

Teori Warna dan Vektor

Rio Chandra Rajagukguk 13514082
Program Studi Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganessa 10 Bandung 40132, Indonesia
riochandra@students.itb.ac.id

Abstract—Komputer sudah menjadi bagian dari manusia modern saat ini. Salah satu aspek yang membuat komputer menarik adalah warna. Berbagai macam warna pada komputer pada dasarnya terdiri dari tiga warna primer merah, hijau, dan biru. Setiap piksel dari monitor terdiri dari tiga bagian yaitu merah, hijau, dan biru. Tiga bagian warna dari piksel tersebut memberikan kesan berbagai macam warna.

Hingga saat ini warna masih direpresentasikan dalam bentuk bilangan biasa baik dalam bentuk RGB, CMYK, HSL, dll. Selain dalam bentuk biasa, ternyata warna juga dapat direpresentasikan dalam bentuk vektor, bahkan sebuah koordinat khusus warna akan terbentuk ketika kita memperlakukan warna sebagai vektor, koordinat ini disebut ruang warna. Dalam ruang warna terdapat sebuah kotak warna yang berisi semua jenis warna dengan delapan warna dasar. Vektor dalam ruang warna dapat menghasilkan warna lawan (*inverse*) dari sebuah warna, selain itu juga dapat menghasilkan hasil kombinasi dari berbagai warna.

Disini juga dipaparkan sebuah bentuk pallete baru yang lain dari pallete biasa yang berbentuk dua dimensi. Pallete ini dinamakan pallete kotak warna berbentuk tiga dimensi dengan dua alat penggeser (*scroll*) untuk mengatur kedalaman kotak warna serta transparansi warna yang dipilih. Bagian lain yang dijelaskan berupa fakta unik yang ditemukan pada penggunaan vektor ruang warna.

Keywords— fakta warna, kotak warna, pallete kotak warna, ruang warna, teori warna, vektor, warna, vektor warna.

I. Pendahuluan

Warna merupakan bagian dari hidup manusia yang tidak terpisahkan. Warna bukan hanya sekedar sesuatu yang berbeda namun juga bisa melambangkan sesuatu hal yang lain, seperti kepribadian. Penggunaan warna tentunya sudah sangat banyak membantu, mulai dari belum ditemukannya teori tentang warna ketika belum ada warna yang dikenal hingga dunia modern saat ini ditemukannya jutaan jenis warna.

Dalam dunia komputer modern saat ini warna tentunya menjadi hal wajib. Semakin kedepan, warna pada komputer semakin baik, semakin tajam, dan semakin nyata. Tentunya semua kualitas warna yang semakin baik pada komputer tidak terlepas dari semua perjuangan dan penemuan para pendahulu yang bekerja keras menemukan teori-teori tentang warna.

Teori tentang warna yang terkenal saat ini adalah konsep RGB (red-green-blue). Teori ini didasarkan pada mata yang memiliki tiga jenis reseptor warna yaitu L, M, dan S-cone. Hasil kombinasi dari tiga warna ini dengan porsi yang berbeda pada akhirnya menghasilkan jutaan jenis warna.

II. Teori Dasar

A. Vektor

Vektor dalam matematika dan fisika didefinisikan sebagai objek geometri yang memiliki besar dan arah. Vektor ditulis dengan tandah panah pada bagian variabelnya dan digambar sebagai garis panah seperti anak panah. Besar vektor menyatakan panjang dari panah vektor tersebut pada bidang koordinat. Salah satu operasi vektor adalah penjumlahan dan pembagian dengan konstanta. Penjumlahan vektor menyatakan perpindahan vektor dan menghasilkan vektor baru. Pembagian vektor dengan suatu konstanta akan menghasilkan vektor baru dengan arah yang sama tetapi panjang berbeda.

B. Mata dan Warna

Mata normal dapat menangkap warna pada gelombang cahaya sebanyak 10 juta warna. *Receptor Cells* dalam retina mata mengubah cahaya yang masuk menjadi *impuls* (dorongan) elektrik. *Rods* yang terdapat pada lapisan retina bersifat peka cahaya, namun buta warna.

Terdapat tiga jenis *cone* pada mata yang bertanggung jawab untuk menerjemahkan warna. Setiap *cone* sensitif terhadap spektrum warna *primary color* yang dideskripsikan sebagai merah, hijau, dan biru.

