

09 JHD/90

IKIP PADANG  
LENSI GRAM LMI  
TIDAK DIPINJAMKAN  
KHUSUS BUKU DALAM PERPUSTAKAAN

# HEAD CAMERA TELEVISI

MILIK UPT PERPUSTAKAAN  
IKIP PADANG



*[Handwritten signature]*

OLEH

**Drs. Putra Jaya**

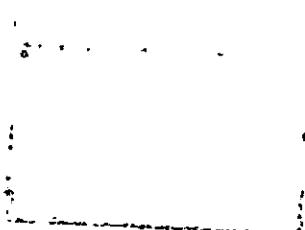
Pendidikan Teknik Elektronika

---

DITERBITKAN OLEH UPT PUSAT MEDIA PENDIDIKAN

FPTK IKIP PADANG

1989



*[Handwritten signature]*

MILIK PERPUSTAKAAN IKIP PADANG	
DITERIMA TEL	Des '89
SUMBER/UMPSA	HD
KOLEKSI	KI
NO INVENTARIS	09 HD/90 h (2)
KLASIFIKASI	621.38834 Joy h 0

## KATA PENGANTAR

Buku dengan judul "Head Camera Televisi" sengaja penulis susun dengan harapan agar dapat menambah literatur buku teknik dibidang elektronika komunikasi. Pada isi buku ini, akan dibahas tentang prinsip dasar dari kerja head camera televisi sebagai fungsi untuk memproduksi sinyal komposit video. Dimana sinyal ini akan dipergunakan sebagai sinyal input untuk peralatan sistem pemancar televisi (television broadcasting).

Dalam pembahasannya, dikemukakan uraian mengenai proses perubahan gambar optik menjadi sinyal video oleh tabung kamera televisi hitam putih dan warna. Pada tabung kamera televisi warna, gambar optik akan dirubah menjadi bentuk sinyal video warna primer yang terdiri dari sinyal video warna merah, hijau dan biru. Dan pada bagian yang lain, dikemukakan uraian mengenai keunggulan dan kelemahan dari berbagai jenis tabung kamera televisi.

Dalam menguraikan uraian pembahasan isi dari buku ini, penulis telah banyak mendapat bantuan berupa sumbangan-fikiran dari berbagai pihak. Sehingga buku yang sederhana ini, dapat penulis susun. Oleh sebab itu telah sepantasnya penulis mengucapkan ucapan terima kasih, terutama kepada teman seprofesi di Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika FPTK IKIP Padang

Penulis juga menyadari, bahwa buku ini masih terdapat kekurangan-kekurangan yang disebabkan oleh faktor keterbatasan

ilmu pengetahuan dan faktor kekhilafan yang tidak diduga. Atas Kritikan dan Saran dari para pembaca yang bersifat membangun demi untuk mencapai kesempurnaan buku ini, sangat penulis harapkan.

Akhirnya semoga buku yang sederhana ini, memberi manfaat bagi para pembaca yang membutuhkannya.

Padang, Oktober 1989

Penulis

## DAFTAR ISI

BAB.	Halaman
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
I. PENDAHULUAN.....	1
II. PERALATAN OPTIK HEAD CAMERA.....	6
A. Lensa Head Camera.....	6
B. Penguraian Warna.....	7
C. Cahaya dan Warna.....	8
D. Percampuran Warna.....	11
III. TABUNG KAMERA TELEVISI.....	15
A. Nonstorage dan Storage.....	15
B. Sistem Pembangkitan Sinyal Video.....	16
C. Tabung Kamera Image Orthicon.....	17
D. Tabung Kamera Vidicon.....	17
IV. PLUMBICON.....	22
A. Target Plumbicon.....	23
B. Lapisan Instrinsik.....	25
C. Kapasitas Elemen Gambar.....	26
D. Respon Spektrum.....	42
E. Resolusi.....	45
F. Karakteristik Mentransfer.....	48
V. PEMBANGKITAN SINYAL VIDEO PADA HEAD CAMERA.....	52
A. Prinsip Kerja Tabung Kamera.....	52
B. Scanning dan Defleksi.....	56
C. Video Preamplifier.....	62
DAFTAR KEPUSTAKAAN.....	65

## I. PENDAHULUAN

Kamera televisi warna adalah seperangkat peralatan pemancar televisi. Dimana peralatan ini berfungsi untuk merubah gambar optik menjadi sinyal komposit video warna.

Secara garis besar, sistem dari proses pembangkitan sinyal komposit video warna menurut jalur transmisi televisi terdiri atas tiga sistem, yaitu :

- Transmisi televisi dengan sistem NTSC
- Transmisi televisi dengan sistem PAL
- Transmisi televisi dengan sistem SECAM

Proses pembangkitan sinyal komposit video warna dari kamera televisi yang berprinsip pada transmisi televisi dengan sistem PAL (Phase Alternating Line) merupakan salah satu dari ketiga sistem transmisi televisi yang telah disebut diatas.

