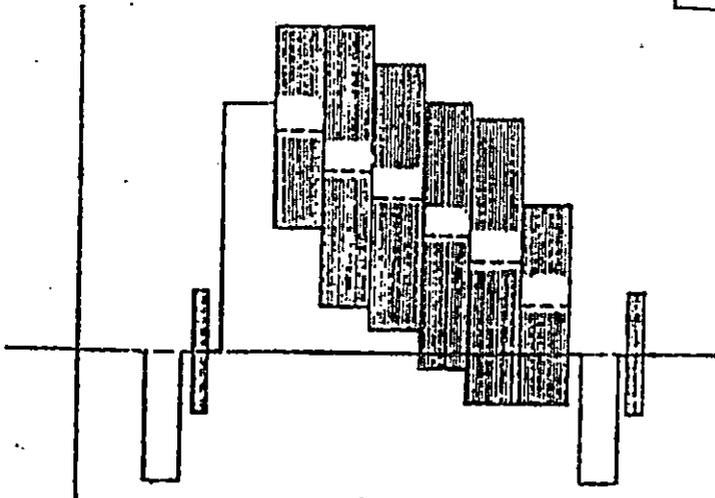


797/Hd/05

MILIK UPT. PERPUSTAKAAN
IKIP - PADANG

TELEVISI WARNA SISTEM PAL

PERPUSTAKAAN IKIP PADANG
KOLEKSI BIDANG ILMU
TIDAK DIPINJAMKAN
KHUSUS DIPAKAI DALAM PERKULIAHAN



oleh

Drs. Yusri Abd Hamid

Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan
Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan

PADANG

1985

KATA PENGANTAR

Buku Sistem PAL merupakan dasar pancaran dan penerimaan gelombang televisi warna, buku ini dapat digunakan sebagai bahan atau pegangan pada mata kuliah televisi maupun untuk mempelajari sistem decoding dan encoding televisi warna.

Buku literatur yang digunakan untuk mata kuliah televisi dirasakan sangat sedikit dewasa ini yang beredar dipasaran bebas, oleh karena itu penulis mencoba memperkaya sumber tentang televisi warna.

Walaupun buku ini masih menggunakan istilah asing yang belum dialihkan kedalam bahasa Indonesia, namun telah diusahakan untuk mengalihkannya sesuai dengan kemampuan yang ada. Tentu saja buku ini masih ada kekurangan yang dikarnakan keterbatasan dalam mencari sumber dan menelaahnya, dengan rasa senang hati penulis menantikan kekritikan yang membangun dari teman seprofesi demi lebih sempurna.

Akhir kata dari penulis mengucapkan terimakasih kepada rekan-rekan yang telah membantu tersusunnya buku ini pada taraf permulaan.

FPTK IKIP PADANG
OKTOBER 1985

PENULIS.

DAFTAR ISI

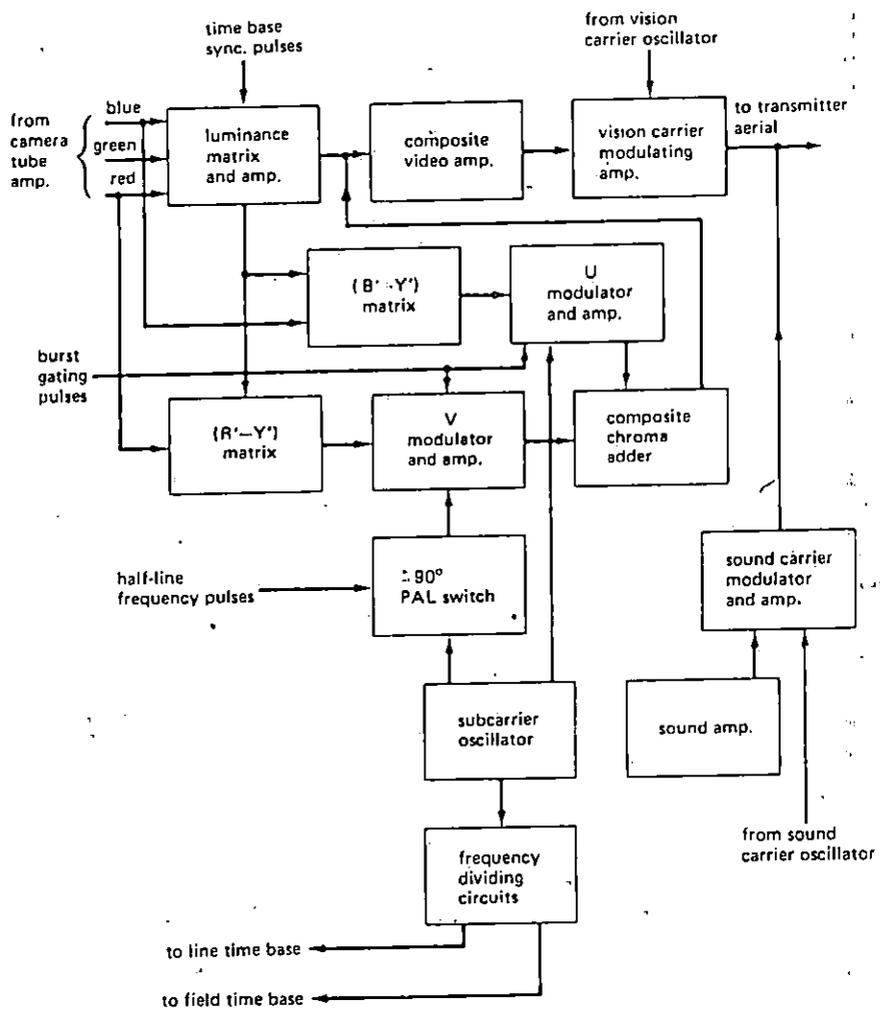
BAB	HALAMAN
HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
I. SISTEM PAL	1
II. ENCODER SISTEM PAL	9
A. Frekuensi Subpembawa	12
B. Sinyal Burst	15
C. Sinyal Gabungan PAL	17
III. PENANDAAN SISTEM PAL	20
A. Rangkaian Delay Line	22
B. Sakelar PAL	25
C. Sinkronisasi Sakelar PAL	27
D. Demodulator	28
E. Matrixing	29
IV. PERINSIP WARNA	31
A. Penglihatan Warna oleh Mata Manusia	31
B. Pencampuran Warna	33
C. Corak Warna, Kejenuhan dan Terang	36
DAFTAR KEPUSTAKAAN ;	39

MILIK PERPUSTAKAAN IKIP PADANG	
DITERIMA TGL	20 Oktober 85
SUMBER/HARGA	Haciab
KOLEKSI	ICI
No. INVENTARIS	797 / Hk 185 - 10 124
KLASIFIKASI	621.388 Ham 10



B A B I
SISTEM PAL

Ada dua sistem yang populer untuk transmisi sinyal televisi warna yang diunggulkan, NTSC dan PAL. Berikut ini akan diuraikan tentang sistem PAL (Phase Alternation by line), sistem ini banyak dianut oleh negara Eropa sedangkan NTSC dianut oleh Amerika Serikat. Sistem PAL ditemukan di Jerman oleh perusahaan Telefunken.



Gambar 1. Diagram blok sederhana pemancar TV sistem PAL

Diagram blok diatas adalah suatu bentuk pemancar se - derhana sistem televisi warna, dapat diperhatikan bahwa osilator sub pembawa dimasukkan ke modulator V melalui sakelar PAL $180^\circ (\pm 90^\circ)$. Maksudnya adlah untuk membalik fasa sub pembawa selama pergantian garis pengulasan, bila sub pembawa dimasukkan ke modulator V maka menyebabkan sinyal V akan mengalami fasa yang terbalik setiap saat (garis). Pembalikan ini dilakukan dengan sinyal input kedua ke sakelar PAL, yang merupakan gelombang segi empat pada setengah garis frekuensi.

Keluaran sinyal warna komposit dijumlahkan pada rangkaian (U + V) pada saat segaris dan pengurangan pada saat berikutnya dan kembali ke bentuk U + V lagi dan seterusnya. Bentuk gelombang yang dipakai dalam pergantian setengah garis frekuensi, karena setengah gelombang masih dalam fasa yang utuh dari sub pembawa warna dan pada setengah gelombang berikutnya akan menyebabkan pembalikan.

Metoda transmisi warna melahirkan suatu sistem secara relatif bebas dari perubahan-perubahan warna asli, yang telah terjadi sebaliknya tidak sempurna dalam transmisi. Secara singkat, karena kecacatan dapat menyebabkan perubahan fasa yang saling berhubungan dengan sinyal U, sinyal V dan sub pembawa digunakan pada proses modulasi.

Burst warna yang dikirimkan dari pemancar untuk penerima agar menjaga fasa osilator sub pembawa pada penerima tepat hendaknya.

Switch PAL memperlihatkan suatu masalah baru, karena sakelar baru ini menyebabkan sub pembawa berseling 180° setiap garis pengulasan. Untuk mendapatkan sinkronisasi yang tepat, proses yang sama perlu diulangi pada penerima. Fasa sinyal burst dirubah setiap garis pada setiap langkah sakelar PAL, yang diikuti penerima untuk menentukan garis mana komponen V yang dirubah atau dibalik.

Pada diagram blok ditegaskan bahwa burst warna dibentuk selama waktu interval yang pendek, tidak informasi gambar yang ditransmisikan dan pulsa burst dimasukkan ke kedua modulator yang diperbolehkan sub pembawa lewat. Pulsa ini mempunyai waktu yang sangat pendek dan hanya 10 cycle saja pada frekuensi 4,43 MHz yang terdiri dari sinyal komposit. Pada gambar terlihat bahwa burst terdiri dari dua komponen sub pembawa; satu ke modulator V dan satu lagi ke modulator U, yang menuju ke modulator V melalui sakelar PAL disebut juga komponen V. Dua komponen ini sekarang dimasukkan ke rangkaian penjumlah kroma, sinyal resultan mengalami perubahan fasa setiap garisnya. Sinyal ini kadang kala disebut dengan "Swinging burst" karena diselang-seling komponen V (Zarrah and Morris; 1979. hal 23).

Sistem NTSC, kesalahan fasa sub pembawa warna menghasilkan kesalahan warna yang tampak pada layar televisi, lebih lanjut terjadi Crosstalk diantara R - Y dan B - Y tidak dapat dihindari pada demodulasi sinkronous bila frekuensi sinyal warna lebih tinggi dari 500 KHz.

Sistem yang lain disebut dengan SECAM singkatan dari Sequential a Memoire --line sequential transmission with memory. Sistem ini memakai sinyal perbedaan warna yang terpisah R - Y dan B - Y, tetapi keduanya ditransmisikan secara simultan sebagai sinyal yang dimodulasikan secara quadratur.

Satu garis sinyal gambar terdiri dari luminan dan di modulasikan dengan R - Y, garis berikutnya juga luminan di modulasikan dengan B - Y. Kedua-dua sinyal ini dapat menghasilkan gambar warna, penerima harus mempunyai sinyal warna silih berganti untuk satu garis sampai komponen krominancedua, dalam hal ini digunakan modulasi frekuensi dan tidak memerlukan sinkronisasi.

Dalam hal lain SECAM tidak mengalami crosstalk bukan distorsi fasa. Akan tetapi sinyal to noise ratio dari sinyal warna cenderung jelek karena frekuensi dimodulasikan dengan sub pembawa warna dihilangkan untuk menghindari interferensi sinyal luminan. Untuk alasan ini pada daerah dimana noisnya kecil dan gambar jelas dapat diterima agak kecil bila dibandingkan dengan sistem NTSC.

Sistem PAL dibuat untuk mendapatkan sistem televisi warna yang bebas crosstalk dan kesalahan fasa seperti sistem SECAM dan diharapkan mempunyai jangkauan yang lebih luas.

Sistem PAL berbeda dengan sistem NTSC. Perbedaan kedua sistem ini terletak pada sistem komponen R - Y sub pembawa warna yang polaritasnya dibalik pada setiap garis secara berganti-ganti. Hal ini dibentuk untuk mendapatkan kesalahan fasa. Oleh karena itu encoder dan decoder untuk sistem PAL sedikit lebih rumit.

