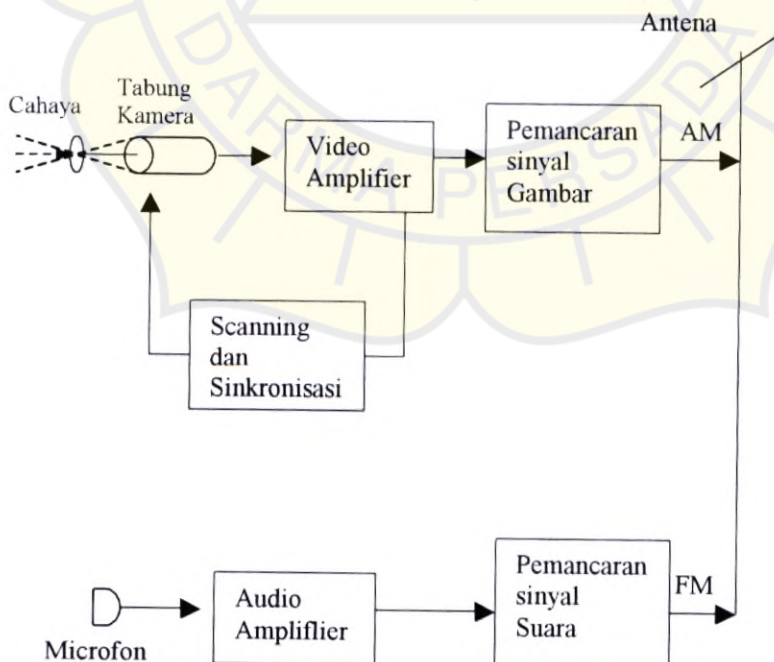


## BAB II

### TELEVISI SISTEM PAL

#### 2.1. Pemancaran Televisi

Antena pemancaran TV memancarkan gelombang elektromagnetis, pemancaran memakai sistem untuk membawa sinyal informasi gambar dan suara. Untuk membawa sinyal informasi gambar digunakan AM dan untuk membawa sinyal informasi suara digunakan sistem pemancar FM. Supaya sinyal-sinyal gambar teratur ketika dipancarkan maka diberikan rangkaian sinkronisasi dan peristiwa penguraian gambar. Sinyal-sinyal gambar dan suara dipancarkan melalui satu antena.



Gambar 2.1 Diagram Blok Penyiaran Televisi<sup>[2]</sup>

### 2.1.1. Pemancaran Televisi Warna

Untuk memancarkan sebuah gambar berwarna dengan televisi warna, sinar yang datang dari sebuah objek diuraikan menjadi tiga komponen warna cahaya yaitu merah, hijau, biru, dengan memakai filter warna. Ketiga komponen warna tersebut diubah menjadi tiga sinyal video yaitu sinyal video merah, sinyal video hijau dan sinyal video biru. Pada saat ketiga sinyal video tersebut ditransmisikan oleh tiga bagian pemancar yang tidak bergantung dan disampaikan ke masing-masing tabung warna. Metoda transmisi ini disebut pemancar televisi paralel, karena ketiga tersebut dipancarkan secara paralel. Jika diinginkan untuk mendapatkan gambar dengan kualitas yang sama seperti gambar hitam dan putih, maka dibutuhkan lebar bidang tiga kali lipat untuk televisi hitam putih.

Untuk mengatasi kerugian tersebut, diinginkan untuk menggunakan sistem pemancaran televisi berwarna secara berurutan dimana ketiga sinyal komponen warnanya yaitu sinyal merah, hijau dan biru di-switch secara berurutan. Jika ketiga sinyal komponen warna itu di-switch berurutan berubah tiap medan gambar, maka sistem ini disebut sistem pemancaran medan berurutan. Jika di-switch setiap perubahan elemen gambar, maka disebut sistem pemancaran berurutan. Sistem ini juga dianut oleh sistem PAL dan sistem NTSC.

### 2.2. Aspek Rasio dan Jarak Pandang Minimum

Aspek rasio merupakan perbandingan antara lebar dan tinggi suatu rangka gambar (*frame*). Agar memenuhi gambar yang standar, maka perbandingan antara lebar dan tinggi gambar yang tepat adalah 4:3. Jadi gambar yang dihasilkan pada televisi adalah 1,33 kali tinggi gambar.