Sedangkan transmisi televisi dengan sistem PAL, dikelompokan atas lima tipe. Kelima tipe tersebut terdiri dari :

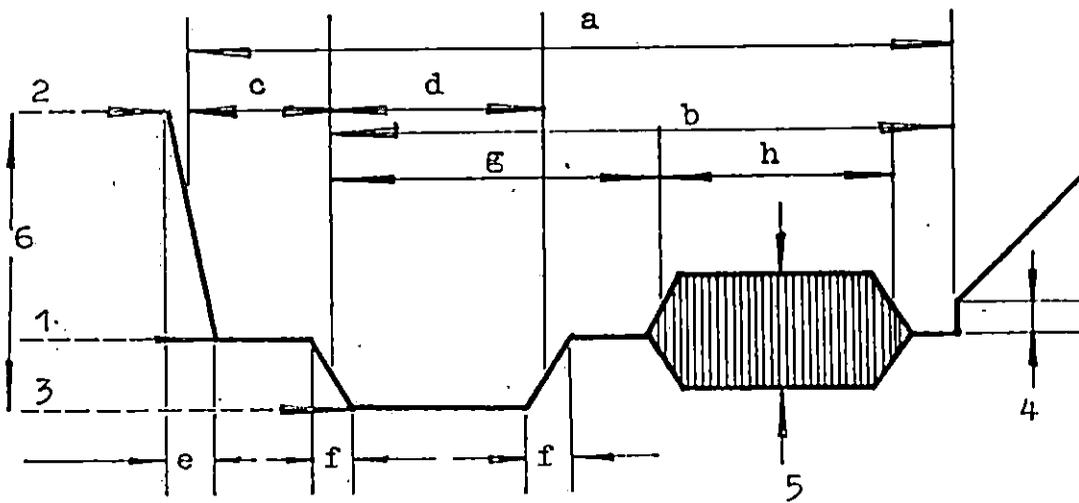
- Sistem transmisi televisi tipe PAL M
- Sistem transmisi televisi tipe PAL B
- Sistem transmisi televisi tipe PAL I
- Sistem transmisi televisi tipe PAL G
- Sistem transmisi televisi tipe PAL H

Di Indonesia, sistem pertelevisian menggunakan tipe transmisi televisi dengan sistem PAL B. Untuk lebih memahami dengan sistem pertelevisian yang digunakan di Indonesia, uraian berikut ini akan menitik beratkan pada sistem transmisi televisi

tipe PAL B dalam hal untuk memproduksi sinyal komposit video warna oleh kamera televisi.

Adapun ciri-ciri dari transmisi televisi dengan sistem PAL B, Sims (1975) mengemukakan sebagai berikut :

- Jumlah garis horizontal untuk satu rangka gambar penuh terdiri dari 625 garis,
- Frekuensi horizontal = 15625 Hz,
- Frekuensi vertikal = 50 Hz,
- Lebar seluruh bandwidth adalah 7 MHz,
- Frekuensi sub pembawa sinyal krominan adalah 4,43 MHz,
- Frekuensi gelombang pembawa gambar 1,25 MHz lebih tinggi dari batas terendah frekuensi kanal,
- Frekuensi gelombang pembawa suara 5,5 MHz lebih tinggi dari frekuensi pembawa gambar,
- Besarnya sinyal perbedaan warna terdiri dari  $E_V = 0,877 (E_R - E_Y)$  dan  $E_U = 0,493(E_B - E_Y)$ ,
- Besarnya sinyal krominan dinyatakan dengan persamaan  $E_{Kr} = E_U \sin wt + E_V \cos wt$ ,
- Besarnya amplitudo sinyal krominan dinyatakan dengan persamaan  $M = \sqrt{E_U^2 + E_V^2}$
- Total sinyal komposit video warna dinyatakan dengan persamaan  $E_K = E_Y + E_U \sin wt + E_V \cos wt$ ,
- Bentuk sinyal komposit video warna yang dihasilkan digambarkan pada gambar 1.