Dalam visual warna, distribusi dari berbagai panjang gelombang warna dikategorikan dalam area besar merah, hijau, dan biru. Berdasarkan kombinasi dari tiga warna inilah otak manusia mampu menginterpretasi berbagai jenis warna.

Pada mata ada tiga jenis *cone* utama, *L-cone*, *M-cone*, dan *S-cone*, sebagai berikut:

L-cone, *L = long wavelength*, yang peka terhadap warna merah.

M-cone, *M = medium wavelength*, yang peka terhadap warna hijau.

S-cone, *S = short wavelength*, yang peka terhadap warna biru.

C. Cahaya

Cahaya adalah energi berbentuk gelombang elektromagnetik yang dapat terlihat(kasat mata) dengan panjang gelombang 380-750 nanometer. Gelombang diluar panjang gelombang tersebut tidak lagi kasat mata atau terlihat.

D. Teori Warna

Awal mula warna, Aristoteles menggolongkan warna menjadi gelap dan terang. 18 abad kemudian, Leonardo da Vinci berpendapat bahwa seluruh warna adalah putih, pada saat itu ahli filsafat belum mengakui putih dan hitam termasuk warna.

Pada 1680 Sir Issac Newton menemukan spektrum warna berupa penguraian cahaya monokromatik oleh prisma. Penguraian ini disebut dispersi cahaya, yaitu saat cahaya polikromatik(putih) diurai menjadi cahaya-cahaya monokromatik(me, ji, ku hi, bi, ni, u) pada prisma lewat pembiasan atau pembelokan.

Tahun 1731, J. C. Le Blon menemukan warna merah, kuning, dan biru dari pigmen dan menjadi awal mula teori merah-kuning-biru sebagai warna primer.

Kemudian Johann Wolfgang von Goethe(1810) penulis dari buku *Theory of Color*, membuat lingkaran warna yang didasarkan pada pigmen atau *subtractive primaries*. Lalu Sir David Brewster(1831) menyederhanakan warna-warna yang ada di alam menjadi 4 kelompok warna, yaitu primer, sekunder, tersier, dan warna netral. Kelompok warna ini disusun dalam lingkaran warna Brewster.

Berikutnya, Munsell menyelidiki warna dengan standar warna untuk aspek fisik dan psikis. Ia berpendapat warna pokok terdiri dari merah, kuning, hijau, biru, dan ungu. Sementara warna sekunder terdiri dari jingga, hijau muda, hijau tua, biru tua, dan nila. Terdapat beberapa ilmuwan lain yang mendukung teori merah-kuning-biru seperti Wilhelm Oswald (19--), Johannes Itten(1961), dll.

Pada 1960, para ilmuwan berhasil menemukan *receptor*(penerima) yang dideskripsikan oleh Young dan Helmholtz. Reseptor ini terdiri dari berbagai kerucut yang terbagi menjadi merah(570nm), hijau(535nm), dan biru(425nm). Kombinasi dari tiga warna utama (*primary color*) cahaya menciptakan spektrum warna dikenal dengan *light colour*.

D. Warna

Warna di era modern saat ini menggunakan konsep RGB yaitu tersusun atas tiga warna primer merah, hijau, dan biru. Dimulai dari ketiadaan cahaya yang menciptakan kegelamapan, setiap warna cahaya ditambahkan untuk menghasilkan warna yang lebih cerah membuat proporsi yang lebih bervariasi yang menciptakan warna berbeda. Pencampuran dari ketiga warna chaya primer dalam jumlah yang sama akan menghasilkan cahaya putih. Kombinasi warna cahaya sebagai berikut:

merah + hijau = kuning (yellow)

merah + biru = ungu (magenta)

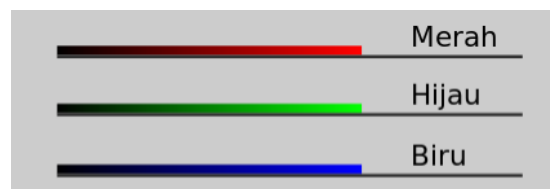
hijau + biru = cyan

Kombinasi antara tiga komponen warna, yakni merah, hijau, dan biru yang akan menghasilkan warna putih. Sebaliknya jika tiga komponen tersebut dikombinasikan dan intentsitasnya dikurangi hingga habis, maka akan dihasilkan warna hitam. Hal itu sama seperti jika suatu sinar ditutup dengan rapat dan menghasilkan kegelapan.