Jarak pandang sistem PAL ini dapat dihitung dari perbandingan aspek rasio tersebut. Secara matematis jarak pandang minimum dapat dihitung dengan rumus berikut <sup>[5]</sup>:

$$D^2 = H^2 + V^2 = H^2 \left[ 1 + \frac{1}{a^2} \right] \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\tan \left[ \frac{\theta}{2} \right] = \frac{H}{2x} \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

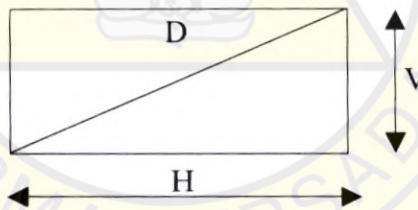
$$\theta = 2 \tan^{-1} \left[ \frac{H}{2x} \right] \quad \dots\dots\dots(2.3)$$

dimana : D = diagonal layar televisi

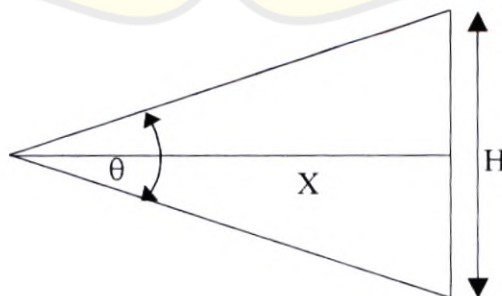
X = jarak dari layar ke pemirsa

$\theta$  = besar sudut pandang

$a = H/V =$  aspek ratio



Gambar 2.2.a. Ukuran Layar HDTV

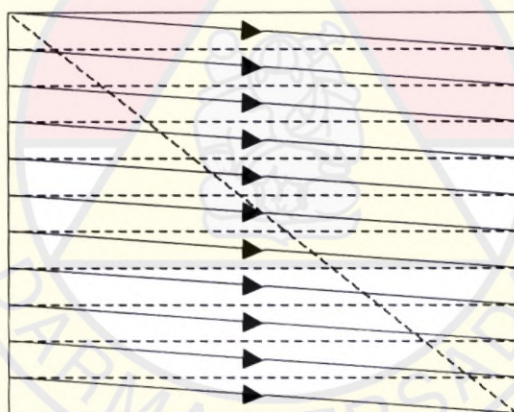


Gambar 2.2.b. Hubungan antara Sudut dan Jarak Pandang Terhadap Layar HDTV

### 2.2.1. Penelusuran (Scanning)

Penelusuran adalah suatu proses pengurutan elemen-elemen gambar yang dilakukan oleh tabung kamera televisi, dimana gambar diubah ke besaran-besaran listrik yang selalu berubah-ubah terhadap waktu.

Penggubahan gambar menjadi tegangan listrik dilakukan garis pergaris dimana setiap garis terdiri dari ratusan titik cahaya yang diproyeksikan ke alat peka cahaya pada kamera. Penyelusuran dilakukan dari kiri kekanan, segaris demi segaris dari atas ke bawah. Setelah pada garis terakhir, akan dimulai lagi garis pertama. Sedangkan pada perpindahan dari garis yang satu ke garis yang lain tidak dilakukan penelusuran.