Gambar 1. Bentuk Sinyal Komposit Video  
Warna dengan Sistem PAL B

Keterangan gambar 1 :

Signal Level	1 unit = 0,00699 V,
1. Blanking reference	0 unit = 0 V,
2. Peak white	100 unit = 0,7 V,
3. Synchronising	-43 unit = 0,3 V,
4. Pedestal	0 unit,
5. Peak to peak burst	$43 \pm 4$ unit = $0,3 \pm 0,03$ V,
6. Peak to peak video	143 unit = 1 Vp-p

Signal timing dalam satuan micro second

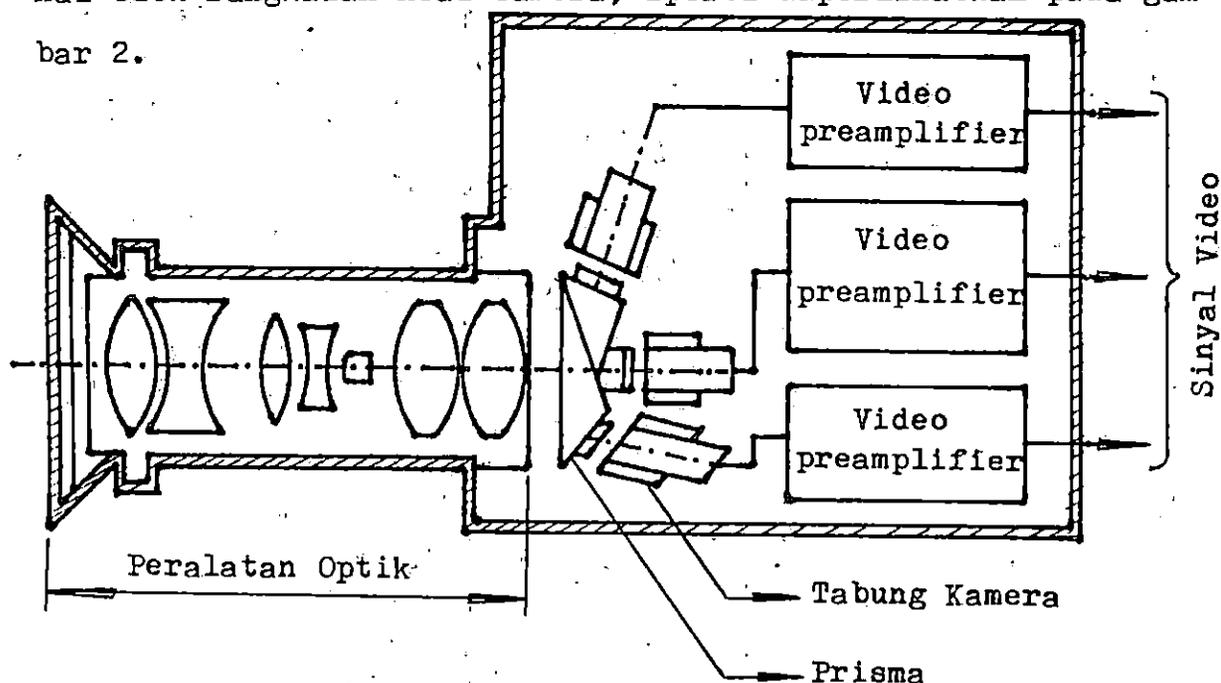
a. Line blanking interval	$12 \pm 0,3$
b. OH to end of blanking	10,5
c. Front porch	$1,5 \pm 0,3$
d. Sine pulse	$4,7 \pm 0,2$
e. Rise /fall time of blanking	$0,3 \pm 0,1$
f. Rise /fall time of line sync	$0,2 \pm 0,1$

- g. Start of burst (minimum breezway)  $5,6 \pm 0,1$   
 h. Duration of burst  $2,25 \pm 0,25$

Untuk dapat menghasilkan sinyal komposit video warna dari kamera televisi yang memenuhi ciri-ciri diatas, maka kamera televisi dibentuk dari beberapa blok rangkaian. Blok-blok rangkaian utama terdiri dari :

- Blok rangkaian "Head Camera",
- Blok rangkaian "Camera control Unit",
- Blok rangkaian "Pal Coder Sistem"

Dari ketiga blok rangkaian utama yang telah dikemukakan, dalam uraian berikut ini akan dijelaskan secara khusus mengenai blok rangkaian head camera, seperti diperlihatkan pada gambar 2.



Gambar 2. Blok Rangkaian Head Camera

Pada blok rangkaian head camera, gambar cahaya putih dirobah menjadi gambar optik oleh peralatan optik kamera. Kemudian

gambar optik yang telah diperoleh dalam bentuk cahaya putih, diuraikan atas beberapa warna dengan menggunakan prisma. Sehingga diperoleh gambar optik yang sampai pada permukaan tabung kamera televisi telah dibedakan atas beberapa warna tertentu yang sesuai dengan warna gambar aslinya.

Menurut "Huygen" (Wahid, 1978) bahwa cahaya pada prinsipnya merupakan gelombang elektromagnetik. Maka setiap gelombang elektromagnetik mempunyai panjang gelombang dan besaran frekuensi. Secara persamaan, kedua hubungan tersebut dinyatakan dengan persamaan rumus :

$$\lambda = \frac{C}{F}$$

dimana :  $\lambda$  = Panjang gelombang

C = Kecepatan cahaya

F = Besaran frekuensi dari setiap warna cahaya.

