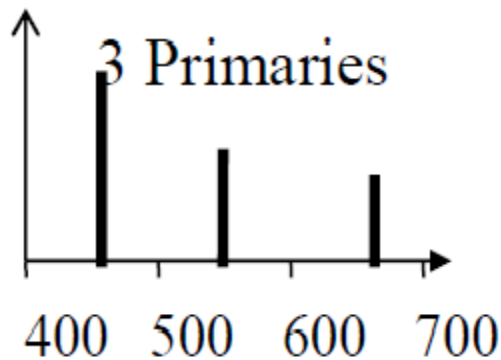
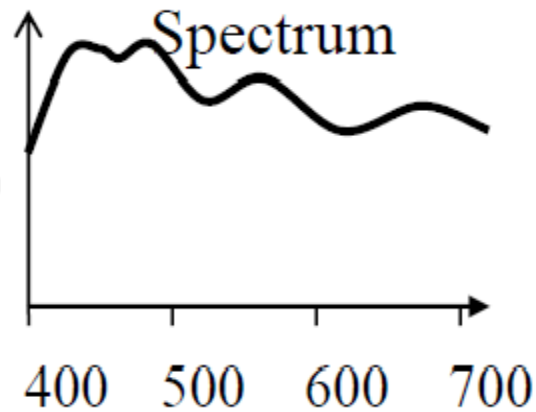


- Kinerja reseptor menunjukkan bahwa warna tidak memiliki distribusi energi yang unik.
- Warna yang merupakan distribusi melalui semua panjang gelombang dapat dicocokkan dengan mencampur tiga warna dasar (RGB)

Pencocokan Warna (Color Matching)



Color Matching:
People think these two spectra **look the same**
(*monomers*)



Representing color:
If you want people to “see”
the continuous spectrum,
you can just show the three
primaries

Pencocokan Warna (Color Matching)



- Pencocokan Warna :

Diberikan sumber cahaya warna, terlepas dari distribusi panjang gelombang yang terkandung di dalamnya, kita dapat mencoba untuk mencocokkan dengan mencampur tiga sumber cahaya

$$\mathbf{X} = r \mathbf{R} + g \mathbf{G} + b \mathbf{B}$$

dimana R, G dan B adalah sumber cahaya murni dan r, g dan b intensitas mereka

Pencocokan Warna (Color Matching)



- Pencocokan Subtraktif

Tidak semua warna dapat dicocokkan dengan himpunan sumber cahaya

Kita dapat menambahkan cahaya ke warna yang kita coba untuk cocokkan:

$$\mathbf{X + r R = g G + b B}$$

dengan teknik ini semua warna bisa dicocokkan.

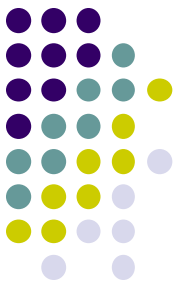


Diagram CIE

- Diagram CIE (Commission Internationale d'Eclairage) ini dirancang sebagai normalisasi standar representasi warna
- Diberikan tiga sumber cahaya dimana kita dapat mencampur mereka untuk menyesuaikan warna tertentu, memberikan kita untuk melakukan pencocokan subtraktif.
- Misalkan kita menormalkan kisaran ditemukan $[0 \dots 1]$ untuk menghindari tanda negatif.

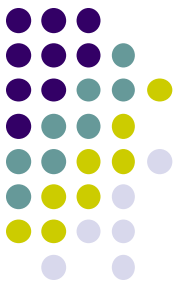


Diagram CIE

- Menormalkan warna

Setelah normalisasi rentang yang cocok dilakukan, kita dapat menormalkan warna seperti bahwa:

$$r + g + b = 1$$

sehingga,

$$x = r/(r+g+b)$$

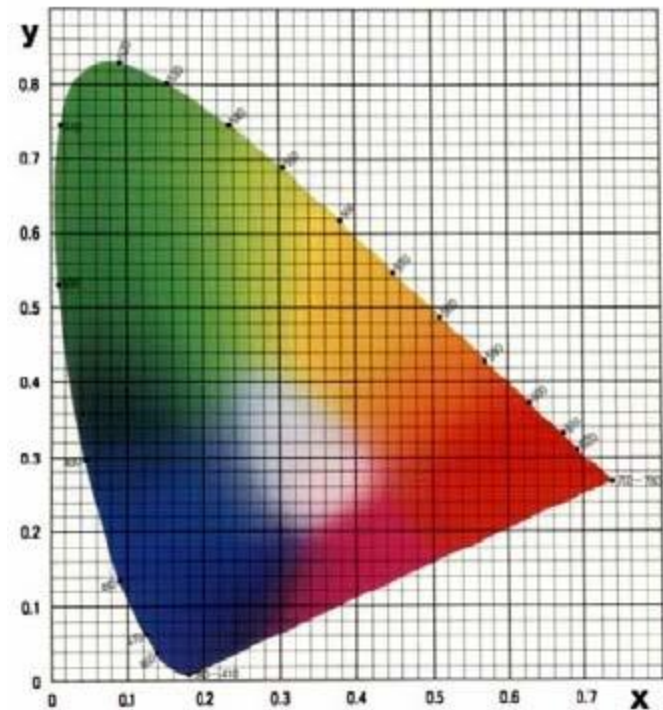
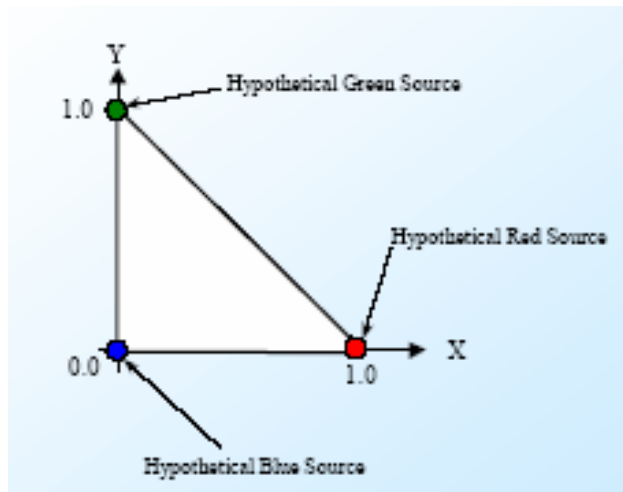
$$y = g/(r+g+b)$$

$$z = b/(r+g+b) = 1 - x - y$$



Diagram CIE

Normalkan ruang warna



CIE Chromaticity Diagram



Diagram CIE

- Bentuk cembung/Convex
 - Perhatikan bahwa warna murni (λ koheren) mengelilingi tepi diagram CIE.
 - Bentuknya harus cembung, karena setiap campuran (interpolasi) warna murni harus menciptakan warna di daerah tampak.
 - Garis yang menggabungkan ungu dan merah tidak memiliki warna yang setara murni. Warna hanya dapat dibuat oleh pencampuran.



Diagram CIE

- Intensitas
 - Karena semua warna dinormalkan maka tidak ada representasi intensitas.
 - Dengan mengubah intensitas secara perseptual warna yang berbeda dapat dilihat.
- Titik Putih

Ketika tiga komponen warna adalah sama, warna putih: $x = 0,33$, $y = 0,33$

Diagram CIE

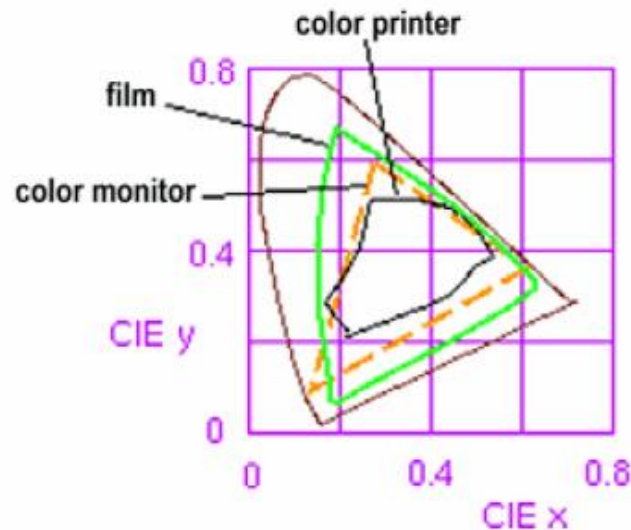


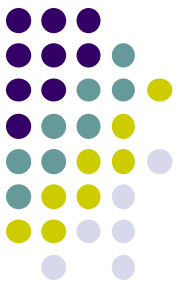
- Saturation
 - Warna murni sepenuhnya tersaturasi
 - Ini berhubungan dengan warna di sekitar tepi tapal kuda
 - Saturation dari titik arbitrary adalah rasio jarak terhadap titik putih atas jarak titik putih ke tepi.



Color Gamuts

- Diagram Kromatisitas dapat digunakan untuk membandingkan "gamuts" berbagai perangkat output yang mungkin (yaitu, monitor dan printer).