III. Ruang Warna dan Kotak Warna

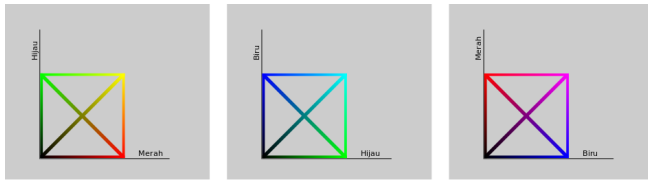
Merah, hijau, biru merupakan salah satu jenis komponen dasar yang menyusun seluruh jenis warna yang ada. Warna hitam adalah warna yang sama sekali tidak mengandung warna apapun, dengan banyak komponen merah, hijau, dan biru sama dengan nol sehingga warna hitam dapat disebut sebagai kanvas alami karena tidak ada komponen warna apapun yang terkandung didalamnya. Berlawanan dengan warna hitam, putih adalah warna yang mengandung semua komponen dasar tersebut, 100% merah, 100% hijau, dan 100% biru.

Pada keadaan dasar, warna merah hanya mengandung komponen merah saja, tidak ada komponen hijau dan biru sedikitpun. Begitu juga dengan warna hijau dan biru. Ketiga komponen dasar ini berada diposisi minimum ketika warna yang dihasilkan hitam, tidak ada sedikitpun komponen dasar tersebut dalam kanvas hitam (0%) dan mencapai keadaan maksimum ketika warna yang dihasilkan paling cerah (100%). Berikut grafik warna merah, hijau, biru:



Sumber: Dokumentasi penulis

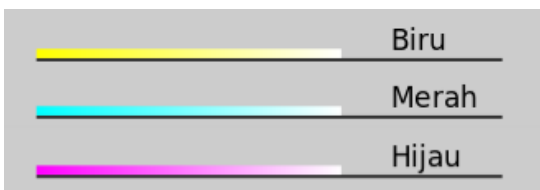
Selain itu, tiga warna tersebut dapat dipadukan sebagai duet warna, menghasilkan komposisi sebagai berikut:



Sumber: Dokumentasi penulis

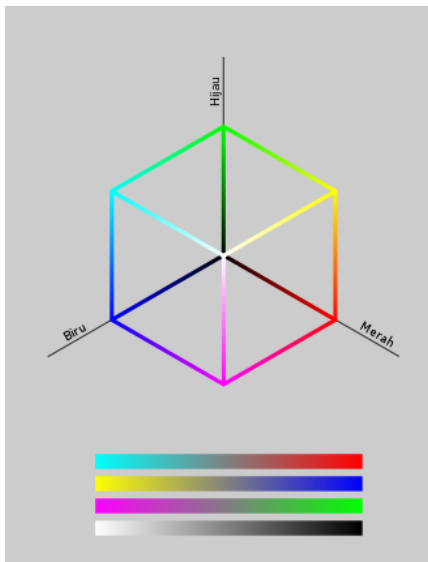
Pada ketiga koordinat ujung perpaduan warna tersebut, terlihat warna yang tercipta adalah kuning, cyan, dan ungu. Komposisi warna ini biasanya digabung bersama warna hitam, sering disingkat CMYK(cyan-magenta-yellow-black).

Tiga warna hasil dari perpaduan komponen dasar merah, hijau, biru yaitu kuning, cyan, dan ungu, ketiga warna ini akan menghasilkan warna putih jika ditambah dengan warna pelengkapannya. Kuning terdiri dari merah dan hijau maka warna pelengkapannya adalah biru. Berikut grafik ketiga warna tersebut menuju putih:



Sumber: Dokumentasi penulis

Dengan semua kombinasi warna diatas, dapat dibentuk sebuah kotak yang membentuk kombinasi warna tersebut seperti gambar dibawah:



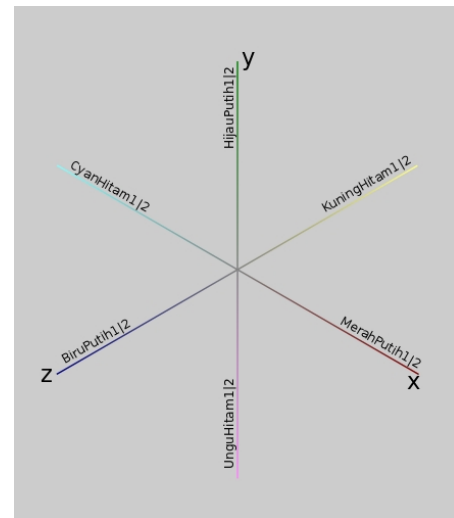
Sumber: Dokumentasi penulis

menghasilkan sebuah kotak berwarna. Kotak diatas bukanlah kotak kosong, tetapi kotak berisi. Warna disetiap permukaan kotak berisi gradien warna tiap-tiap titik berhadapan pada dua tiang sejajar satu sama lainnya. Lalu bagian dalam kotak ini

berisi gradien warna antara dua titik berhadapan pada sisi yang berhadapan. Kotak ini dinamakan kotak warna.

Perhatikan gambar garis warna yang ada tepat dibawah kotak, garis tersebut adalah gradien perpaduan warna titik pada ujung-ujung diagonal kotak tersebut. Hal yang terjadi, bahwa pada titik tengah antara setiap keempat garis tersebut selalu menghasilkan warna abu-abu (50% putih, 50% hitam).

Dengan sifat abu-abu seperti ini, dapat dibentuk sebuah koordinat baru dengan pusat $(0, 0, 0)$ berada pada titik warna abu-abu. Berikut gambaran koordinat tersebut:



Sumber: Dokumentasi penulis

sistem koordinat ini disebut dengan ruang warna. Pada koordinat tersebut terbentuk 6 sumbu yang berwarna dari titik $(0, 0, 0)$ abu-abu, sebagai berikut:

1. Sumbu-x positif menuju merah(MerahPutih1|2)
2. Sumbu-y positif menuju hijau(HijauPutih1|2)
3. Sumbu-z positif menuju biru(BiruPutih1|2)
4. Sumbu-x negatif menuju cyan(CyanHitam1|2)
5. Sumbu-y negatif menuju ungu(UnguHitam1|2)
6. Sumbu-z negatif menuju kuning(KuningHitam1|2)

Note: AB1|2 menunjuk sebuah warna yang berada tepat ditengah kedua warna A dan warna B.

VI. Vektor Ruang Warna

A. Definisi Vektor Ruang Warna

Vektor pada ruang warna didefinisikan dengan basis x, y, z , dengan pusat koordinat $(0, 0, 0)$. Berbeda dengan vektor pada umumnya, vektor ruang warna hanya terdefinisi pada jangkauan tertentu saja. Jangkauan berupa nilai konstan $-k$ hingga k yang mewakili ketelitian warna yang ingin didapatkan. Jangkauan $-k$ hingga k digunakan agar kotak warna yang tercipta pada ruang warna berada pada posisi seimbang terhadap koordinat pusat. Semakin besar jangkauan

vektor yang diberikan maka semakin besar ketelitian warna yang didapatkan. Pada makalah ini jangkauan yang digunakan adalah $k = 50$.

B. Vektor Khusus (Primer)

Pada vektor ruang warna didefinisikan beberapa vektor khusus yang merupakan vektor beberapa warna pada umumnya seperti merah, hijau, biru, kuning, cyan, ungu, hitam, dan putih. Vektor ini dikatakan khusus juga disebut primer karena tidak bisa dihasilkan dari kombinasi vektor manapun pada ruang warna (Bagian ini akan dijelaskan pada bagian kombinasi warna). Kedelapan vektor ini terletak pada sudut-sudut diagonal kotak warna. Berikut definisi vektor khusus:

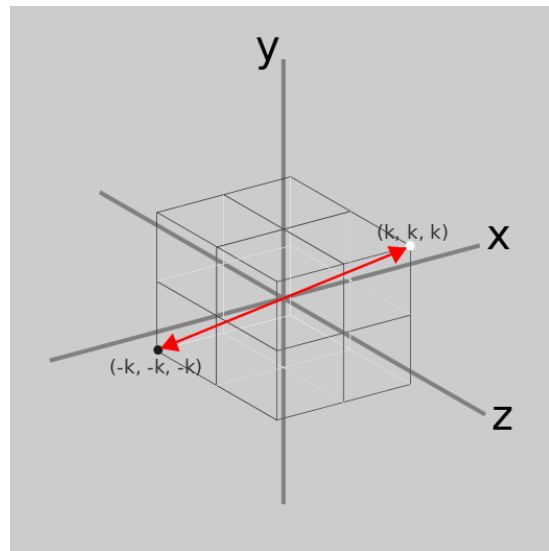
Warna	Vektor
Merah (<i>red</i>)	$\langle k, -k, -k \rangle$
Hijau (<i>green</i>)	$\langle -k, k, -k \rangle$
Biru (<i>blue</i>)	$\langle -k, -k, k \rangle$
Kuning (<i>yellow</i>)	$\langle k, k, -k \rangle$
Cyan (<i>cyan</i>)	$\langle -k, k, k \rangle$
Ungu (<i>magenta</i>)	$\langle k, -k, k \rangle$
Hitam (<i>black</i>)	$\langle -k, -k, -k \rangle$
Putih (<i>white</i>)	$\langle k, k, k \rangle$