Atas dasar perbedaan panjang gelombang dan besaran frekuensi dari setiap warna cahaya, maka tabung kamera televisi dapat dirancang. Dimana pada panjang gelombang dan frekuensi tertentu dari setiap warna cahaya yang sampai pada permukaan tabung kamera, maka lapisan target tabung kamera yang dibentuk dari bahan semikonduktor akan mengalami cut off. Sehingga besarnya sinyal video yang diperoleh pada tabung kamera akan berbeda untuk setiap warna dari cahaya yang dideteksi oleh lapisan target.

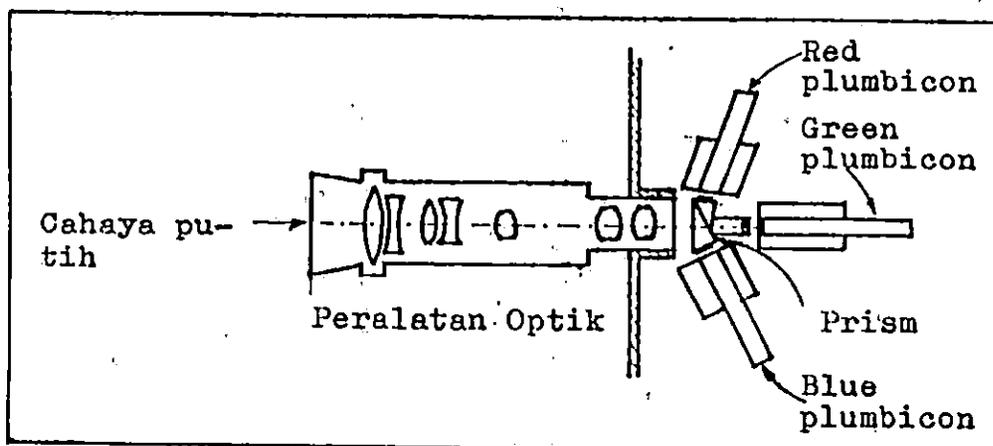
Karena sinyal video yang diperoleh masih mempunyai daya yang lemah dengan amplitudo yang rendah, maka sinyal tersebut diperkuatkan pada sub blok rangkaian pre amplifier.

## II. PERALATAN OPTIK HEAD CAMERA

Peralatan optik head camera berfungsi untuk mengatur intensitas cahaya dari gambar optik agar dapat memenuhi kebutuhan lapisan target tabung kamera. Peralatan ini dibentuk dari susunan lensa-lensa dan prisma.

### A. Lensa Head Camera

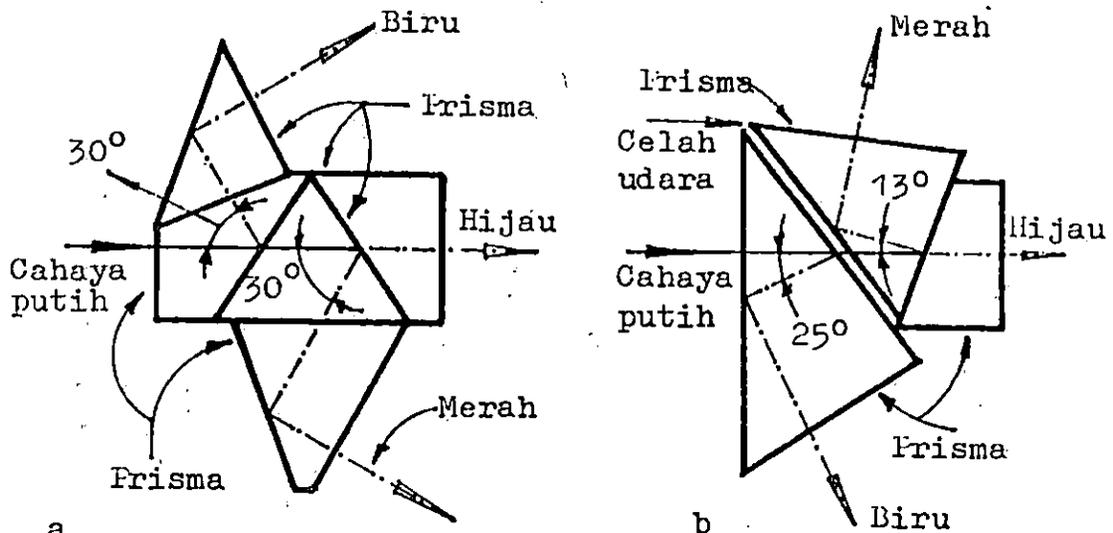
Lensa head camera disusun dari lensa iris, lensa fokus dan lensa zoon. Lensa iris dibentuk dari beberapa lensa diafragma. Dimana lensa ini berfungsi untuk mengatur besarnya cahaya putih yang akan diterima oleh permukaan tabung kamera. Lensa fokus dipergunakan untuk memfokus cahaya yang diterima, sehingga pada permukaan tabung kamera di peroleh gambar cahaya putih yang fokus. Sedangkan lensa zoon berfungsi sebagai pengatur gambar cahaya putih yang fokus dalam bentuk kedudukan pandangan penglihatan jarak jauh (zoon out) dan jarak dekat (zoon in) atau disebut "close up". Gambar 3 diperlihatkan susunan lensa tersebut.