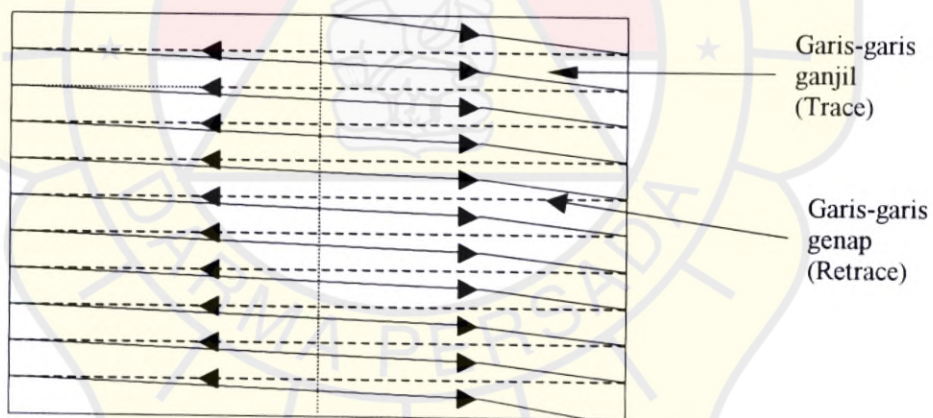


Gambar 2.3 *Scanning*

Pada sistem televisi PAL yang menggunakan standar CCIR, jumlah garis horisontal tersebut adalah 625 garis. Seperti yang dijelaskan diatas, suatu gambar dipancarkan dalam titik yang diubah dalam tegangan listrik, tetapi yang dapat dilihat berupa gambar penuh, bukan titik-titik yang berjalan dari kiri kekanan. Ini disebabkan oleh daya mata manusia yang lamanya kira-kira 1/16 detik. Karena sifat mata tersebut, suatu gambar yang berubah dengan kecepatan yang lebih kecil dari 1/16 detik, yang akan terlihat satu gambar yang utuh. Hal tersebut dapat

dibuktikan pada kejadian ditempat yang gelap, dengan menggerakkan rokok yang menyala, maka pada kecepatan tertentu (lebih dari 16 kali perdetik) akan terlihat satu berkas cahaya yang utuh, bukan cahaya rokok yang terputus-putus, hal tersebut karena adanya daya kesan mata manusia. Jadi suatu benda/titik yang hilang dimata kita masih mempunyai kesan selama kurang lebih  $1/16$  detik.

Pada sistem PAL, suatu gambar (625 garis) dibentuk dalam waktu  $1/25$  detik. Jadi dalam waktu satu detik terbentuk 25 gambar, sehingga dengan kecepatan tersebut manusia dapat menikmati kumpulan titik-titik tersebut sebagai suatu gambar yang utuh. Tetapi didalam pembentukan gambar tersebut, pada saat garis terakhir, intensitas cahaya pada garis 1 di otak manusia sudah menurun, sehingga terjadi gambar yang tidak merata terangnya antara gambar bagian atas dengan gambar bagian bawahnya. Gejala ini dinamakan kedipan (*flicker*).



Gambar 2.4 Scanning Dengan Teknik Sisipan

Untuk menghilangkan kedipan tersebut ditempuh suatu cara yaitu membagi gambar atas dua bagian, yaitu bagian yang terdiri dari garis-garis ganjil dan bagian yang terdiri dari garis-garis genap. Jadi satu gambar ditelusuri dua kali dimana setiap kali telusur terdiri dari 312,5 garis ( $625/2$ ).

Tiap telusuran, dimulai dari garis yang paling atas sampai garis yang terakhir dinamakan satu medan/*field*. Jadi pada satu gambar dibangun atas dua medan

yang dinamakan medan garis ganjil dan medan garis genap yang terdiri atas garis genap. Teknik membuat satu gambar menjadi dua medan dinamakan teknik sisipan. Dengan cara tersebut diatas seakan-akan kita melihat 50 gambar dalam satu detik, sehingga efek kedipan tersebut diatas dapat diatasi. Gerakan telusuran dari atas ke bawah dengan teknik sisipan tersebut adalah :

- $2 \times 25 = 50$  medan perdetik yang dinamakan frekuensi vertikal.
- $f_v = 50$  Hz

Sedangkan frekuensi dari garis (banyaknya garis perdetik) adalah :

- $625 \times 25 = 15.625$  Hz

15.625 Hz adalah frekuensi horisontal atau frekuensi line. Jadi  $f_v = 50$  Hz dan  $f_h = 15.625$  Hz merupakan standarisasi sistem CCIR daan sebagai perbandingan dengan sistem NTSC dimana  $f_v = 60$  Hz dan  $f_h = 15.750$  Hz

Penelusuran yang menimbulkan sinyal gambar dinamakan *trace*, sedangkan yang tidak menimbulkan sinyal gambar dinamakan *retrace*.

Untuk membuat gambar tidak berkedip-kedip maka oleh penciptanya, 1 gambar TV terdiri dari 625 garis terbentuk dalam 1/25 detik yang dibuat dua kali siar, yaitu :

- a. *Scanning* pertama  $1/2 \times (625 \text{ } 1/25 \text{ detik}) = 312 \text{ } 1/2$  garis dalam waktu 1/50 detik terdiri dari garis-garis *scanning* nomor ganjil yang disebut bingkai satu (*frame* 1).
- b. *Scanning* kedua  $1 / 2 \times (625 \text{ } 1/25 \text{ detik}) = 312 \text{ } 1/2$  garis dalam waktu 1/50 detik terdiri dari garis-garis *scanning* nomor genap yang disebut bingkai ke dua (*frame* ke 2).