Vektor-vektor ini digunakan sebagai acuan untuk memperkirakan warna yang dihasilkan sebuah vektor yang tidak khusus.

C. Vektor Ruang Warna dan Representasi RGB

Sebuah vektor ruang warna mewakili satu jenis warna yang unik, tetapi belum merepresentasikan bilangan warna RGB (red-green-blue) yang banyak digunakan dalam aplikasi komputasi grafis saat ini. Vektor ruang warna dapat diubah ke bentuk RGB dengan cara mengubah sumbu pusat $(0, 0, 0)$ menjadi titik warna hitam pada kotak warna. Titik ini biasanya berada pada koordinat $(-k, -k, -k)$ pada ruang warna.

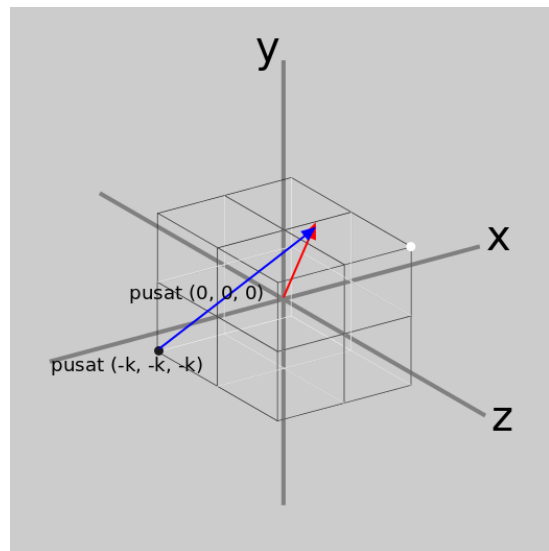
Pengubahan ini dapat dilakukan karena representasi warna RGB memiliki nilai terkecil 0 dan nilai terbesar c pada setiap



Sumber: Dokumentasi penulis

komponen warnanya, dimana jika seluruh komponen warna RGB bernilai 0 maka menghasilkan warna hitam, dan jika seluruh komponen warnanya bernilai c maka menghasilkan warna putih. Jika ditinjau pada kotak warna pada ruang warna, titik warna hitam dan putih berada pada posisi berlawanan secara diagonal ruang, sehingga c bernilai $2k$.

Komponen warna RGB yang dibentuk oleh vektor ruang warna berupa posisi titik vektor ruang warna yang relatif terhadap pusat sumbu baru, yaitu titik warna hitam pada ruang vektor.



Sumber: Dokumentasi penulis

vektor berwarna merah pada gambar adalah vektor ruang warna sedangkan vektor berwarna biru adalah vektor yang menunjukkan besar komponen RGB dari vektor berwarna

merah yang relatif terhadap sumbu baru di titik warna hitam, dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 &\text{sebuah vektor } p = \langle m, n, o \rangle \\
 &\text{dengan jangkauan } -k \text{ hingga } k \\
 &\text{menghasilkan } RGB(r, g, b) \text{ dengan } c = 2k \\
 &r = m + k \\
 &g = n + k \\
 &b = o + k
 \end{aligned}$$

Perubahan representasi RGB menjadi vektor ruang warna juga dapat dilakukan dengan cara sebaliknya, sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 &\text{vektor } p = \langle m, n, o \rangle \text{ dengan jangkauan } -k \\
 &\text{hingga } k \text{ dapat dihasilkan dari } RGB(r, g, b) \\
 &m = r - k \\
 &n = g - k \\
 &o = b - k \\
 &k = c / 2
 \end{aligned}$$