Gambar 3. Peralatan Optik Kamera  
Televisi Warna .

## B. Penguraian Warna

Pada sistem televisi warna, cahaya yang masuk menuju permukaan tabung kamera akan diuraikan atas tiga warna primer, yaitu warna merah (R), warna hijau (G) dan warna biru (B). Proses penguraian cahaya warna putih menjadi cahaya dengan warna primer dilakukan oleh prisma. Gambar 4 diperlihatkan dua bentuk susunan prisma dari peralatan optik kamera.



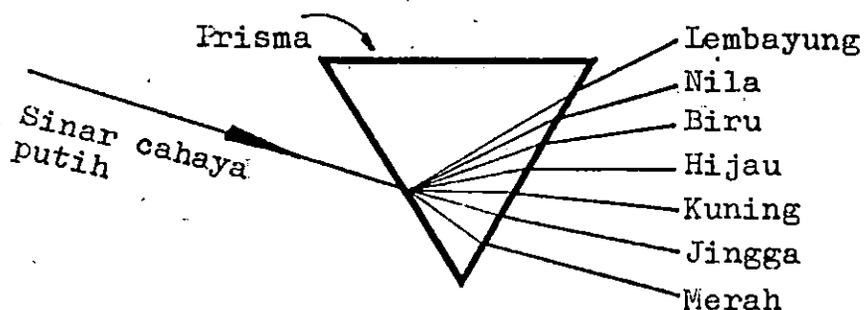
Gambar 4. Susunan Prisma dari Peralatan Optik Kamera Televisi Warna

Pada gambar 4a, susunan prisma menggunakan sudut  $30^\circ$  untuk warna merah dan biru terhadap cahaya yang menuju prisma. Susunan prisma dengan sistem ini akan memerlukan konstruksi prisma yang banyak. Hal tersebut kurang memberi keun-

tungan, jika dipandang dari segi ekonomis. Untuk mengatasi hal ini, maka dikembangkan sistem susunan prisma seperti gambar 4b. Pada gambar 4b, cahaya warna merah diperoleh dari hasil pantulan dengan sudut  $13^{\circ}$  terhadap cahaya yang menuju prisma. Sedangkan cahaya biru diperoleh dengan menggunakan sudut pantulan sebesar  $25^{\circ}$  terhadap cahaya yang menuju prisma. Dengan demikian sistem susunan prisma pada gambar 4b hanya memerlukan konstruksi prisma sebanyak tiga buah. Sistem ini lebih menguntungkan jika dibandingkan dengan susunan prisma pada gambar 4a yang memerlukan konstruksi prisma sebanyak lima buah.

### C. Cahaya dan Warna

Apabila cahaya putih disinarkan menuju prisma, cahaya ini akan terurai menjadi beberapa warna. Warna-warna tersebut terdiri dari warna nila, warna biru, warna hijau, warna kuning dan warna jingga serta warna merah. Warna-warna ini disebut dengan warna cahaya tampak. Panjang gelombang dari warna cahaya tampak terletak antara 380 nanometer sampai 780 nanometer. Gambar 5 diperlihatkan proses penguraian warna oleh prisma



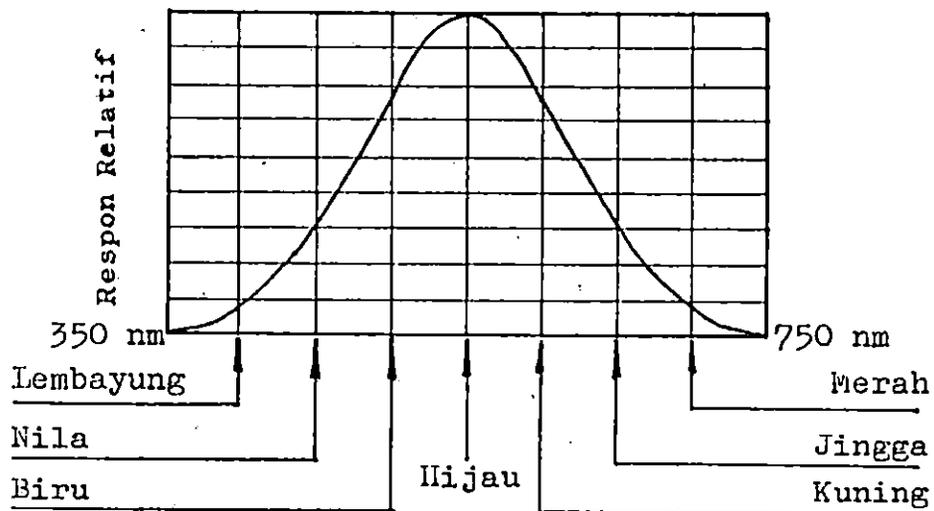
Gambar 5. Penguraian warna oleh prisma

Panjang gelombang dan frekuensi untuk masing-masing warna diperlihatkan pada tabel I di bawah ini.