### 2.2.2. Sinkronisasi

Untuk membuat gambar yang sempurna maka elemen-elemen gambar dalam televisi harus ditelusur sesuai tata urutan yang tepat dan bersatu. Supaya elemen-elemen gambar dalam kedudukan urutan yang tepat maka perlu adanya sinkronisasi.

Sinkronisasi digunakan untuk menempatkan atau menyamakan waktu penelusuran vertikal dan horisontal pada televisi pemancar maupun penerima.

Pada sinyal pembawa gambar (*carrier*) pulsa-pulsa sinkronisasi dibawa bersama-sama dengan pulsa peredupan (*blanking*). Saat peredupan terjadi sinyal sinkronisasi muncul akibatnya sinkronisasi dari sinyal ada dua yaitu sinyal sinkronisasi vertikal dan sinkronisasi horisontal.

Dengan demikian frekuensi sinyal frekuensi vertikal sama dengan frekuensi penelusuran vertikal dan frekuensi sinyal horisontal sama dengan frekuensi penelusuran horisontal.

### 2.2.3. Sinyal Peredupan (Blanking)

Pada saat proses penelusuran dilakukan terjadi penelusuran balik (*retrace*). Waktu penelusuran balik disebut waktu redup, karena pada waktu tersebut tidak ada elemen gambar yang ditelusur.

Sinyal peredupan (*blanking*) dipancarkan bersama-sama dengan sinyal pembawa gambar, setelah berkas elektron dari penelusuran diperbaiki selama periode penelusuran balik.

### 2.2.4. Sinyal Terang (Brightness)

Untuk memenuhi syarat kualitas gambar yang baik, maka gambar harus memiliki intensitas cahaya yang tinggi. Intensitas cahaya yang dimaksud adalah sinyal terang yang memiliki intensitas penyinaran rata-rata untuk menentukan

derajat ketinggian (level) cahaya pada latar belakang gambar yang akan direproduksi.

### 2.3. Sinyal Gambar (Video)

Sinyal gambar yang dipancarkan merupakan hasil modulasi antara informasi gambar pada penelusuran kamera televisi dengan sinyal pembawa gambar (*carrier*).

Untuk merekonstruksi gambar yang dikirimkan pada televisi penerima, maka sinyal gambar yang dikirimkan dibantu oleh pulsa-pulsa yang menguatkan sinyal tersebut. Pulsa-pulsa ini terdiri dari pulsa peredupan (*blanking pulse*), pulsa sinkron horisontal, pulsa sinkron vertikal, pulsa penyama, (*equalizing pulse*) dan pulsa sinkron vertikal bergerigi (*serated pulse*).

#### 2.3.1. Bandwidth

Sinar elektron menyapu seluruh gambar dalam 1 detik, maka ia akan membuat 625 ulasan horisontal. Kecepatan pengulasan horisontal adalah 625 *line/frame*. Perbandingan frame dari gambar adalah 4 : 3. Tiap garis horisontal diulas adalah:

$$4/3 \times 625 = 833,33 \text{ elemen}$$

Jumlah frame yang diulas pada 1 frame :

$$833,33 \times 625 = 520831,25 \text{ elemen}$$

Kecepatan pengulasan 25 frame/second

Lebar band frekuensi :

$$(25 \times 520831,25) / 2 = 6510390,25 \text{ Hz} = 6,5 \text{ MHz}$$



### 2.3.2. Batas Resolusi

Batas resolusi dari suatu televisi menyatakan jumlah maksimum yang dicapai oleh garis terang dan gelap dimana dapat dibedakan per unit jarak antara keduanya pada gambar yang dihasilkan.