Sinyal kroma untuk sistem NTSC dapat dinyatakan dengan ketentuan: seperti berikut ini :

$$C_{\text{NTSC}} = \frac{B-Y}{2,03} \sin 2ft + \frac{R-Y}{1,14} \cos 2ft$$

f = frekuensi sub pembawa

sedangkan untuk sistem PAL

$$C_{\text{PAL}} = \frac{B-Y}{2,03} \sin 2nft \pm \frac{R-Y}{1,14} \cos 2nft$$

Sinyal perbedaan warna dinyatakan sebagai U dan V, dimana :

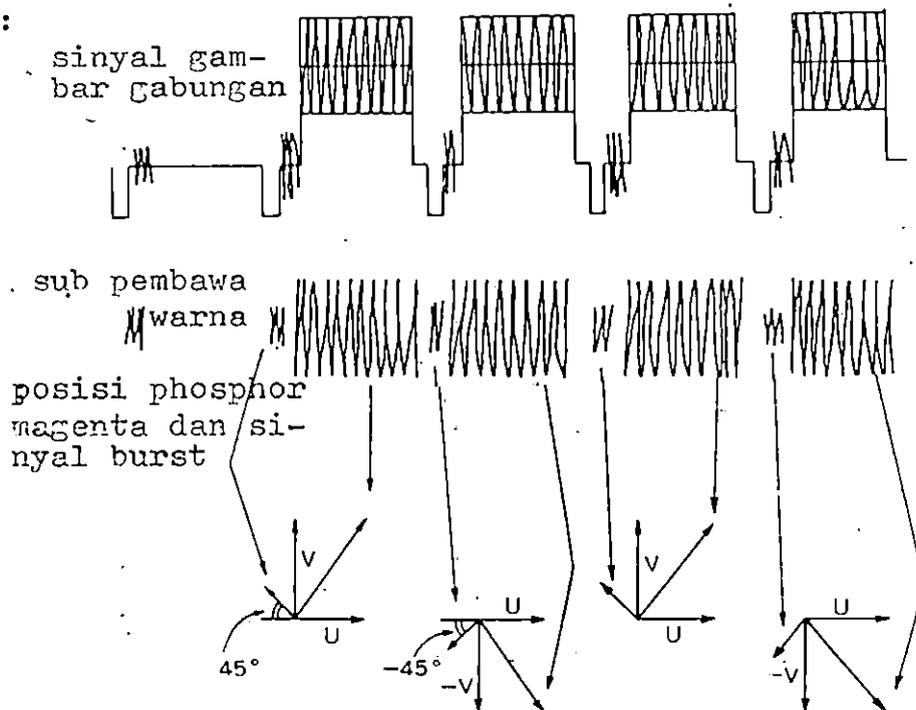
$$U = \frac{B-Y}{2,03} \quad \text{dan} \quad V = \frac{R-Y}{1,14}$$

sehingga persamaan diatas dapat disederhanakan sebagai berikut ini :

$$\begin{aligned} C_{\text{PAL}} &= U \sin 2nft \pm V \cos 2nft \\ &= V(U^2 + V^2) \sin(2nft \pm \tan^{-1} \frac{V}{U}) \end{aligned}$$

(Sony: Transistor Circuits and
Color T.V; p:235)

Berikut ini diumpamakan warna yang dipancarkan adalah magenta :



Gambar 2. Sinyal gambar gabungan dengan fasor dan burst

Gambar diatas memperlihatkan bagaimana sinyal gambar gabungan dibentuk dan demikian juga dengan fasornya serta posisi sinyal burst.

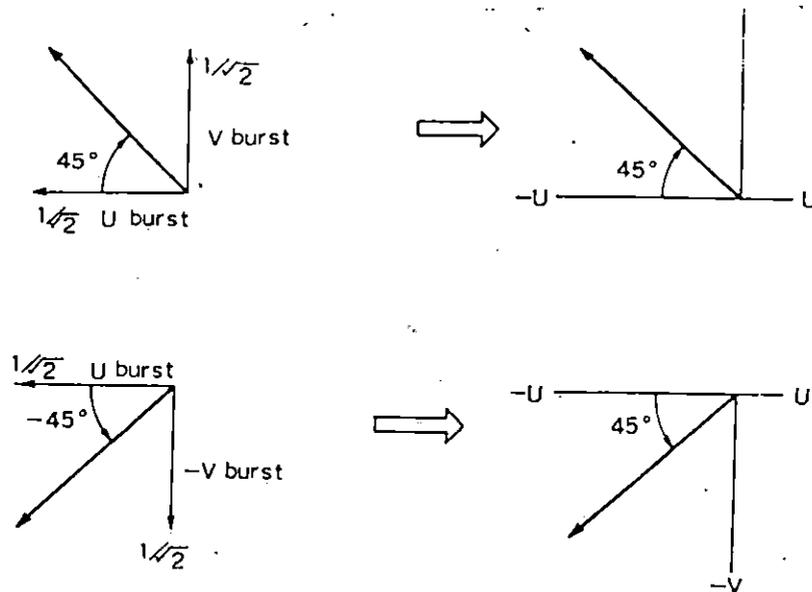
Untuk memudahkan pengertian kita, dapat diperinci beberapa langkah dan dibandingkan dengan sistem NTSC.

1. Pada sistem PAL, sinyal luminan sama dengan sistem NTSC
2. Sehubungan dengan sinyal kroma, komponen R - Y merupakan fasor resultan yang polaritasnya dibalik garis-demi garis.
3. Bobot nilai faktor sama dengan yang digunakan untuk sistem NTSC.

$$1/2,03 (B - Y) = 0,493(B - Y) = U$$

$$1/1,14 (R - Y) = 0,877(R - Y) = V$$

4. Sinyal sinkronisasi warna "Burst" dikirim dari pemancar untuk menyingkronkan demodulator warna pada sistem NTSC. Pada sistem PAL, sinyal sinkronisasi warna +V dan -V dijumlahkan untuk mendapat garis atau menentukan garis dasar +V dan -V yang dikirim ke penerima. Bila V sebagai basisnya dianggap positif, maka sinyal sinkron warna (burst) -U tertinggal dari aksisnya 45° . Bila sinyal V sebagai basisnya dianggap negatif, maka burst akan menuju aksisnya dengan sudut -45° .



Gambar 3. Perubahan fasa burst

Pada sistem NTSC, fasa burst ditentukan dengan pola $-(B - Y)$ atau sumbu $-U$ dan amplitudonya sama dengan amplitudo sinyal sinkron. Akan tetapi pada sistem PAL, burst diubah dengan menjumlahkan sinyal burst untuk masing-masing sumbunya. Oleh karena masing-masing amplitudo $1/\sqrt{2}$ dari sistem NTSC dan burst U yang dinyatakan dengan $(B - Y)$ adalah serupa untuk burst NTSC, namun demikian untuk burst $V \neq (R - Y)$ dibalik fasanya setiap garis yang disinkronkan dengan polaritas sinyal $R - Y$ yang diubah-ubah.

5. Dalam menentukan frekuensi sub pembawa warna setengah garis dalam satu putaran tidak dapat digunakan sistem NTSC. Pergantian fasa yang dibalik dari sinyal V menghasilkan pola titik pada penerima monochrome, hal ini tidaklah baik dan perlu dihindari. Oleh karena tepat $3/4$ garis untuk sinyal U dan tepat $1/4$ garis untuk sinyal V telah dipergunakan. Penambahan setengah siklus lain untuk setiap field (penambahan 25 Hz) membuat pola gambar kurang jelas. Pada akhirnya perhitungan untuk frekuensi sub pembawa PAL dengan 625 garis menjadi

$$(567/2 + 1/4) \times 15.625 + 25 = 4,43361875 \text{ mHz}$$

B A B II

ENCODER SISTEM PAL

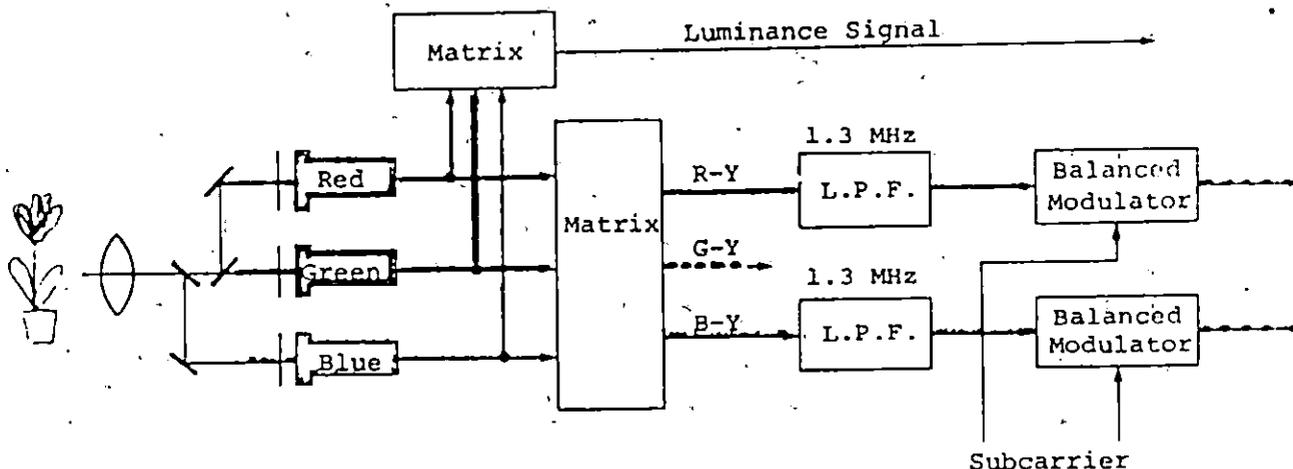
Gambar yang diambil melalui kamera terlebih dahulu di rubah dalam bentuk sinyal listrik. Sinyal yang akan dipancarkan ini merupakan sinyal yang mengandung bermacam-macam warna, melalui kamera warna-warna gambar tadi warna gambar diproses dalam tiga warna dasar, tetntu saja dalam hal ini dalam tiga bentuk sinyal warna merah, hijau dan biru.

Komponen sinyal warna dan gambar ini dipancarkan ke - penerima dalam bentuk sinyal gambar gabungan yang mempunyai level tertentu sesuai dengan sinyal warna dan gambar.

Sebelum sinyal warna dipancarkan terlebih dahulu diru bah dalam rangkaian matrik kedalam bentuk sinyal luminan dan sinyal perbedaan warna R - Y dan B - Y, untuk sistem PAL sinyal perbedaan warna ini dikodekan dengan V dan U.

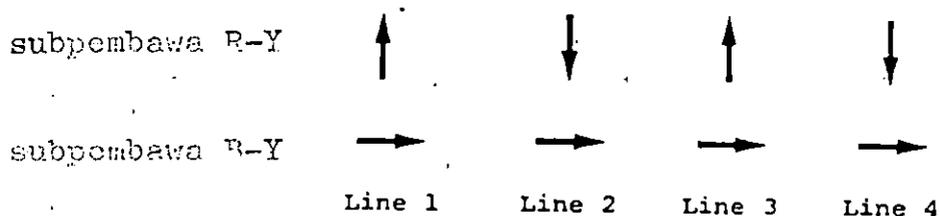
Sinyal perbedaan warna yang dihasilkan oleh rangkaian matrik mempunyai lebar bidang sebesar 1,3 MHz, rangkaian i ni dioperasikan dengan rangkaian penyaring pelewat freku - ensi rendah (low pass filter), kemudian dimasukkan kedalam modulator yang telah diseimbangkan.

Gambar 4 diperlihatkan diagram blok encoder sistem PAL yang lazim digunakan dalam pemancar televisi warna, si nyal luminan yang telah melalui rangkaian matrik ini besarnya $0,59 G + 0,30 R + 0,11 B$ atau $0,59H + 0,30M + 0,11 B$. H adalah hijau, M adalah merah dan B adalah biru.