D. Vektor Berlawanan

Sebuah vektor ruang warna dikatakan berlawanan jika besar dua buah vektor sama tetapi memiliki arah yang berlawanan. Misalnya:

$$\begin{aligned}
 &\text{vektor } a = \langle m, n, o \rangle \\
 &\text{vektor } b = \langle -m, -n, -o \rangle
 \end{aligned}$$

maka vektor a berlawanan terhadap vektor b. Secara umum dapat dirumuskan:

$$\begin{aligned}
 &\text{vektor } a = \langle m, n, o \rangle \text{ berlawanan dengan} \\
 &\text{vektor } b \text{ jika vektor } b = -a
 \end{aligned}$$

E. Vektor Hampa

Vektor yang berada diluar jangkauan kotak warna tidak merepresentasikan warna apapun dalam ruang warna. Vektor ini disebut vektor hampa.

V. Vektor dan Warna

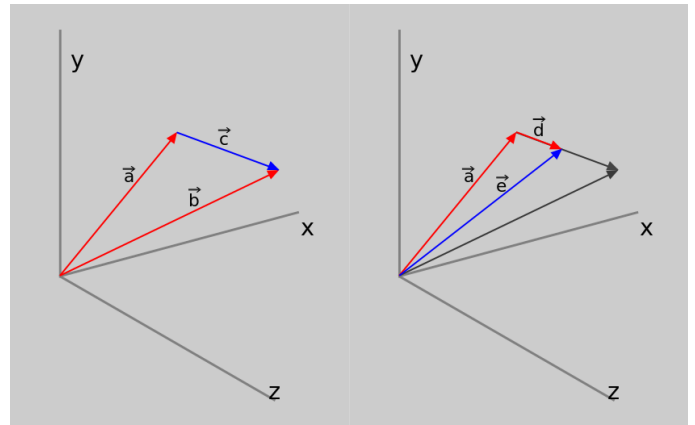
A. Warna Berlawanan (Inverse of Color)

Lawan dari sebuah warna dapat ditentukan dengan mencerminkan warna tersebut terhadap sebuah acuan warna yang paling netral, warna itu adalah abu-abu. Pencerminkan ini lebih mudah dilakukan pada ruang warna karena koordinat (0, 0, 0) merepresentasikan RGB(c/2, c/2, c/2) yaitu warna abu-abu.

Sebuah warna A dikatakan berlawanan dengan warna B jika vektor a dan b berlawanan dalam ruang warna, dengan a adalah vektor ruang warna dari warna A dan b adalah vektor ruang warna dari B. Hal ini dapat dinyatakan setelah warna pada representasi RGB diubah ke bentuk vektor ruang warna.

B. Kombinasi Warna

Kombinasi dari dua buah warna akan menghasilkan warna baru yang berada tepat dibagian tengah dari kedua warna tersebut. Dalam hal ini pada ruang warna, perhatikan gambar dibawah:



Sumber: Dokumentasi penulis

pada gambar sebelah kiri, vektor a adalah warna A dan vektor b adalah warna B, dimana:

$$\begin{aligned}
 a + c &= b \\
 c &= b - a
 \end{aligned}$$

terbentuk sebuah vektor e yang merupakan vektor kombinasi warna dari vektor a dan b, dimana:

$$\begin{aligned}
 d &= c / 2 \\
 e &= a + d = a + c / 2 = a + (b - a) / 2 \\
 e &= (a + b) / 2
 \end{aligned}$$

sehingga didapatkan, hasil kombinasi dua buah warna dalam vektor ruang warna dengan vektor warna a dan b adalah rata-rata dari kedua vektor tersebut.

Selain kombinasi dua warna, rumus ini dapat diturunkan untuk menghasilkan kombinasi dari N warna pada ruang warna. Misal terdapat vektor ruang warna a[0], a[1], a[2], ..., a[N-1], a[N], maka:

$$\vec{p} = \frac{a[0]}{2^N} + \sum_{i=1}^N \frac{a[i]}{2^{N-i+1}}, N \geq 1$$

vektor p adalah vektor warna hasil kombinasi vektor warna a . Rumus ini dapat dibuktikan menggunakan induksi matematika sebagai berikut:

$$\vec{p} = \frac{a[0]}{2^N} + \frac{a[1]}{2^N} + \frac{a[2]}{2^{N-1}} + \dots + \frac{a[N-1]}{2^2} + \frac{a[N]}{2^1}$$