Batas resolusi ini terdiri dari <sup>[3]</sup>:

- Resolusi Horizontal yaitu jumlah vertikal yang terang dan gelap yang dapat dibedakan dalam ukuran sama dengan tinggi gambar. Rumus untuk menghitung jumlah resolusi horizontal adalah :

$$R_H = \frac{2C_H B_W}{A_R N_L F_R} \dots \dots \dots (2.4)$$

dimana :

$R_H$  = resolusi horizontal

$C_H$  = fraksi waktu dalam setiap baris *scanning* yang ditunjukkan pada transmisi gambar setelah pengurangan waktu untuk blanking horizontal = 0,80

$B_W$  = bandwidth

$A_R$  = perbandingan lebar dengan tinggi layar

$N_L$  = jumlah *scanning*

$F_R$  = kecepatan frame per detik

- Resolusi Vertikal yaitu jumlah garis horizontal yang dapat dibedakan dalam ukuran sama dengan tinggi gambar. Dalam hal ini dibatasi oleh

jumlah *scanning* yang aktif dan tidak sama jumlahnya, karena letaknya secara acak. Rumus untuk menghitung besarnya jumlah resolusi vertikal adalah:

$$R_V = C_V K_f N_L \dots\dots\dots(2.5)$$

dimana :  $C_V$  = fraksi waktu dari *scanning* yang aktif = 0,92

$K_f$  = faktor Kell = 0,7

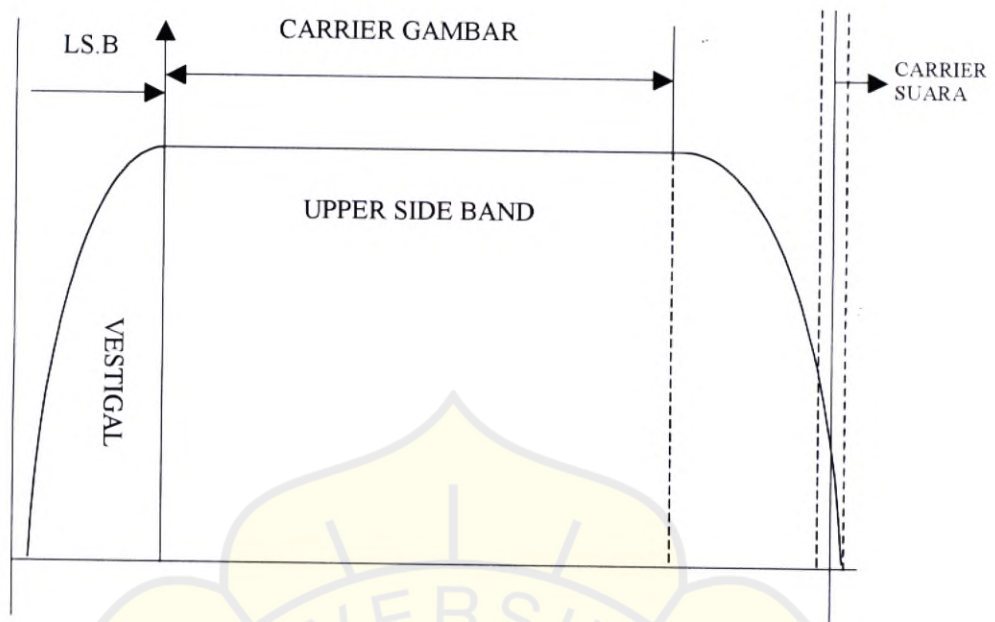
$N_L$  = jumlah *scanning*

### 2.3.3. Sistem Vestigial Side Band

Pada standar lebar jalur daris sinyal televisi, untuk sinyal pembawa gambar dengan memodulasi amplitudo menghasilkan dua jalur sisi, yaitu: jalur sisi atas (*upper side band*) dan jalur sisi bawah (*lower side band*). Untuk sisi jalur yang tidak ditempati digunakan memancarkan sinyal pembawa suara yang memodulasi secara FM (frekuensi modulasi).

Dengan demikian sistem vestigial side band berfungsi sebagai pembagian jalur-jalur frekuensi signal televisi yang dipancarkan, seperti pada gambar 2.4.

Keuntungan sistem ini untuk mengatasi jalur sisi yang kurang dari seluruh jalur yang standar dengan cara menggunakan sistem memodulasi gelombang amplitudo dari kedua jalur sisi secara utuh



Gambar 2.5 Standar dari kanal televisi

#### 2.4. Televisi Warna

Dalam sistem televisi warna, sinyal gambar (video) dinyatakan sebagai jumlah antara sinyal terang (*brightness*) dengan sinyal warna. Untuk sinyal warna diperoleh dari tabung kamera yang terdapat dalam televisi. Tabung kamera yang menghasilkan sinyal warna ada tiga, dimana masing-masing menghasilkan warna primer, yaitu : merah, hijau dan biru.