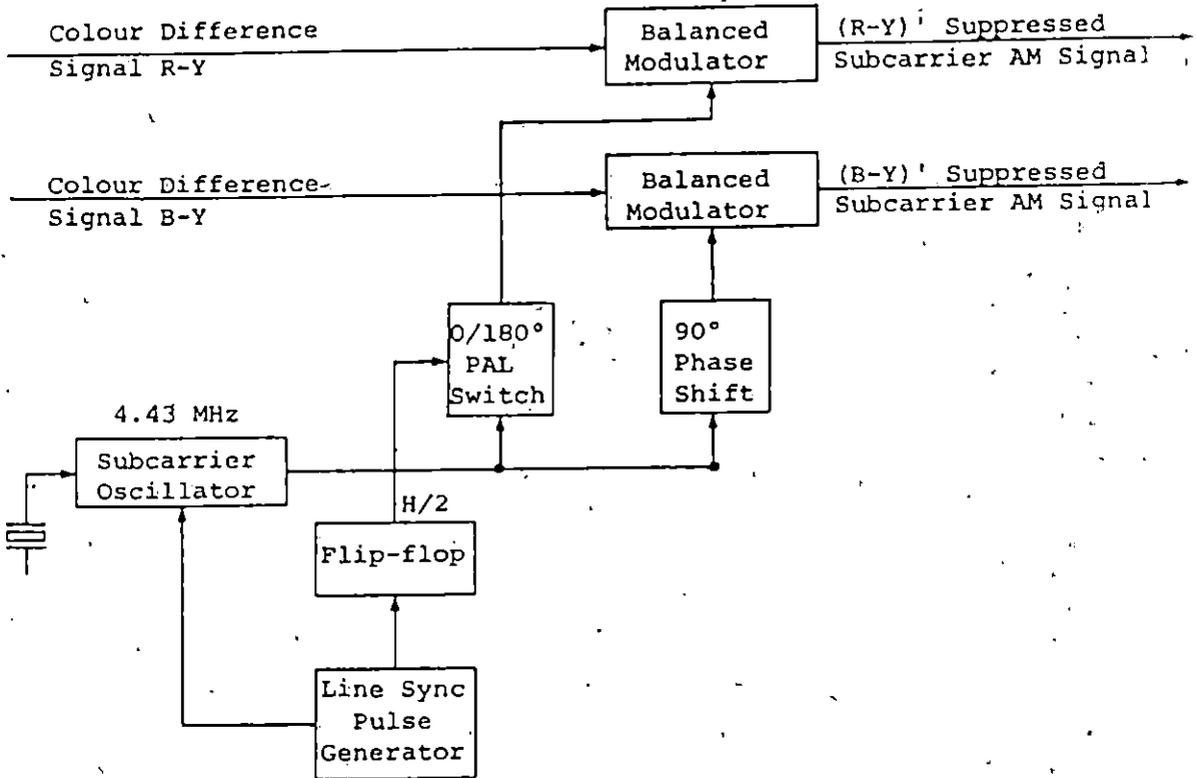


Gambar 4. Diagram blok Encoder sistem PAL

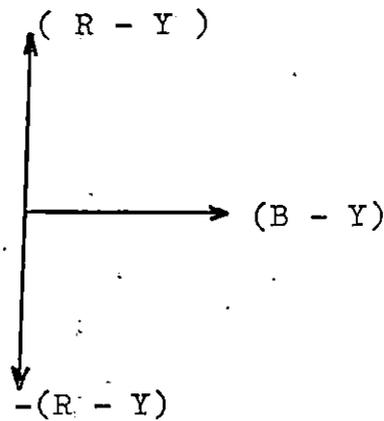
Pada sistem PAL fasa subpembawa R-Y dibalik pada setiap garis gambar. Hal ini dilakukan dengan sakelar yang disebut dengan " PAL switch ", fungsinya untuk mensinkronkan setengah garis frekuensi.



Gambar 5. Fasa tiap garis subpembawa warna PAL



Gambar 6. Diagram blok modulator PAL



Gambar 7. Pergantian fasa R - Y dengan garis

A. Frekuensi Subpembawa

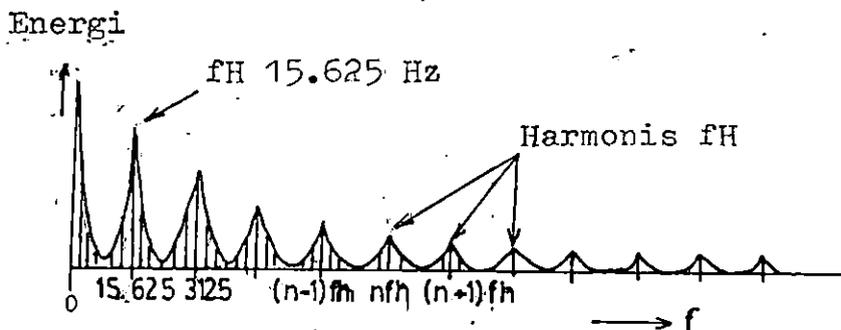
Frekuensi yang akan dipancarkan keudara dan untuk sampai ke penerima memerlukan subpembawa, ada dua sinyal perbedaan warna yang akan diteruskan, oleh karena itu diperlukan pula dua subpembawa dengan fasa yang berbeda, kemudian dimasukkan kedalam modulator seimbang sehingga dapat termodulasi seimbang oleh kedua sinyal tersebut, keluarannya merupakan sinyal AM R - Y yang subpembawanya ditekan.

Sinyal lain yang dimasukkan ke modulator seimbang adalah sinyal dari osilator 4.43 MHz melalui sakelar PAL dan beda fasa.

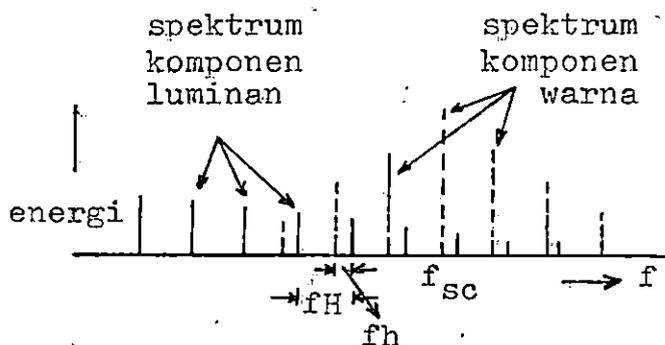
Bidang sinyal subpembawa seperti yang telah dijelaskan diatas adalah sempit, dan bila digabungkan dengan sinyal luminan ada kemungkinan dapat menimbulkan interferensi pada gambar.

Pencegahan interferensi dapat dilakukan dengan membuat sinyal subpembawa warna setinggi mungkin dengan frekuensi subpembawa gambar, namun harus berada dalam lebar bidang frekuensi gambar.

Pada sistem bakuan PAL dapat dilihat frekuensi distribusi sinyal luminan yang dibagikan disekitar harmonis pengulangan horizontal, dan energi subpembawa warna dimasukkan disela-sela frekuensi harmonis tersebut. (Rekarrio: 1983, hal. 31).



Gambar 8. Distribusi frekuensi energi sinyal luminan

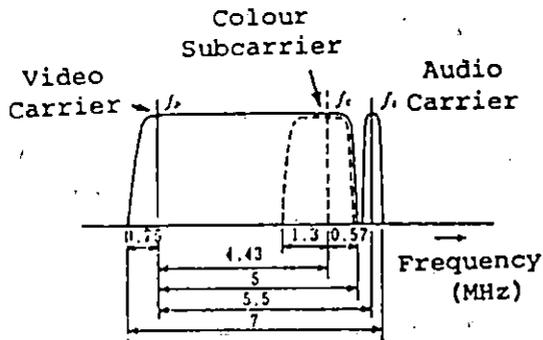


Gambar 9. Distribusi frekuensi energi sinyal luminan dan subpembawa warna

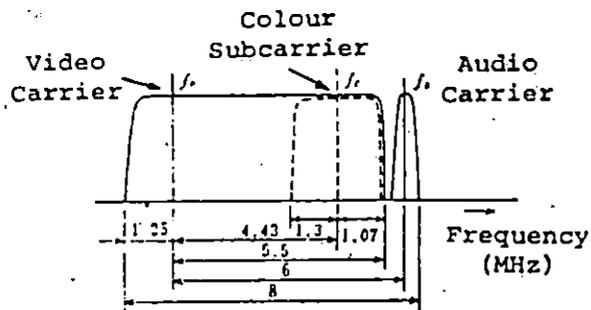
Jika f_c yang terdapat pada gambar merupakan frekuensi sinyal subpembawa warna dan f_h merupakan frekuensi pengulasan horizontal, maka hubungannya ditunjukkan seperti berikut ini :

$$\begin{aligned}
 f_c &= (284 - 1/4 f_h) + f_h/625 \\
 &= 4,43361875 \text{ MHz} \quad \text{dimana } f_h = 15,625 \text{ KHz} \\
 & \quad (\text{Rekario : 1983, hal. 32})
 \end{aligned}$$

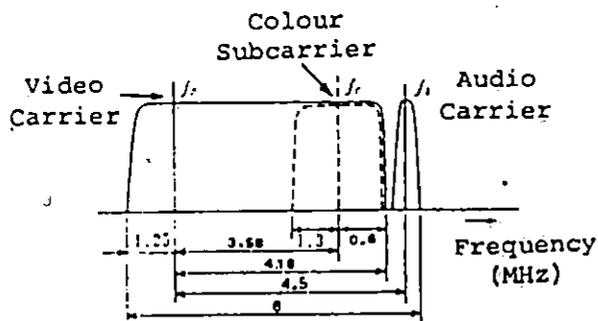
Pada dasarnya subpembawa sistem PAL dibuat simetris guna menghindari interferensi, dan lebar bidang untuk sinyal merah, dan biru dibuat sama.



(a) PAL/BG System



(b) PAL/I System



(c) PAL/M System

Gambar 10. Spektrum frekuensi transmisi PAL

B. Sinyal Burst

Sinyal burst yang dipancarkan pada sistem PAL sama halnya dengan sistem NTSC selama ada sinyal krominan, sinyal ini digunakan untuk sinkronisasi pulsa yang dibangkitkan oleh osilator warna pada penerima. Kedua sistem ini peletakan sinyal burst dalam sinyal gambar gabungan sama, hanya saja berbeda frekuensinya, untuk NTSC sebesar 3,58 MHz dan untuk PAL sebesar 4,43 MHz.

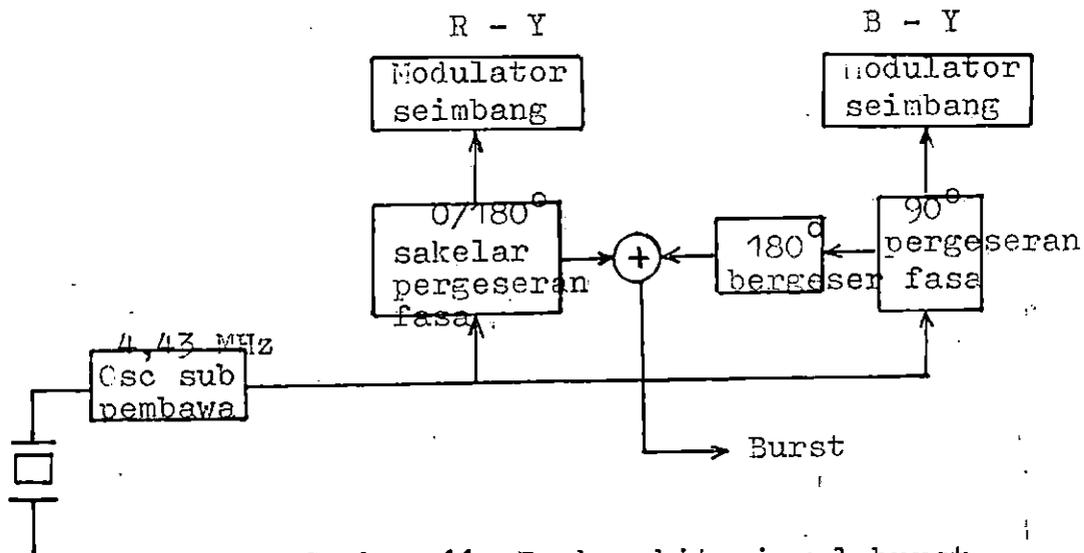
Informasi warna dipancarkan oleh subpembawa warna sedangkan gelombang pembawa tidak ikut dipancarkan, jadi yang dipancarkan keudara hanya jalur samping yang diisi dengan informasi warna. Pada penerima dibangkitkan sinyal subpembawa warna yang digunakan untuk memodulasikan sinyal-sinyal warna, sinyal ini harus mempunyai frekuensi dan fasa yang sama dengan subpembawa yang ditekan pada pemancar.