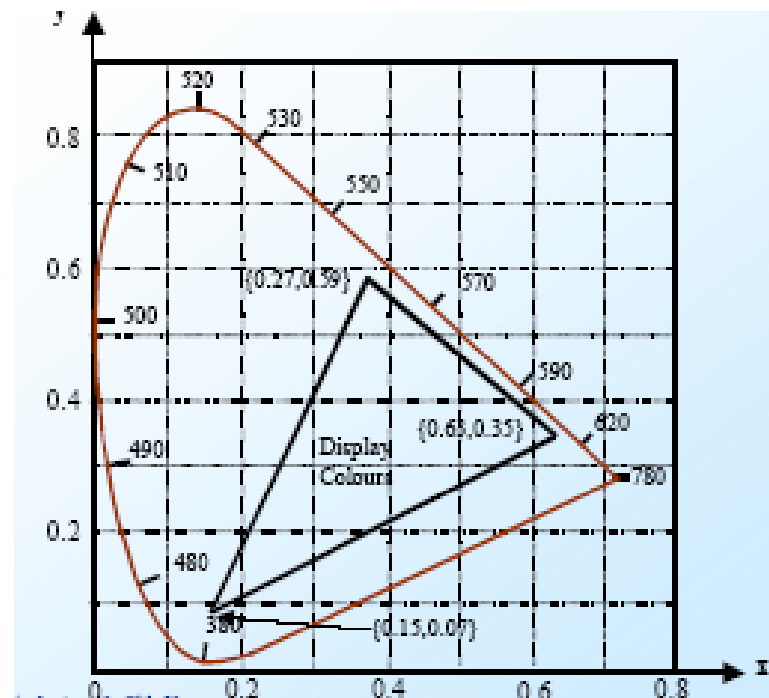


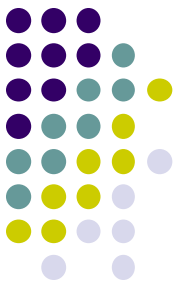


Warna Pada Monitor

- Warna monitor didasarkan pada penambahan tiga output dari tiga cahaya yang berbeda yang memancarkan fosfor.
- Posisi nominal ini pada diagram CIE diberikan oleh:

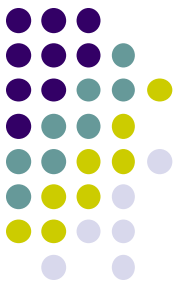
| | x | y | z |
|-------|-------|-------|-------|
| Red | 0.628 | 0.346 | 0.026 |
| Green | 0.268 | 0.588 | 0.144 |
| Blue | 0.150 | 0.07 | 0.780 |





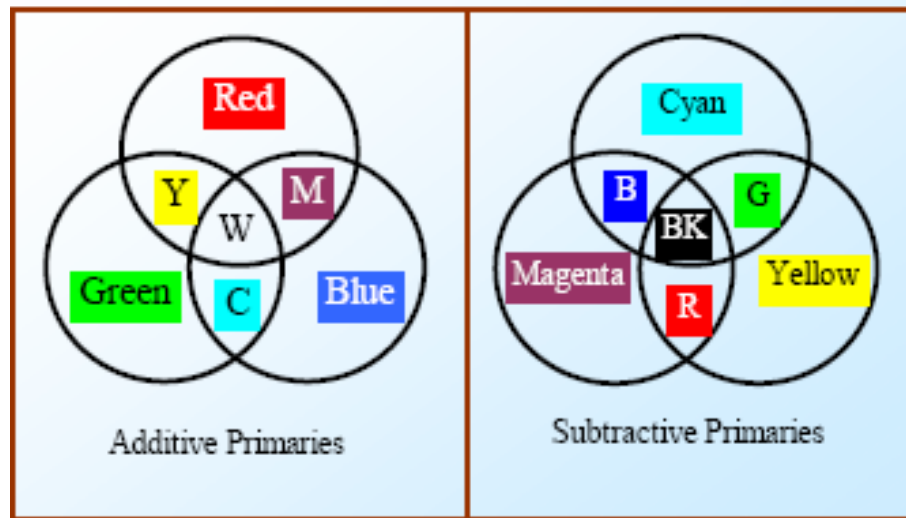
Warna Pada Printer

- Ketika mencetak kita menggunakan warna yang merupakan representasi subtraktif.
- Tinta menyerap panjang gelombang dari cahaya yang masuk, karena itu mereka kurangi komponen untuk menciptakan warna.
- Primary subtraktif adalah
 - Magenta (purple)
 - Cyan (light Blue)
 - Yellow



Warna Pada Printer

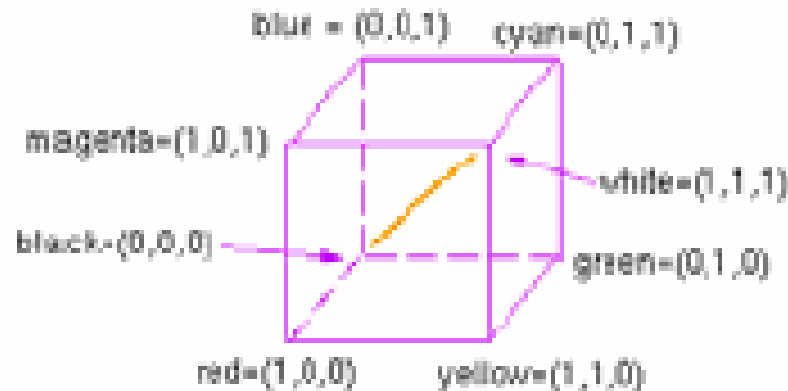
- Aditif vs subtraktif representasi Warna
- Representasi subtraktif mampu mewakili jauh lebih banyak ruang warna daripada aditif.