Untuk memindahkan sinyal-sinyal warna yang dihasilkan dari masing-masing tabung ke suatu obyek dimana sinyal gambar (video) diterima pada layar, maka pada tabung kamera dipasang suatu filter warna. Obyek gambar yang diterima pada layar merupakan isyarat dari ketiga sinyal warna primer yang dipancarkan, selanjutnya bila isyarat gambar warna diluar warna diluar primer ini adalah merupakan warna campuran dari ketiga warna primer ini adalah merupakan warna campuran dari ketiga warna primer. Warna-warna campuran yang terjadi merupakan suatu kombinasi ketiga warna primer.

Hasil kombinasi dari warna-warna primer tersebut dapat terlihat dibawah ini:

Merah + hijau + biru = putih

Merah + hijau = kuning

Merah + kuning = merah tua

Biru + hijau = cyan

#### 2.4.1. Spesifikasi Warna

Beberapa warna yang terdapat pada sinyal warna dispesifikasi dalam tiga karakteristik pewarnaan (*heu*), yaitu: jenuh (*saturation*), terang (*luminanace*) dan khroma (*chrominance*).

Pewarnaan (*hue*) merupakan aktualisasi dari warna-warna yang dapat diterima pada mata. Untuk warna-warna seperti merah, hijau, biru, kuning dan merah tua menggambarkan perbedaan warna dari spektrum cahaya terang yang diakibatkan oleh panjang gelombang dari warna-warna tersebut yang memiliki efek pada mata.

Jenuh (*saturation*) yang dimaksud untuk melihat kejelasan dari suatu wana yang dihasilkan oleh cahaya putih terhadap warna yang mencampur. Bila warna mengalami kejenuhan, maka warna yang tercampur pada cahaya putih tidak terlihat karena warna tersebut dilemahkan, keadaan demikian disebut *desaturated*.

Terang (*luminance*) adalah banyaknya intensitas pencahayaan yang ditampilkan oleh warna. Sehingga terang (*luminance*) disebut juga sinyal terang (*brightness*) karena warna-warna yang diperlihatkan memilki sifat yang sama sebagai penerang.

Khroma (*chrominance*) merupakan istilah yang dipakai untuk uraian semua informasi warna, kecuali sinyal terang (*brightness*). Karena khroma terbentuk dari kombinasi antara pewarnaan (*hue*) dengan jenuh (*saturation*) pada warna

### 2.4.2. Sinyal Warna

Sinyal warna merupakan hasil dari sinyal-sinyal yang dipancarkan oleh ketiga tabung gambar dalam televisi. Untuk memperoleh cahaya yang diubah ketegangan gambar (video), maka ketiga tabung gambar kamera melakukan penelusuran sesuai dengan sistem yang dimiliki. Selanjutnya hasil dari perubahan tersebut untuk sinyal-sinyal warna disimbolkan R (*red*), B (*blue*) dan G (*green*). Sinyal-sinyal warna yang disimbolkan tersebut oleh tegangan gambar dikombinasikan dalam suatu proposi spesifik yang menghasilkan sinyal terang (*luminance signal*) dan sinyal khroma (*chrominance signal*).

#### 2.4.2.1. Sinyal Terang (Luminance Signal)

Sinyal terang disebut sinyal-Y yang dihasilkan dari suatu campuran warna yang komposisinya sebagai berikut:

- Warna merah 30 %
- Warna hijau 59 %
- Warna biru 11 %

Untuk sinyal warna yang diterima pada sinyal gambar dari kamera televisi dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut <sup>[2]</sup>:

$$Y = 0,30 R + 0,59 G + 0,11 B \dots\dots\dots(2.6)$$

Dalam suatu proposi tertentu gambar memiliki perbedaan warna yang sensitif terhadap penglihatan

Untuk merekonstruksi kembali gambar pada penerima, maka dalam sistem televisi warna sinyal terang (*luminance signal*) dimodulasikan dengan pembawa gambar (*carrier video signal*).