Supaya osilator warna dapat membangkitkan sinyal subpembawa yang sama dengan frekuensi dan fasa yang ada dipemancar, maka dikirimkan sinyal subpembawa sebagai sampelnya disisipkan pada sinyal komposit pada serambi belakang sinyal sinkronisasi horizontal.

Fasa sinyal burst untuk sistem PAL bertukar-tukar antara $180^\circ \pm 45^\circ$ untuk setiap garis ulasan yang berhubungan dengan komponen B - Y atau U. Perubahan fasa ini didapati pada penerima televisi warna dengan menggunakan sinkronisasi sakelar PAL pada penerima dengan sakelar yang ada pada pemancar.

Didalam praktek perubahan fasa ini tidak mendapat sinkronisasi osilator oleh karena selama perlambatan waktu sinyal burst terjadi guncangan (ringing) yang dihasilkan oleh kristal dan osilator menyinkronkan fasa burst. Fasa burst berubah-ubah 180° yang berhubungan dengan komponen B - Y.

Berikut ini diperlihatkan suatu diagram blok yang membangkitkan sinyal burst untuk sistem PAL.

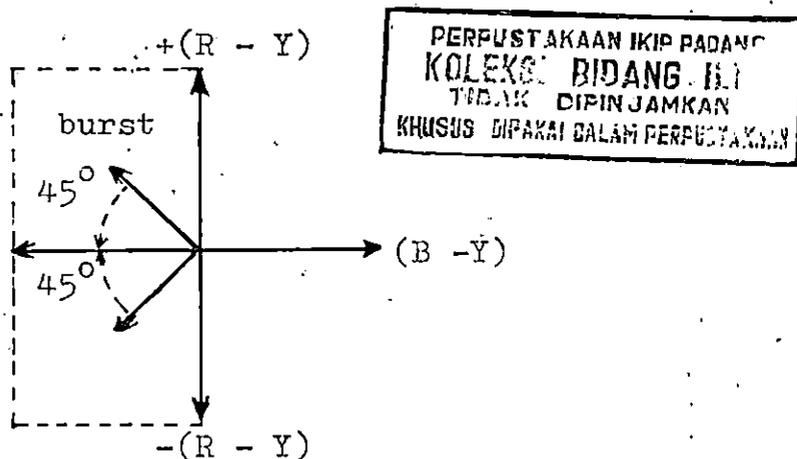


Gambar 11. Pembangkit sinyal burst

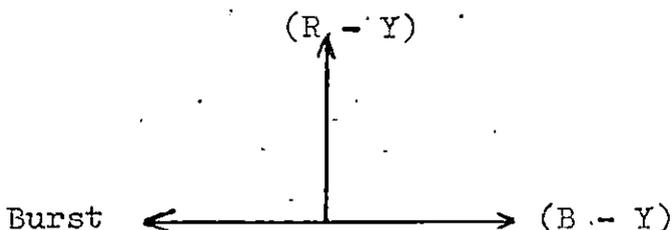
Pada sistem PAL, fasa burst bertukar dari $(180-45)$ dan $(180+45)$, sehubungan dengan subpembawa B - Y. Dengan cara ini fasa burst dipilih pada posisi $+135$ dan -135 derajat.

Fasa rata-rata sinyal burst tetap 180 derajat, dengan demikian dapat dipakai untuk sinkronisasi osilator pada penerima. Seperti telah dijelaskan bahwa pergantian fasa sinyal burst dapat diketahui pada penerima

televisi dengan sakelar PAL



Gambar 12. Pergantian burst menurut sistem PAL



Gambar 13. Burst pada sistem NTSC

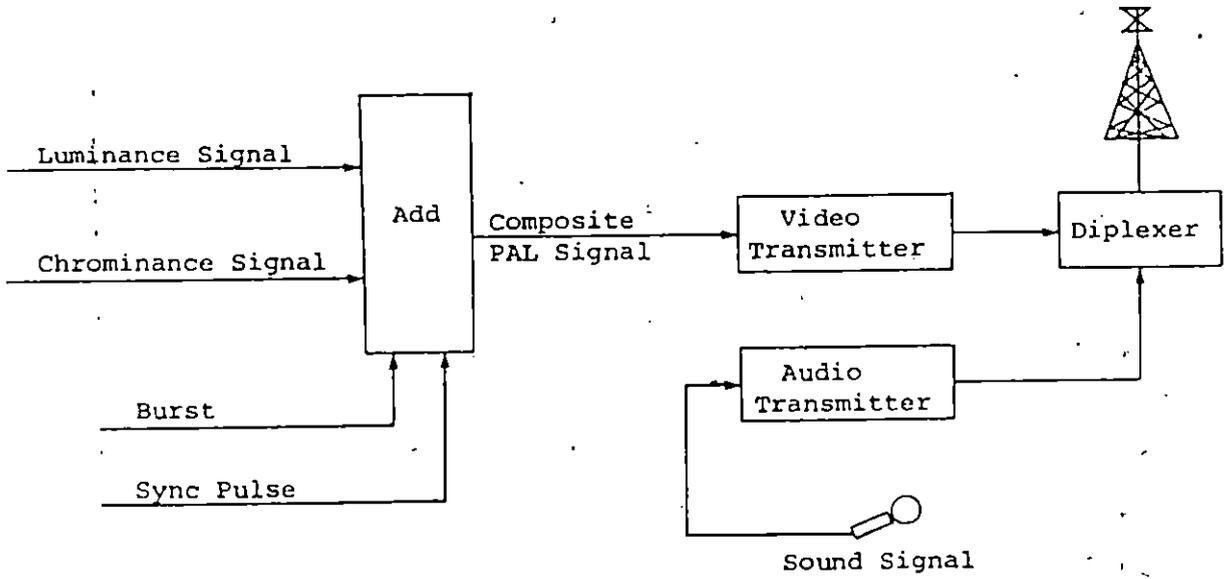
C. Sinyal Gabungan PAL

Sebagai mana yang telah dipelajari pada televisi monokrom bahwa sinyal gabungan itu merupakan sinyal yang terdiri dari beberapa sinyal menjadi satu bentuk dipancarkan kepenerima melalui antena pemancar televisi.

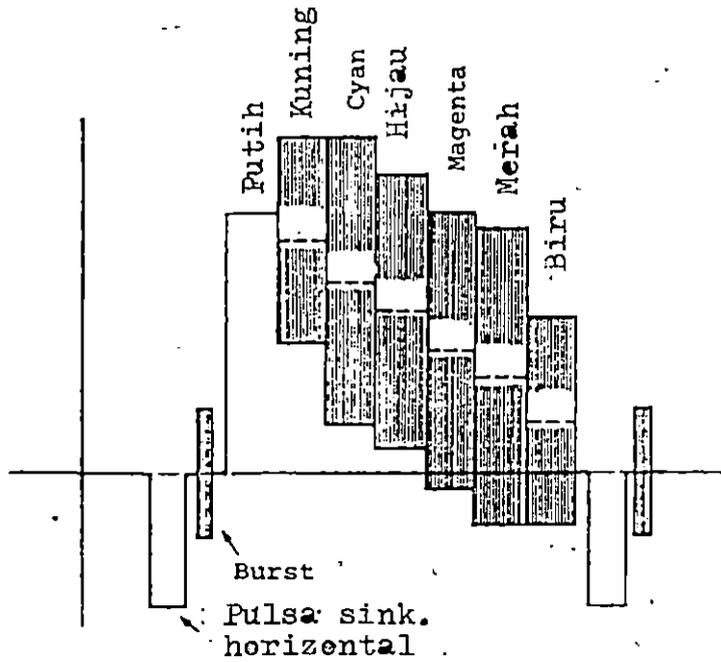
Berikut ini digambarkan sistem pancaran sinyal PAL yang menjadi sinyal komposit.