Ruang Warna RGB

- Model warna aditif yang digunakan untuk komputer grafis diwakili oleh kubus warna RGB, dimana R, G, dan B merupakan warna yang dihasilkan oleh masing-masing phosphours merah, hijau dan biru.





Ruang Warna RGB

- Konversi dari satu RGB gamut ke yang lain

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_r & X_g & X_b \\ Y_r & Y_g & Y_b \\ Z_r & Z_g & Z_b \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

- RGB dan sistem CIE adalah penggambaran secara praktis, tetapi tidak berhubungan dengan cara kita memandang warna.



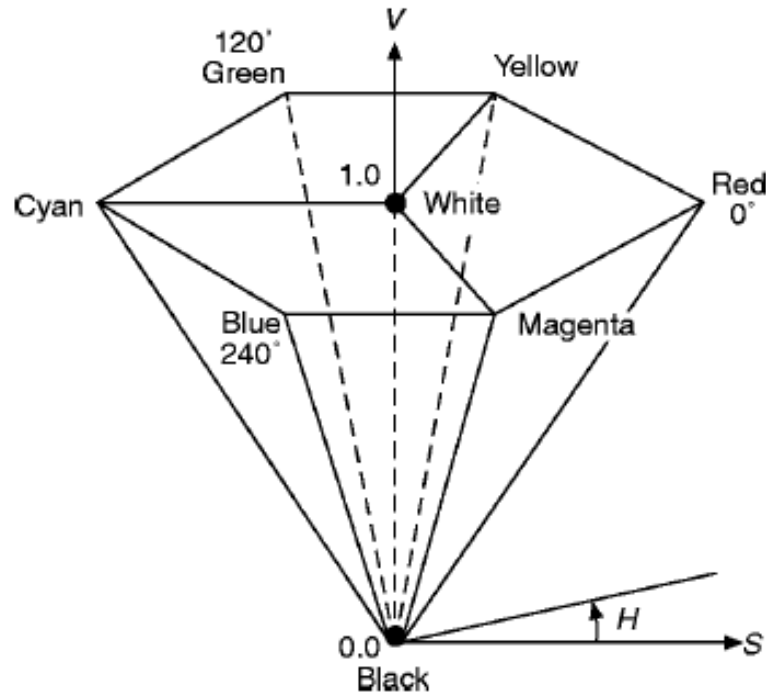
Ruang Warna - HSI/HSV

- Untuk manipulasi gambar lebih disukai menggunakan representasi HSI
- HSI memiliki tiga nilai per warna:
 - Hue : berhubungan dengan warna murni.
 - Saturasi : Proporsi warna murni
 - Intensitas : kecerahan



Ruang Warna - HSI/HSV

- Hexcone subset dari silinder (polar) sistem koordinat





Ruang Warna - HSI/HSV

- Konversi antara RGB dan HSI

$$I = (r + g + b) / 3$$

(Kadang-kadang, $I = \max(r,g,b)$)

$$S = (\max(r,g,b) - \min(r,g,b)) / \max(r,g,b)$$

Hue (yang merupakan sudut antara 0 dan 360o) jauh lebih baik dijelaskan secara prosedural



Ruang Warna - HSI/HSV

- Calculating Hue :
 - if (r=g=b)
- Hue tidak terdefinisi, warna adalah hitam, putih atau abu-abu.
 - if (r>b) dan (g>b)
- $Hue = 120 * (g-b) / ((r-b) + (g-b))$
 - if (g>r) dan (b>r)
- $Hue = 120 + 120 * (b-r) / ((g-r) + (b-r))$
 - if (r>g) dan (b>g)
- $Hue = 240 + 120 * (r-g) / ((r-g) + (b-g))$



Alpha Channels

- Warna representasi dalam sistem komputer kadang-kadang menggunakan empat komponen - rgba.
- Yang keempat hanyalah sebuah atenuasi/pelemah/kelaifan intensitas yang:
 - memungkinkan fleksibilitas yang lebih besar dalam mewakili warna
 - menghindari kesalahan pemotongan pada intensitas rendah
 - Proses masking yang lebih leluasa karena memungkinkan proses bagian-bagian tertentu dari suatu gambar.