basis:

jika $N = 1$, maka rumus benar

induksi:

untuk $N + 1$, maka

$$\vec{p} = \frac{a[0]}{2^{N+1}} + \frac{a[1]}{2^{N+1}} + \frac{a[2]}{2^N} + \frac{a[3]}{2^{N-1}} + \dots + \frac{a[N]}{2^2} + \frac{a[N+1]}{2^1}$$

jika ditulis ulang dalam bentuk sigma, menjadi:

$$\vec{p} = \frac{a[0]}{2^{N+1}} + \sum_{i=1}^{N+1} \frac{a[i]}{2^{(N+1)-i+1}}, N \geq 1$$

dengan memisalkan $M = N + 1$, maka:

$$\vec{p} = \frac{a[0]}{2^M} + \sum_{i=1}^M \frac{a[i]}{2^{M-i+1}}, (M-1) \geq 1$$

rumus kembali ke bentuk semula, sehingga rumus ini berlaku untuk semua N lebih besar sama dengan 1. Contoh sederhana kombinasi warna:

kotak warna dengan $k = 50$

maka RGB dengan $c = 100$

merah + kuning = $RGB(100, 0, 0) + RGB(100, 100, 0)$

merah + kuning = $(\langle 50, -50, -50 \rangle + \langle 50, 50, -50 \rangle) / 2$

merah + kuning = $\langle 50, 0, -50 \rangle$

merah + kuning = $RGB(100, 50, 0)$

merah + kuning = orange.

Kombinasi warna pada vektor ruang warna menyisakan sebuah hal yang sedikit berbeda. Warna khusus pada vektor ruang warna tidak dapat dihasilkan dari kombinasi dua warna. Hal ini dikarenakan kedelapan warna tersebut terletak pada posisi ujung/sudut kotak, sehingga tidak ada dua warna yang menengahi warna tersebut.

VI. Aplikasi Vektor Ruang Warna

A. Efek Invers pada Gambar

Salah satu efek yang terdapat pada beberapa alat pengubah gambar (*photo editor*) adalah invers. Efek ini bekerja dengan

cara mengubah setiap pixel warna pada gambar dengan lawan dari warna tersebut.



Sumber: Dokumentasi penulis

Salah satu cara untuk menghasilkan lawan dari sebuah warna adalah menggunakan vektor berlawanan pada vektor ruang warna.

B. Gabungan Warna

Dalam dunia grafis komputer, menggabungkan warna adalah hal yang penting. Ada banyak cara atau algoritma yang bisa digunakan. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah kombinasi warna pada vektor ruang warna.

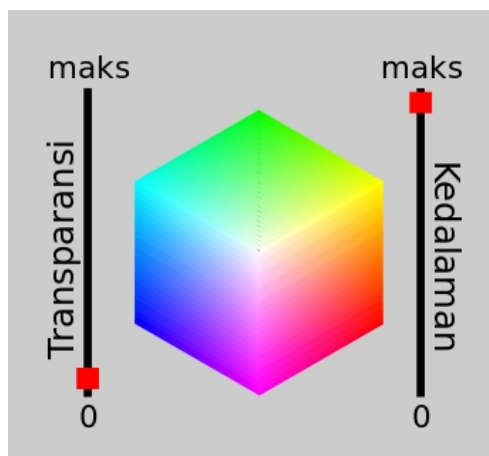
C. Memperkirakan Kombinasi Warna

Hanya sedikit orang yang dapat menebak warna apa yang tercipta dari penggabungan dua warna atau lebih. Menebak warna bisa dilakukan dengan hafalan atau menggunakan *pallette* warna.

Pallette warna yang sering terlihat adalah *pallette* warna pelangi, artinya tidak ada *pallette* gabungan semua warna termasuk hitam dan putih, karena bagian hitam dan putih biasanya dipisah. Kotak warna bisa menjadi salah satu cara untuk memperkirakan penggabungan segala jenis warna termasuk hitam dan putih hanya dengan melihat kotak tersebut.

D. Bentuk Pallette 3 Dimensi

Ada beberapa jenis *pallette* warna yang sering digunakan saat ini seperti $RGB(\text{red-green-blue})$, $HSL(\text{hue-saturation-lightness})$, $CMYK(\text{cyan-magenta-yellow-black})$, dan bentuk *Wheel* (lingkaran), dimana semua *pallette* tersebut berbentuk 2 dimensi. Belum ada *pallette* berbentuk 3 dimensi yang digunakan saat ini.