64.308
Horn
E1

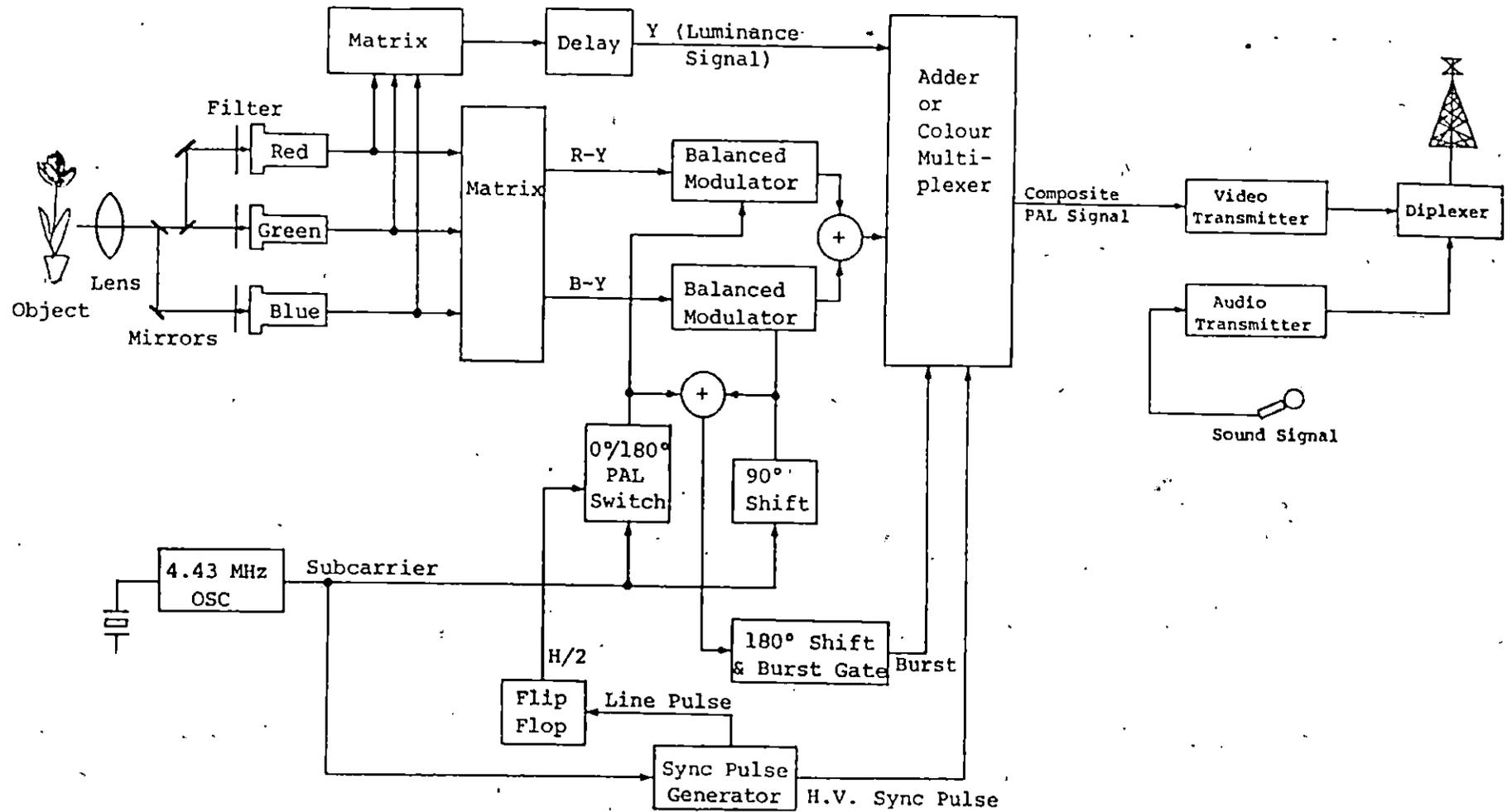




Gambar 14. Diagram blok pancaran sinyal gabungan PAL



Gambar 15. Sinyal gambar komposit



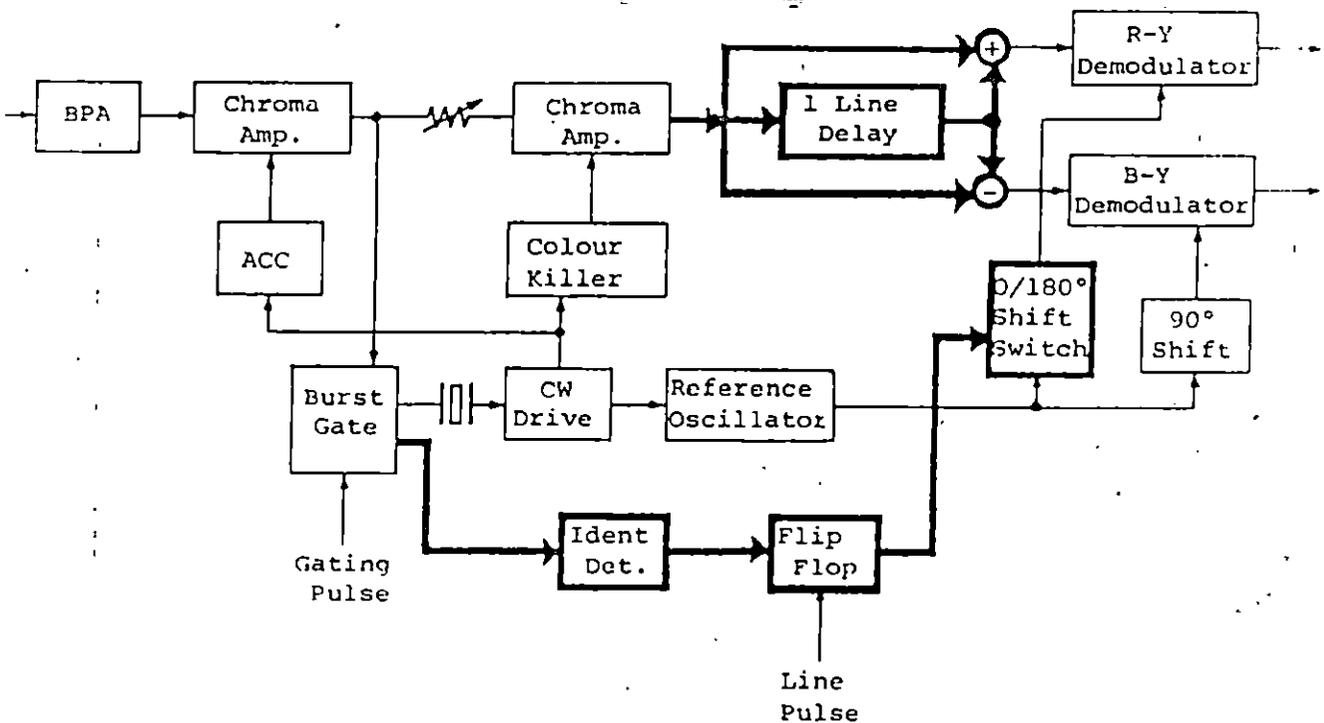
Gambar 16. Diagram blok Encoder

B A B III

PENANDAAN SISTEM PAL

Penandaan sistem atau disebut dengan PAL decoder dilengkapi dengan satu garis penundaan, dan dilengkapi pula dengan rangkaian penjumlah dan pengurang yang menghendaki suatu perubahan sinyal perbedaan warna pada setiap garis ulasan horizontal. Elemen tunda ini diperlukan untuk mendemodulasikan sinyal R - Y tanpa memberikan distorsi.

Pada gambar berikut ini diperlihatkan diagram blok penandaan sistem PAL, komponen yang diperlukan digambarkan dengan garis tebal.



Gambar 17. Diagram blok penandaan sistem PAL (PAL Decoder) (Tsujimoto dan Morris: hal.9)

Setiap televisi warna yang menganut sistem PAL menggunakan rangkaian/diagram blok decoder, yang maksudnya untuk menentukan sinyal perbedaan warna dari sinyal warna gabungan dengan pembawanya ditekan. Pada decoder mempunyai bagian aliran utama yang memproses warna itu sendiri dan beberapa rangkaian tambahan untuk memberikan pelayanan terhadap penandaan (decoding). Decoder warna ini menyerupai encoder pada pemancar televisi, karena dibutuhkan untuk memasukkan kembali sub pembawa yang hilang, tanpa ada decoder ini demodulasi tak mungkin dikerjakan.

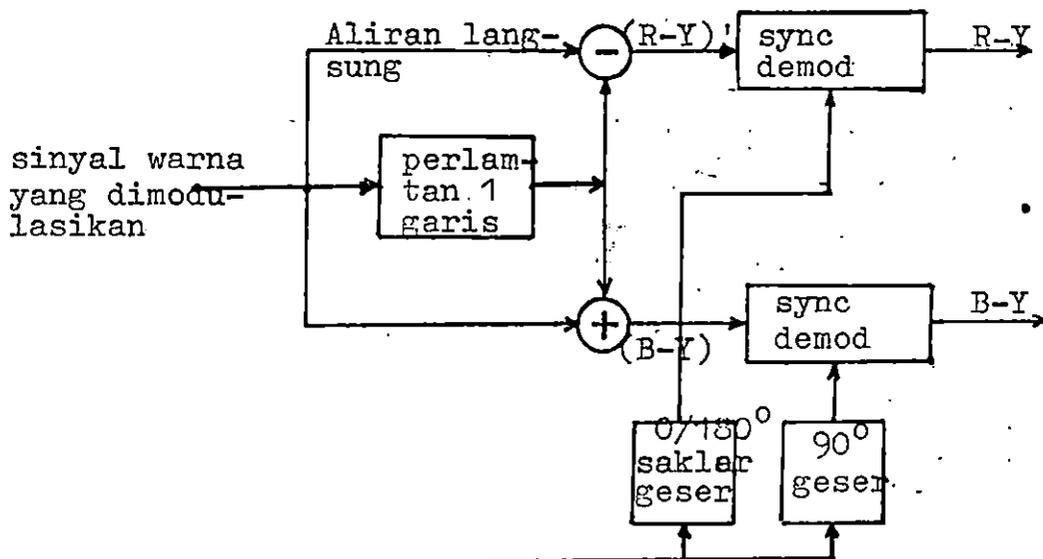
Guna mengalirkan sinyal warna ada beberapa penguat yang harus diatur frekuensi sub pembawa 4,43 MHz, disini level sinyal dinaikkan dari beberapa milli volt ke volt sehingga sinyal ini cukup kuat untuk dimasukkan kedalam demodulator.

Pada penerima sistem PAL yang lebih maju suatu garis penunda (delay line) digabungkan dalam hal ini, yang mana garis tersebut dikerjakan bersama dengan garis informasi warna gabungan untuk prioda satu garis gambar sebesar 64 us, sistem ini mempunyai kemampuan yang baik untuk memunculkan warna yang kemungkinan terjadi perubahan sinyal warna dari pemancar ke penerima. Sistem ini dilakukan dengan sinyal rata-rata yang diterima oleh penerima televisi melebihi suatu prioda dua garis. Hasil dari rangkaian ini memisahkan komponen U dan V untuk proses demodulasi. Demodulator sinyal R - Y dan B - Y, dapat menghasilkan sinyal G - Y dengan cara menambah sinyal R - Y dan B - Y,

dan ketiga-tiga rangkaian penguat ini ditambahkan dengan sinyal luminan, kemudian rangkaian matrik akan menghasilkan bentuk sinyal primernya R, G dan B sesuai yang dihasilkan oleh sinyal kamera.

A. Rangkaian Delay Line

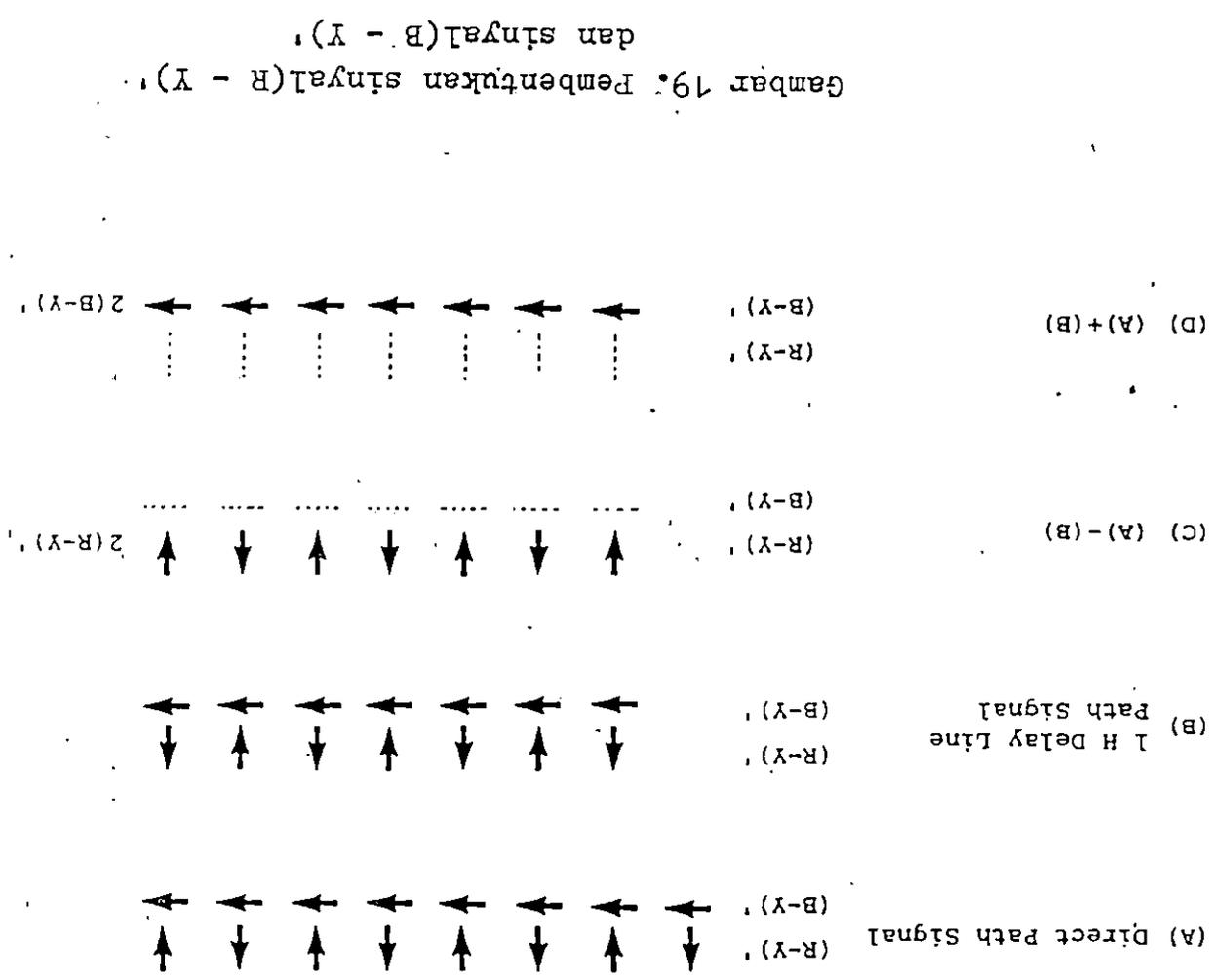
Rangkaian ini disebut juga dengan rangkaian penunda satu H. Waktu perlambatan yang dilakukan oleh delay line kroma hampir tepat satu garis. Dengan perantaraan delay line yang dimasukkan secara berurutan kedalam rangkaian penjumlah dan pengurang, yang terdiri dari sinyal U dan V menghasilkan sinyal perbedaan warna.