#### 2.4.2.2. Sinyal Khroma (Crominance Signal)

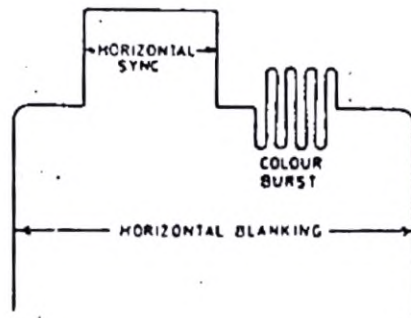
Untuk sinyal khroma disebut sebagai sinyal-C yang berisi informasi tentang semua warna. Warna-warna yang dihasilkan tersebut merupakan kombinasi dari sinyal terang (*luminance signal*) dengan sinyal warna primer merah, hijau dan biru. Hasil selanjutnya diperoleh sinyal yang disebut sinyal perbedaan warna (*color difference signal*). Sinyal perbedaan warna yang dimaksudkan merupakan hasil perkalian antara sinyal-sinyal warna primer dengan kebalikan phase sinyal terang ( $-Y$ ), maka sinyal perbedaan warna yang dihasilkan dinyatakan sebagai  $B - Y$ ,  $R - Y$  dan  $B - Y$ .

Pada bagian pembawa warna (*color sub-carrer*) untuk sinyal warna yang dipancarkan hanya dua sinyal perbedaan warna yang dimodulasi yaitu  $R - Y$ ,  $B - Y$ . Sedang untuk  $G - Y$  tidak dilakukan karena informasi warna yang dihasilkan terdapat dalam sinyal terang.

#### 2.5. Sinyal Pembeda Warna (Color Burst Signal)

Sinyal pemisah merupakan sinyal sinkron yang berfungsi mengontrol warna pada gambar yang dihasilkan. Prinsip dari sinyal pemisah warna adalah diperoleh dari persentase bagian sinyal pembawa (*sub carrier*) dengan memodulasi jalur sisi sinyal U dan V. Untuk bagian sinyal pembawa yang dihasilkan dari osilator lokal menempatkan phase yang sama dari bagian sinyal pembawa pada penerima dengan yang dipancarkan. Dalam keadaan demikian akan menjamin bagian sinyal pembawa warna untuk menghasilkan banyaknya periode gelombang 8 sampai 11 yang dipancarkan dengan sinyal warna.

Untuk gambar sinyal pembawa warna dapat dilihat pada sinyal televisi sebagai berikut:

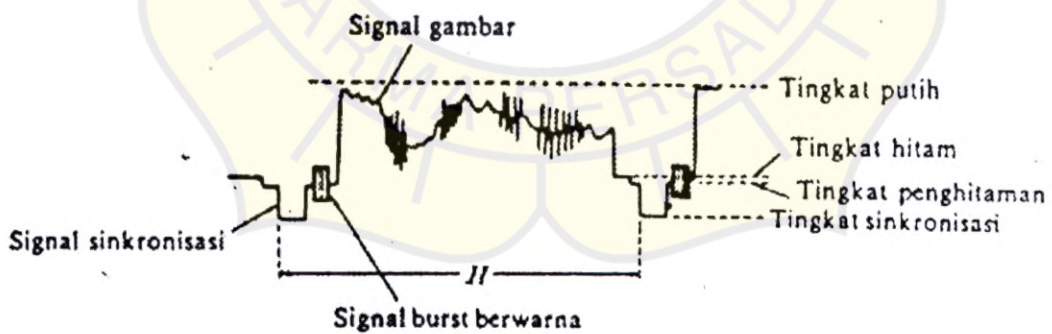


Gambar 2.6 Pembeda warna (Color Burst) dari pulsa sinkron horizontal

## 2.6. Susunan Sinyal Gambar Warna

Seperti halnya susunan sinyal gambar yang terbentuk dari hasil penelusuran (*scanning*) berupa pulsa-pulsa yang melengkapi bagian gambar, maka dalam sistem televisi warna untuk sinyal gambar warna yang dipancarkan tersusun dari beberapa pulsa yang terdiri dari : pulsa peredup (*blanking pulse*), pulsa sinkron (*sync. Pulse*) dan pulsa pemisah warna (*color burst pulse*).

Untuk selanjutnya ketiga pulsa tersebut dimodulasikan dengan sinyal pembawa gambar yang menghasilkan sebuah gambar yang siap diterima dengan macam warna pada layar televisi.



Gambar 2.7 Bentuk susunan gelombang sinyal gambar pada televisi warna