TABEL I  
PANJANG GELOMBANG DAN FREKUENSI UNTUK  
SPEKTRUM WARNA CAHAYA TAMPAK

Panjang Gelombang (nm)	Frekuensi (Hz)	Warna
380 - 450	$7,80 - 6,65 \cdot 10^{14}$	Violet
450 - 482	$6,65 - 6,22 \cdot 10^{14}$	Biru
482 - 487		
487 - 492	$6,14 - 6,09 \cdot 10^{14}$	Cyan
492 - 497		
497 - 530	$6,03 - 5,66 \cdot 10^{14}$	Hijau
530 - 560		
560 - 570	$5,35 - 5,26 \cdot 10^{14}$	Kuning hi-
570 - 575		jau
575 - 580	$5,22 - 5,18 \cdot 10^{14}$	Kuning
580 - 585		
585 - 595	$5,13 - 5,04 \cdot 10^{14}$	Orange
595 - 620		
620 - 780	$4,48 - 3,82 \cdot 10^{14}$	Merah

Setiap mata manusia tidak memberikan kesensitifitas kepekaan yang sama pada setiap daerah spektrum warna cahaya tampak. Dimana sensitifitas terbesar terletak pada panjang gelombang 550 nm. Untuk panjang gelombang yang kurang dari 550 nm, sensitifitas kepekaan mata manusia akan menurun dan begitu sebaliknya. Gambar 6 diperlihatkan spektrum cahaya warna tampak terhadap sensitifitas kepekaan mata manusia



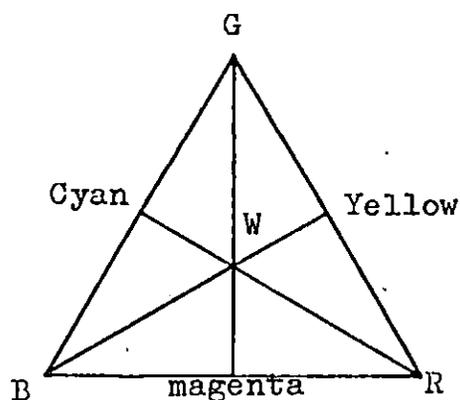
Gambar 6. Sensitifitas Kepekaan Mata Manusia terhadap warna cahaya tampak

Secara garis besar, kepekaan mata manusia terhadap warna cahaya tampak terdiri atas tiga karakteristik. Karakteristik pertama adalah kepekaan terhadap warna cahaya merah dan hijau serta biru. Kepekaan ini dikenal dengan istilah "Hue". Karakteristik kedua adalah kepekaan terhadap kuat cahaya dari suatu warna, misalnya kepekaan terhadap terang

gelapnya dari suatu warna cahaya. Sedangkan karakteristik ketiga adalah kepekaan terhadap kecerahan dari suatu warna cahaya. Karakteristik ini disebut dengan istilah kroma.

#### D. Percampuran Warna

Percampuran warna bertujuan untuk mendapatkan penyesuaian kepekaan penglihatan mata manusia terhadap karakteristik warna cahaya tampak. Tujuan ini akan dicapai dengan cara melakukan percampuran dari ketiga warna primer R, G, B secara aditif. Salah satu metoda sistem percampuran, dapat dilakukan dengan cara menggunakan sistem metoda segitiga warna. Dimana ketiga warna primer R, G, B diletakkan pada setiap sudut dari segitiga (Wiono, 1981). Metoda sistem percampuran tersebut, diperlihatkan pada gambar 7.



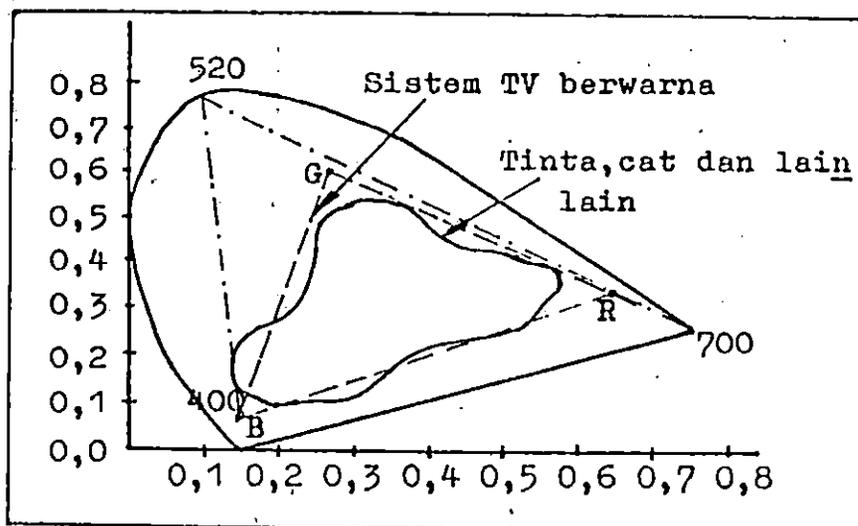
Gambar 7. Percampuran warna secara Aditif dengan menggunakan metoda sistem segitiga