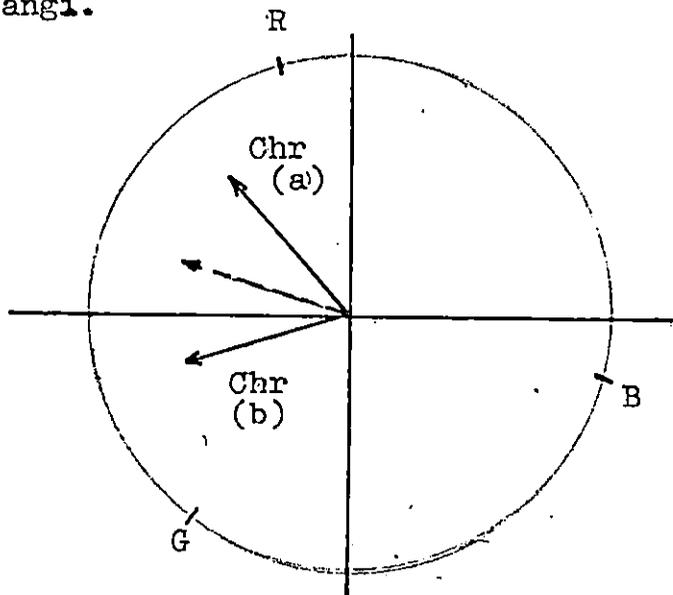
Gambar 18. Rangkaian delay line

Komponen fase B - Y tidak dipengaruhi. Ini berarti penjumlahan garis berturut-turut yang bersama-sama akan menyebabkan komponen R - Y bergeser, komponen B - Y tetap, sedangkan pada pengurangan garis yang berturut-turut akan menyebabkan bergeser komponen B - Y dan komponen R - Y tetap.

Pada penerima dilakukan ini diproses oleh rangkaian an perlambatan dan rangkaian penjumlahan dan pengurangan memungkinkannya komponen R - Y dan B - Y dipisahkan sebe-



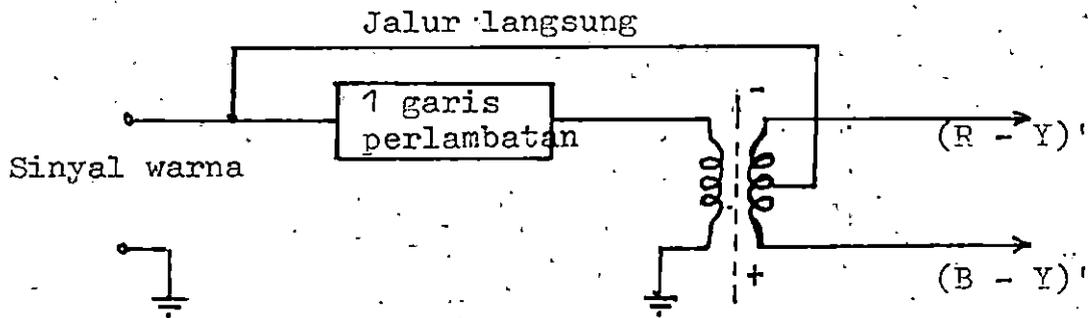
lum komponen ini dimasukkan ke demodulator. Sebagai hasil dari proses ini mengakibatkan pergeseran fasa dapat dikurangi.



Gambar 20. Pergeseran fasa

Perlu diingat kejadian kesalahan adalah amplitudo dan fasa yang langsung dan sinyal yang diperlambat diberikan kerangkaian penjumlah dan pengurang harus sama. Biasanya kontrol dipakai untuk memperkenankan fasa masuk ke rangkaian penjumlah dan pengurang untuk diatur secara tepat. Jika kontrol ini yang digunakan tidak tepat mengatur perubahan warna yang terjadi garis demi garis dan menyebabkan terjadi " Venetian blind" yang muncul pada layar.

Jenis rangkaian penjumlah dan pengurang yang digunakan pada decoder dapat dilihat pada gambar 21.



Gambar 21. Rangkaian perlambatan

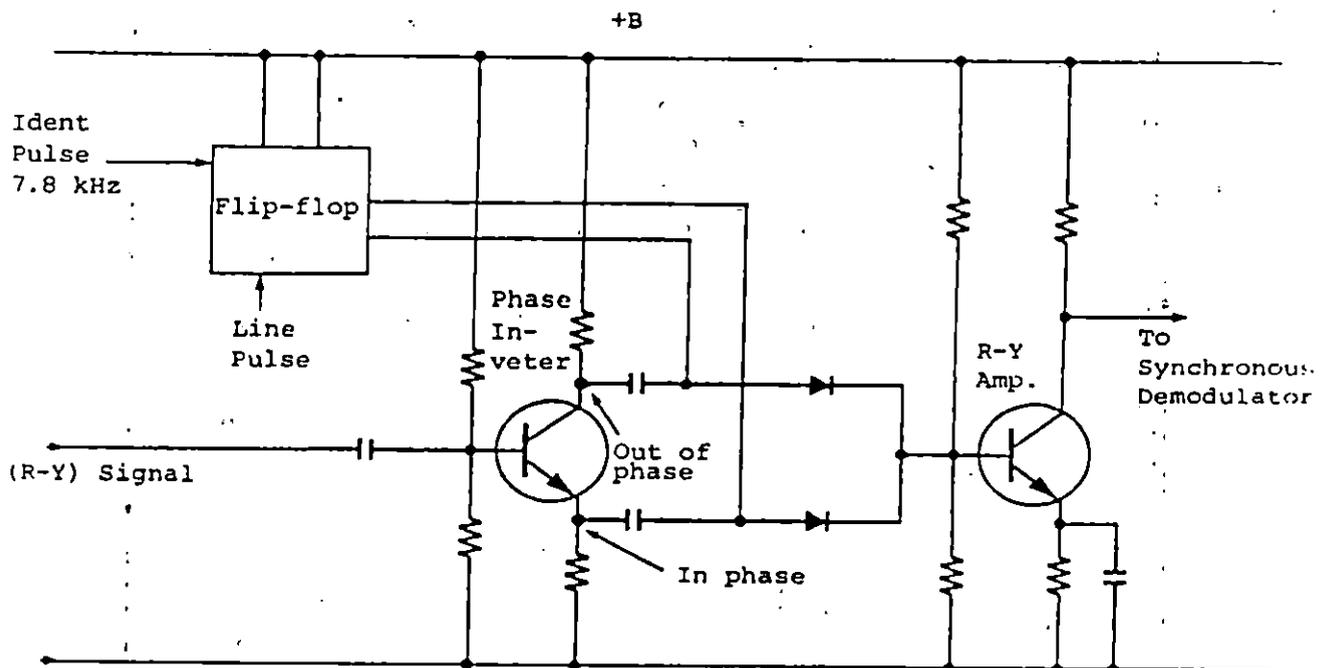
Sinyal yang datang melalui jalur langsung akan menghasilkan fasa dan polaritas yang sama pada terminal atas dan bawah. Akan tetapi sinyal yang ditransmisikan melalui perlambatan garis dan transformer akan menghasilkan keluaran fasa pada terminal atas dan pada terminal bawah.

Sekarang pada terminal atas terdapat dua sinyal akan dikurangi satu sama lainnya untuk mendapatkan R - Y dan terminal bawah juga mempunyai dua sinyal yang akan dijumlahkan satu sama lainnya untuk mendapatkan B - Y.

B. Sakelar PAL

Rangkaian ini digunakan untuk mendapatkan sinyal R - Y yang asli, dalam hal ini harus dibalikkan sinyal referensi dimasukkan ke demodulator sinkron secara bergantian. Salah satu proses dapat dipakai untuk hal ini sehingga

dia tidak mengalami perbedaan. Untuk maksud ini rangkaian pengubah (Switching) dapat dipergunakan seperti gambar berikut ini.

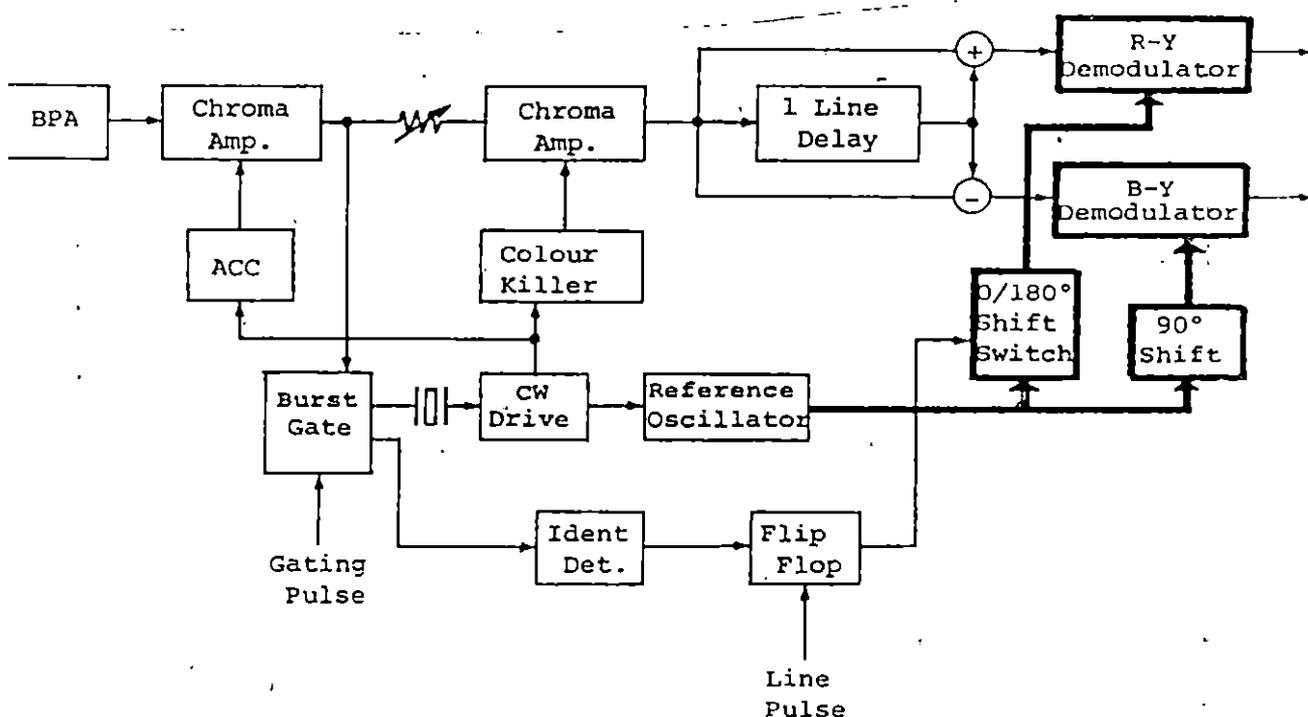


Gambar 22. Bentuk rangkaian sakelar PAL

Rangkaian diatas menggunakan dua dioda sebagai pengubah fasa yang bergantian pada kolektor dan emiter melalui dioda menuju base transistor demodulator sinkron. Dioda yang bertindak sebagai pengubah dikendalikan oleh rangkaian flip-flop yang ditrigger pada frekuensi garis.

D. Demodulator

Sinyal burst digunakan untuk sinkronisasi frekuensi dan fasa osilator refren. Walaupun fasa burst bervariasi setiap garis, ini tidak mengakibatkan osilator refren terjadi sinkronisasi oleh karena time-constant yang lama dari rangkaian filter.