*Purwarupa Pallette Kotak Warna
(tampak tiga sisi depan)
Sumber: Dokumentasi penulis*

Kotak warna bisa menjadi sebuah terobosan baru dalam membuat pallette 3 dimensi. Ada beberapa keuntungan jika menggunakan pallette 3 dimensi kotak warna, yaitu ruang yang digunakan untuk pemilihan warna tidak banyak, hanya sebuah kotak dan dua buah scroll untuk menggeser kedalam dan keluar kotak serta transparansi warna, lalu pemilihan warna lebih mudah hanya dengan memutar-mutar kotak warna atau menggeser kedalaman kotak lalu memilih warna yang diinginkan. Selain itu, dengan menggunakan kotak warna, warna yang diinginkan dapat lebih akurat karena jangkauan kotak warna dapat diubah sesuai kebutuhan.

VII. Fakta Unik

A. Warna Netral

Pada ruang warna dan kotak warna, dapat dilihat bahwa warna netral adalah abu-abu. Ketika setiap warna digabung dengan warna lawannya sendiri, maka hal yang terjadi adalah warna tersebut menjadi abu-abu. Dalam hal ini abu-abu seolah menjadi sebuah cermin yang harus dilewati oleh dua warna yang berlawanan. Warna abu-abu terbentuk tidak hanya dengan komposisi 50% putih, 50% hitam, tetapi dapat terbentuk dengan komposisi 50% warna A dan 50% warna B, dimana A adalah sebuah warna dan B adalah warna berlawanan dari A. Sifat inilah yang menjadikan abu-abu sebagai warna yang netral.

B. Seluruh Warna Digabungkan

Sebuah hal unik yang jarang terpikirkan banyak orang, warna apa yang terbentuk jika seluruh jenis warna yang ada

digabungkan. Hal ini dapat dijelaskan dengan mudah menggunakan vektor ruang warna, sebagai berikut:

Andaikan semua warna diwakili oleh setiap vektor pada ruang warna, maka seluruh kotak warna akan dipenuhi oleh panah-panah vektor. Apabila ada sebuah vektor a pada kumpulan vektor tersebut maka pastilah ada sebuah vektor lain yang merupakan lawan dari vektor a , sehingga jika seluruh vektor tersebut dijumlahkan, secara logika kita tahu hasilnya adalah nol, sehingga hasil penjumlahannya kembali ke titik asal.

titik asal pada vektor $(0, 0, 0)$ merepresentasikan warna abu-abu, sehingga dapat disimpulkan jika seluruh warna yang ada digabungkan, akan menghasilkan warna abu-abu.

VIII. Simpulan dan Saran

Warna tidak lagi menjadi hanya sebuah bilangan yang direpresentasikan sebagai angka biasa pada representasi RGB, tetapi juga dapat direpresentasikan ke dalam vektor. Beberapa hal yang bisa dilakukan dalam vektor ruang warna masih sebatas mencari warna berlawanan dan mengombinasikan warna. Dengan kotak warna dapat dijelaskan bahwa warna netral adalah warna abu-abu, bahkan jika seluruh jenis warna dicampur dengan porsi yang sama akan berakhir pada warna abu-abu.

Selain beberapa hal diatas, sebuah terobosan baru yakni pallette kotak warna tiga dimensi layak untuk diuji coba sebagai pallette modern yang mungkin bisa menggantikan pallette tradisional yang terdiri dari kotak-kotak memanjang yang memakan banyak ruang dan sedikit sulit menggunakannya.

Dengan penelitian lebih lanjut penulis mengharapkan penemuan lebih lanjut tentang ruang warna dan kotak warna tidak sekedar dua hal diatas saja, diharapkan lebih banyak lagi hal yang bisa ditemukan dan berguna dalam bidang teori warna dan aplikasinya, sehingga dapat membantu perkembangan ilmu pengetahuan khususnya dibidang desain dan warna.

Referensi

- [1] Susanti, Chara, "Colour Theory: Pertemuan 1-7", Universitas Multimedia Nusantara, -.
- [2] Strang, Gilbert, *Linear Algebra And Its Applications Fourth Edition*, Massachusetts Insitute of Technology: Brooks Cole, 2006.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 15 Desember 2015

Rio Chandra Rajagukguk
13514082