Pada gambar 7, hasil percampuran warna hijau (G) dengan warna merah (R) akan terletak disepanjang sisi R - G. Dengan cara yang sama diperoleh pula hasil percampuran warna primer R,G,B untuk warna yang lain.

Untuk mendapatkan warna putih dari hasil percampuran tersebut, dapat dilakukan dengan cara menarik garis berat dari segitiga warna. Pertemuan titik potong dari ketiga garis berat (titik W) merupakan hasil percampuran warna R,G, B yang menghasilkan warna putih. Apabila warna R,G,B bergerak maju menuju warna putih, maka akan diperoleh warna R,G dan B yang lebih muda. Hal ini disebabkan berkurangnya saturasi dari setiap warna primer R,G,B. Secara teoritis untuk mendapatkan warna dengan saturasi 100%, hanya dapat dilakukan dengan memancarkan energi cahaya yang tepat pada satu panjang gelombang.

Pada percampuran dengan menggunakan metoda sistem segitiga warna, masih terdapat beberapa kelemahan. Terutama kesulitan untuk menentukan kecerahan dari suatu warna.

Untuk mengatasi kelemahan sistem percampuran warna di atas, maka dikembangkan sistem percampuran warna dengan menggunakan metoda sistem diagram kromatisitas (Rio dan Sawamura, 1982). Pada sistem ini akan diperoleh hasil percampuran warna yang lebih sensitif dengan kualitas yang lebih baik dari metoda sistem percampuran sebelumnya. Sistem percampuran warna dengan metoda diagram kromatisitas ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Sistem Percampuran Warna dengan Metoda Diagram Kromatisitas

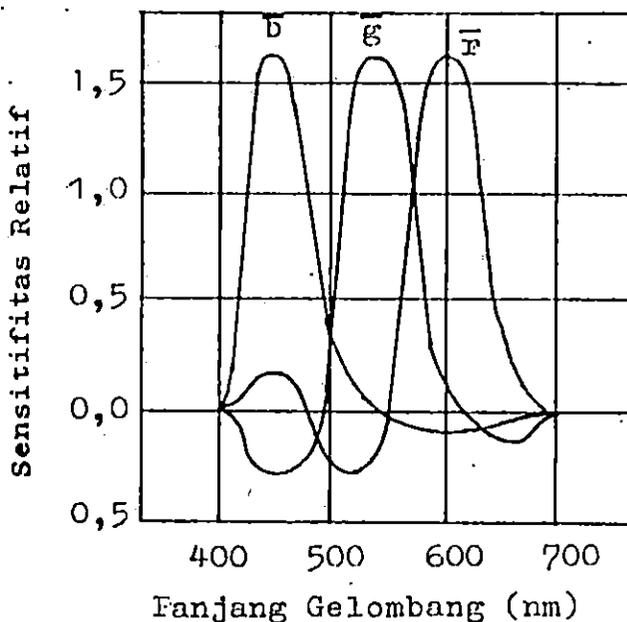
Tingkatan warna pada gambar 8 ditandai dengan sistem salib sumbu secara cartesius. Untuk warna R,G,B pada sistem PAL terletak pada koordinat :

$$R (0,64 , 0,33)$$

$$G (0,29 , 0,60)$$

$$B (0,15 , 0,06)$$

Pada gambar 9, diperlihatkan kurva-kurva percampuran warna R,G,B dari kamera televisi dengan spektrum yang ideal.



Gambar 9. Kurva percampuran warna R,G,B yang ideal dari Kamera Televisi

Pada sistem percampuran warna metoda diagram kromatisitas, warna putih diperoleh dengan menggunakan standar iluminasi croma (C) yang normal pada waktu siang hari pada temperatur warna  $6770^{\circ}$  kelvin.

Berdasarkan beberapa teori tentang cahaya dan warna, dalam sistem televisi akan dipergunakan sebagai sumber untuk menghasilkan gambar optik pada layar permukaan tabung kamera.