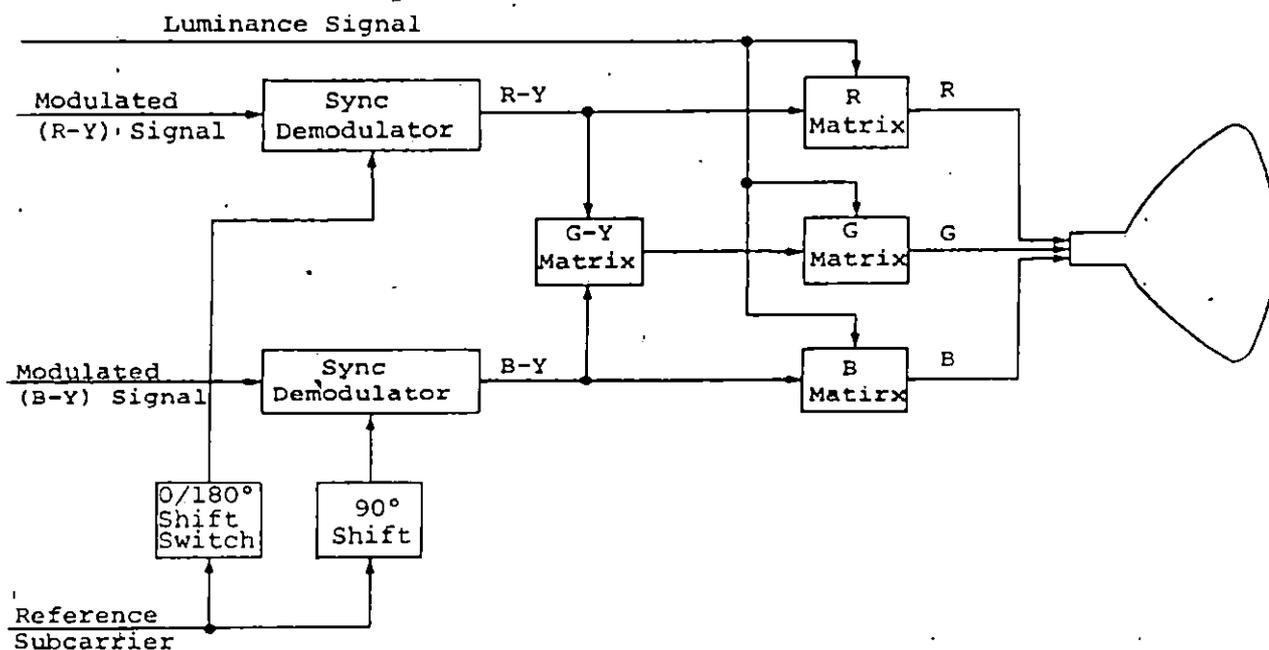
Gambar 24. Diagram blok demodulator

Sinyal yang dibangkitkan oleh osilator yang ada pada penerima disebut dengan sinyal refren, sinyal ini dimasukkan melalui rangkaian pergeseran fasa dengan demikian hubungan fasa untuk demodulasi adalah sama seperti fasa modulasi pada pemancar.

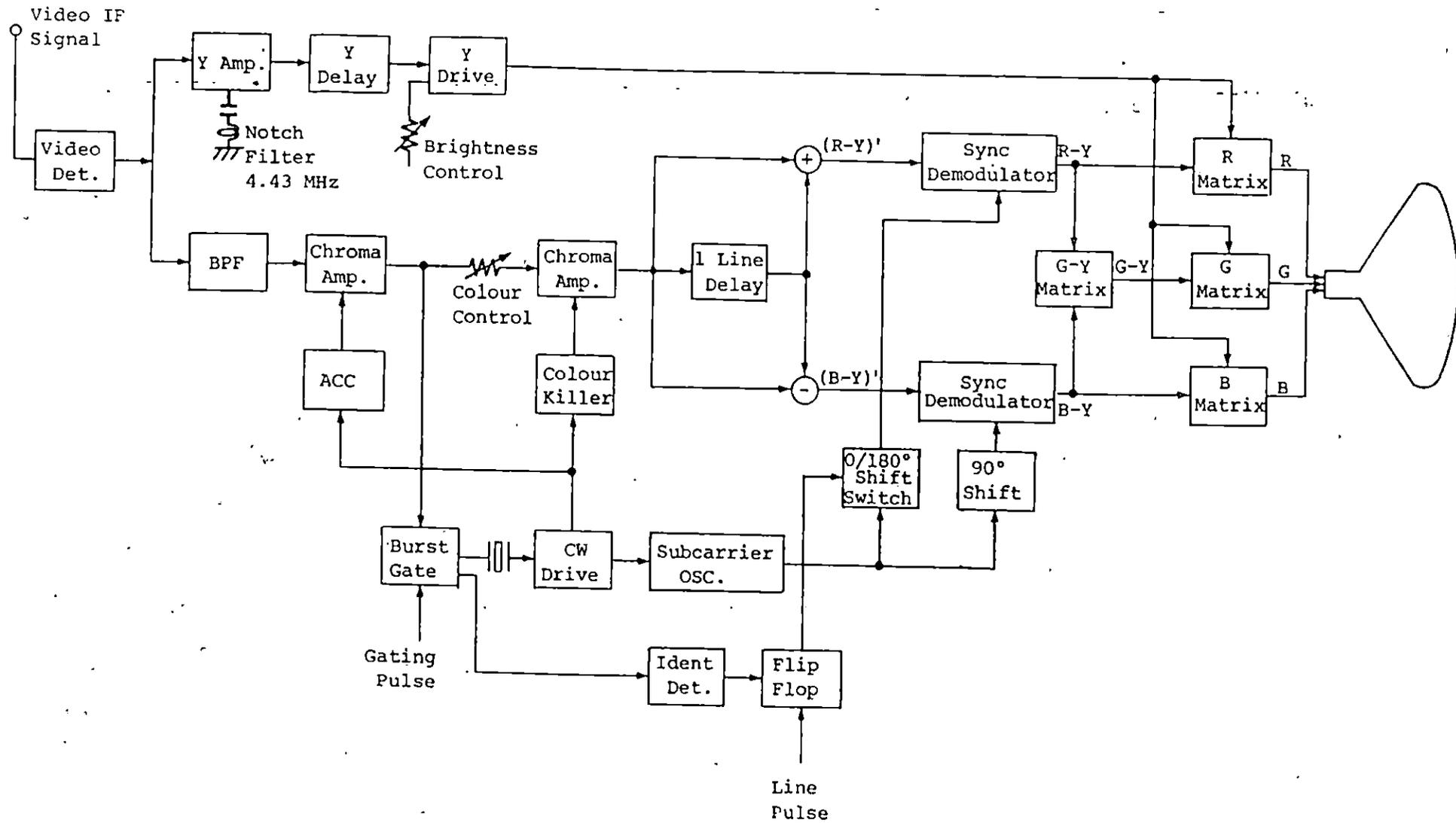
Dengan demikian melalui rangkaian ini didapat kembali sinyal asli R - Y dan B - Y sebagai sinyal perbedaan warna yang ada pada pemancar.

E. Matrixing

Rangkaian matrik yang digunakan untuk penerima PAL sama seperti NTSC. R - Y dan B - Y merupakan sinyal perbedaan warna dimasukkan kedalam rangkaian matrik untuk mendapatkan sinyal G - Y. Melalui tiga sinyal ini dimatrikkan dengan luminan (Y), setelah itu rangkaian ini akan menghasilkan sinyal asli merah, hijau dan biru. Setelah mendapatkan faktor penguatan pada rangkaian ini kemudian diberikan untuk layar televisi warna.



Gambar25. Diagram blok rangkaian matrik



Gambar 26. Diagram blok decoder

B A B IV

PERINSIP WARNA

A. Penglihatan Warna oleh Mata Manusia

Uraian berikut ini akan dijelaskan tentang subjek yang berhubungan dengan fisika dan televisi. Seperti yang telah diketahui bahwa transmisi warna telah dilakukan saat ini dari pemancar televisi sehingga dapat ditonton pada penerima. Berarti warna yang ditransmisikan itu diambil dari suatu benda yang dapat dilihat secara visual pada layar televisi. Tentu saja perhatian ditujukan kepada cara perubahan subjek warna dalam bentuk transmisi ke penerima televisi yang sering disebut ilusi warna (illusion of colour).

Sebagai mana diketahui bahwa suatu sumber cahaya yang lebih besar datang dari matahari yang mempunyai komponen warna tertentu bergabung didalamnya. Jika matahari disebut dengan sumber cahaya, maka spektrum cahaya yang ada terdiri semua warna mulai dari warna violet tua sampai dengan warna lebih merah. Sumber cahaya ini dapat dipisah-pisahkan, proses ini disebut dengan penguraian. Timbul suatu pertanyaan apakah mungkin kombinasi dari jenis-jenis warna menghasilkan warna putih ?. Dengan pernataraan percobaan dapat dijawab bahwa tidak perlu semua jenis warna dicampur untuk mendapatkan kesan warna putih.

Mata manusia tidak mempunyai sensitivitas yang sama tetapi setiap jenis warna mempunyai sensitivitas untuk se-

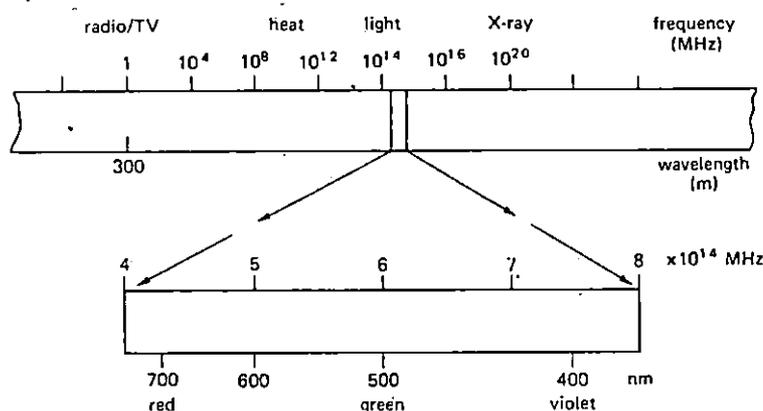
mua intensitas cahaya, seperti brightness hanya mempunyai prosentase yang kecil daerah penerimaan mata yang merupakan sensitivitas cahaya warna sesungguhnya.

Teleh ditemukan pengaruh penglihatan warna yang digabung atas tiga warna dasar, yaitu sinyal warna biru, hijau dan merah. Mata manusia dapat menganalisa bayangan yang menerima bentuk intensitas cahaya, dengan demikian apakah sesungguhnya yang dilakukan pada kamera televisi.

Sensitivitas mata manusia dari tiga warna tidaklah sama, sensitivitas lebih besar pada warna kuning-hijau dibanding dengan merah dan biru. Lebih lanjut secara eksperimen dapat dilihat kombinasi sinyal warna merah, hijau dan biru pada intensitas yang sesuai. Tiga jenis sinyal warna dari tempat yang berbeda ditujukan kepada mata manusia, dalam hal ini mata akan melihat cahaya putih.

Cahaya adalah bentuk radiasi elektromagnetik mendekati gelombang radio, tetapi cahaya ini berbeda dengan sinyal telekomunikasi yang dibuat dalam bentuk gelombang atau frekuensi spektrum. Penglihatan warna yang sesungguhnya adalah sensasi yang dihasilkan apabila ditubruki dengan radiasi suatu frekuensi. Seperti frekuensi televisi kanalnya dibuat diatas 850 MHz, spektrum cahaya menempati batas frekuensi dari 400 juta MHz sampai 800 juta MHz

Pada radio dan televisi panjang gelombang ini ditentukan dengan meter atau sentimeter, jika berbicara dengan frekuensi cahaya panjang gelombangnya sangat pendek dalam unit nano meter = 10^{-9} meter, karena itu 10 juta nm adalah satu senti meter. Gambar berikut ini memperlihatkan distribusi radiasi gelombang elektromagnetik yang berbeda frekuensi dan panjang gelombang (Zarrach and Morris : 1979, 2).



Gambar 26. Spektrum radiasi elektromagnetik

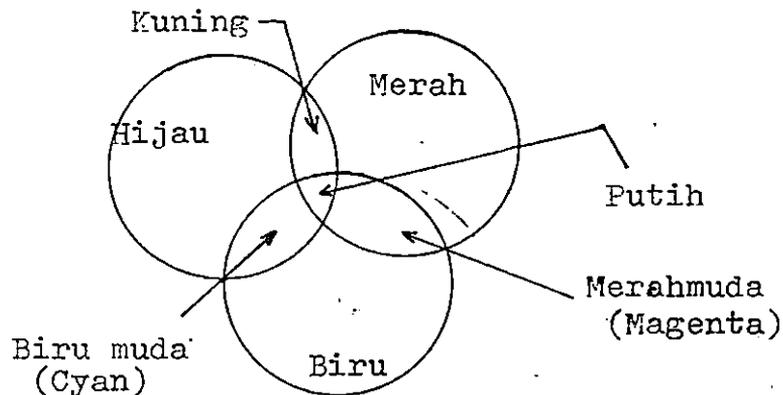
B. Pencampuran Warna

Ada dua cara pencampuran warna yang disebut dengan pencampuran additive dan subtractive. Kesan warna yang dapat ditangkap dalam bentuk putih oleh mata manusia dari kombinasi tiga warna sumber merah, hijau dan biru. Proses campuran dalam bentuk additive dapat diekspresikan dalam matematika seperti berikut ini.

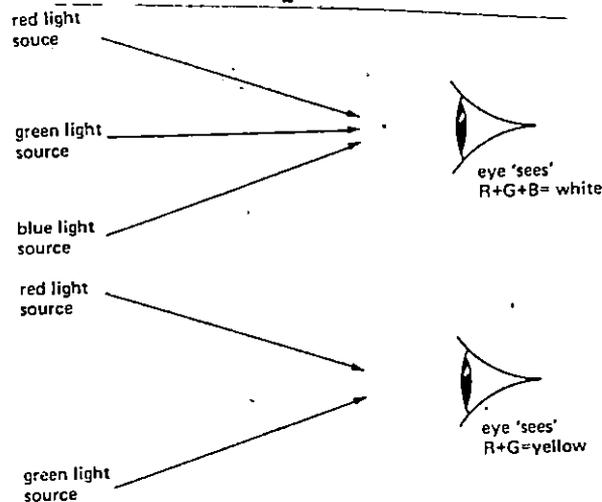
$$\text{Putih} = \text{Merah} + \text{Hijau} + \text{Biru}$$

Hal ini tentu saja harus diperhitungkan intensitas yang tepat untuk sinyal tiga warna, kelebihan salah satunya akan berat sebelah atau mengundang warna lain.

Tiga sinyal warna yang dapat menghasilkan warna putih disebut dengan warna primer. Bila hanya dua warna primer ini dicampur pada suatu saat akan menghasilkan warna atau corak warna yang disebut dengan warna komplementri. Warna-warna komplementri yang dihasilkan dari tiga warna dasar dapat digambarkan seperti berikut ini.



Gambar 27. Lingkaran warna dasar dan komplementri



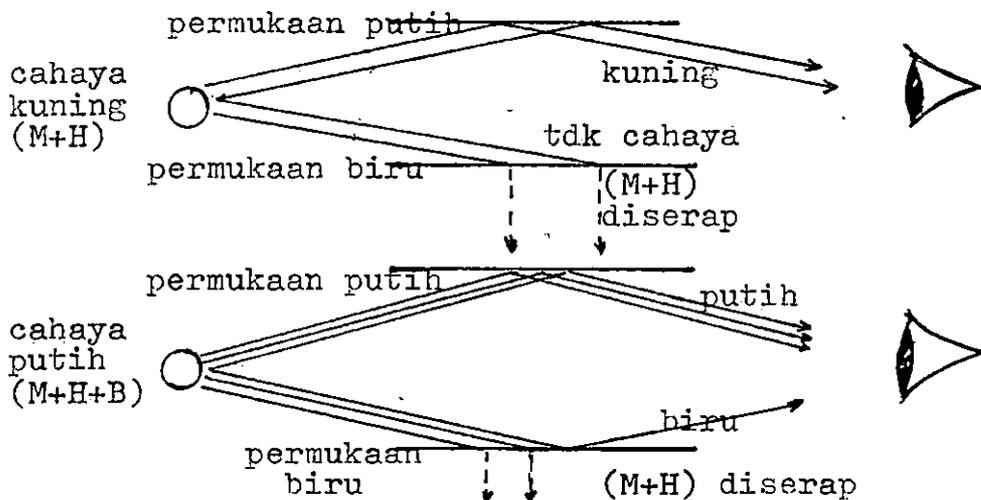
Gambar 28. Campuran warna secara additive

Pada televisi warna, perinsip yang dipakai adalah additive. Ini sangat berguna karena mengingat kombinasi diatas yang menyebabkan perlu implikasi praktis dalam penampilan ditelevisi.

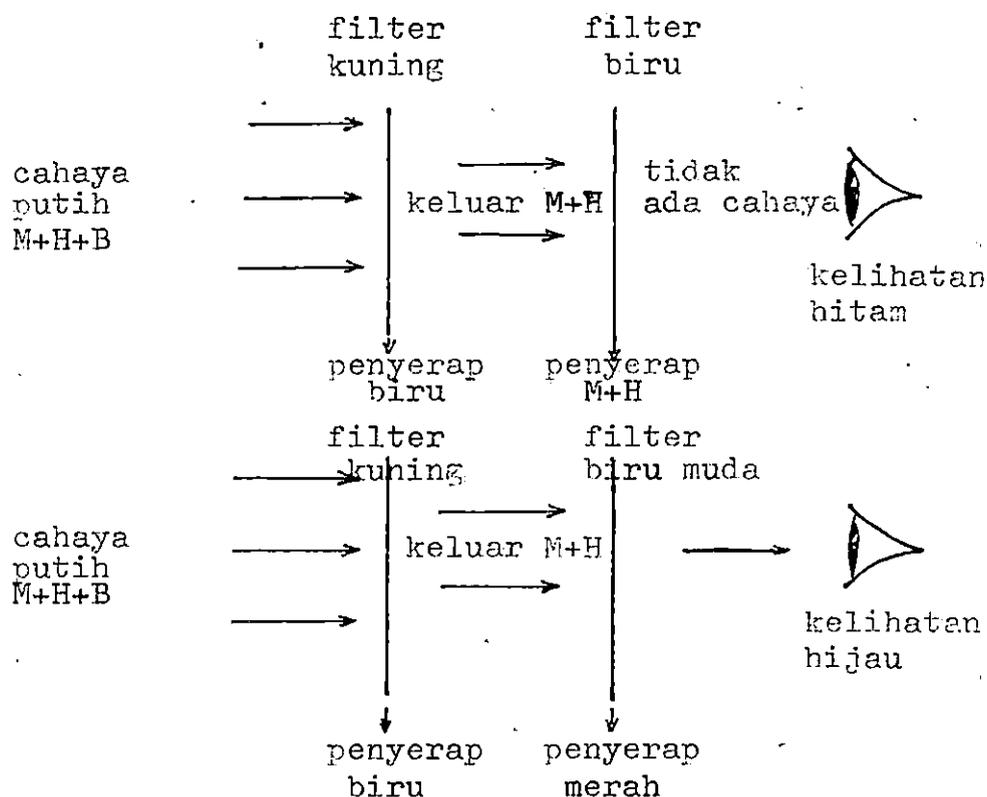
Gambar 27. menunjukkan kombinasi dari tiga sinyal warna primer, dimungkinkan memperoleh enem warna tam - bahan, tentu saja warna hitam yang kelihatan pada la - yar televisi berarti tidak ada warna.

Warna-warna lain dapat dibuat dengan pencampuran warna dasar yang mempunyai alternatif tertentu; misalnya merah dicampur dengan hijau akan timbul warna oranya.

Ada cara lain untuk mencampur warna yang digunakan sehubungan dengan warna cat, foto warna dan sebagainya. Proses ini disebut dengan campuran subtractive, karena warna dari suatu objek adalah hasil warna tertentu yang dihilangkan atau subtracitve dari iluminasi cahaya. Beberapa contoh warna yang proses campuran subtractive dari bahan cat dapat digambarkan seperti berikut ini.



Gambar 29. Campuran warna secara subtractive



Gambar 30. Pencampuran warna subtrac-tive menggunakan filter

Gambar diatas memperlihatkan perinsip subtractive dengan menggunakan filter. Bahwa putih = merah + biru + hijau ini jelas didalam campuran additive. Akan tetapi cahaya sampai kemata langsung direfleksikan dengan obyek yang dapat merubah warna sumber cahaya yang asli.

C. Corak warna, Kejenuhan dan Terang

Pada uraian diatas telah dijelaskan bagaimana menguraikan warna dan mencampur warna secara praktis yang dipakai pada televisi. Uraian berikut ini hanya difokuskan kepada hubungannya dengan sinyal televisi.

1. Corak warna (Hue)

Corak warna biasa disebut dengan hue dalam istilah televisi, yaitu warna sesungguhnya yang dapat dilihat oleh mata. Sebagai contoh; merah, merah muda, hijau dan sebagainya disebut dengan hue. Kadang-kadang suatu warna tampak lebih kuat ini disebut dengan kejenuhan, mungkin muncul cahaya yang pucat ini disebut kurang cerah. Kurang kejenuhan warna disebabkan oleh adanya cahaya putih dalam corak warna.

2. Kejenuhan (Saturation)

Kejenuhan biasa disebut dengan saturation dalam istilah televisi, jadi saturation adalah tanda kebebasan warna dari suatu cahaya putih. Sebagai contoh pada televisi warna jika kontrol terang dinaikkan kelihatan putih, cahaya yang muncul dalam hal ini dikatakan bahwa warna pucat. Kalau warna merah kemudian diberi brightness yang berlebihan maka timbul warna pink.

3. Terang (Brightness)

Terang sering disebut dengan brightness pada sistem televisi, jadi brightness adalah ukuran sensitivitas digabung dengan warna yang diberikan (termasuk putih). Terang atau kecerahan dihubungkan dengan mata manusia untuk membedakan hue (corak warna) Contoh; warna yang muncul adalah kuning, tingkat kecerahan lebih cerah dari warna hijau dan merah.

Brightness lebih serasi dengan televisi, hal ini juga sering dipakai pada teleivis monochrome. Putih atau kuning sering muncul hampir sama dengan terang atau putih pada layar televisi monochrome, seperti biru atau warna merah pekat akan terlihat hitam berbentuk abu-abu.

Pada televisi warna kecerahan gambar diuraikan dengan luminan, yang berarti beberapa bagian yang muncul lebih terang, Ini merupakan bagian yang utama informasi yang harus dipancarkan dengan dua alasan :

1. Monochrome hanya memproses luminan saja untuk gambar
2. Sinyal luminan sesuai untuk memproduksi kembali detail gambar pada penerima televisi warna.

Dengan demikian dari perbedaan yang diberikan ini mata manusia dapat membedakan secara prinsip perubahan intensitas cahaya yang digunakan secara khusus untuk mendapatkan detail bayangan.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

Grob, Bernard. 1975. Basic Television Principle and Ser - vicing. Tokyo : Mc Graw-Hil Kogakusha Ltd.

Hariadi, Ichwan. 1981. Pelajaran Elektronika Televisi Ber warna Jilid I. Surabaya : Yayasan Pengembangan Ilmu Pengetahuan.

J King, Gordon. 1972. Colour Television. United Kingdom : Butterworth & Co.

Maini, Anil K. 1981. Basic Television Transmission and Re- ception. Delhi : CBS Publisher & Distributors.

Rio, Reka, Ir dan Sawamura. 1983. Teknik Reparasi Televisi Berwarna. Jakarta : P.T Pradya Paramita.

..... Transistor Circuits And Color TV(5) .
Tokyo : Sony Service Corporation.

Zarach and Morris. 1979. Television Principles & Practice
London : The Macmillan Press Ltd.