### III. TABUNG KAMERA TELEVISI

Tabung kamera televisi merupakan bagian dari peralatan head camera. Peralatan ini berfungsi sebagai pengubah fungsi cahaya dalam bentuk gambar optik menjadi fungsi tegangan, disamping sebagai pengubah fungsi tempat menjadi fungsi waktu. Dengan demikian, tabung kamera merupakan peralatan yang memegang peranan penting dalam sistem pertelevisian

#### A. Nonstorage dan Storage

Secara garis besar, tabung kamera dibedakan atas dua golongan. Kedua golongan tersebut terdiri dari nonstorage dan storage. Tabung kamera golongan nonstorage yang terkenal adalah flying spot scanner (FSS), dimana tabung kamera ini digunakan untuk keperluan tabung kamera slide dan film. Sedangkan tabung kamera golongan storage yang terkenal terdiri dari beberapa jenis, diantaranya adalah ionoscope, image ionoscope, image orthicon, cathoda potensial stabilized (CPS), vidicon dan plumbicon.

Dari beberapa jenis tabung kamera yang termasuk golongan storage, dipergunakan untuk keperluan tabung kamera televisi. Diantaranya adalah tabung kamera jenis image orthicon, vidicon, dan plumbicon.

## B. Sistem Pembangkitan Sinyal Video

Sistem pembangkitan sinyal video pada tabung kamera televisi dibedakan atas dua sistem prinsip kerja. Kedua sistem tersebut terdiri dari :

- Jenis tabung kamera yang mempunyai prinsip kerja yang berdasarkan pada sifat emisi elektron. Pada jenis tabung ini akan terjadi proses pelepasan elektron apabila disinari cahaya. Salah satu contoh adalah jenis tabung kamera image orthicon.
- Jenis tabung kamera yang mempunyai prinsip kerja yang berdasarkan pada sifat foto konduktif. Konduktivitasnya akan naik apabila disinari cahaya. Contoh tabung kamera ini adalah tabung kamera jenis vidicon dan plumbicon.

Dalam penggunaannya untuk keperluan tabung kamera televisi warna, image orthicon, vidicon dan plumbicon dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut ditentukan oleh :

- Kemampuan mentransferkan gambar optik menjadi sinyal listrik,
- Respon spektrum,
- Perbandingan antara sinyal dan noise yang ditimbulkan,
- Detail garis gambar yang dihasilkan (resolusi),
- Efek lag,
- Kemampuan terhadap temperatur warna,

- Disamping terhadap ukuran dan berat serta kemudahan dalam mengoperasikannya.

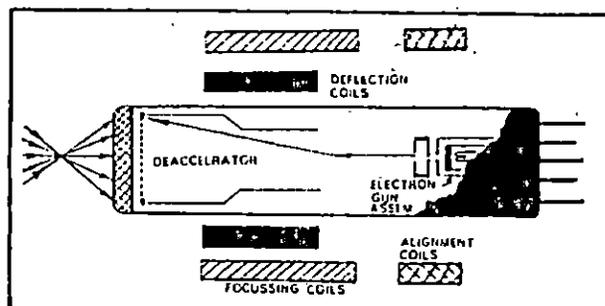
### C. Tabung Kamera Image Orthicon

Tabung kamera image orthicon dengan prinsip kerja berdasarkan pada sifat emisi elektron, kebanyakan dipergunakan untuk keperluan tabung kamera televisi hitam putih. Karena jenis tabung kamera image orthicon mempunyai sensitivitas yang lebih baik dalam hal untuk membangkitkan sinyal video. Tetapi dalam penggunaan kamera televisi warna, akan membutuhkan tiga buah tabung kamera untuk membangkitkan sinyal video warna primer R,G,B. Hal ini, dipandang kurang praktis, karena akan menambah berat dan ukuran dari suatu kamera televisi.

### D. Tabung Kamera Vidicon

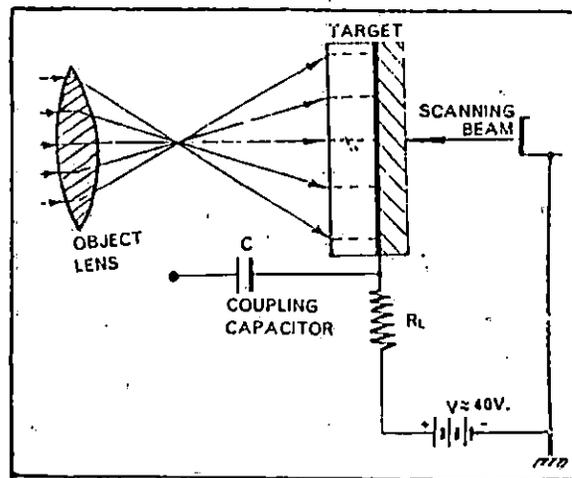
Tabung kamera vidicon dengan prinsip kerja yang berdasarkan pada sifat foto konduktif, kebanyakan digunakan untuk keperluan tabung kamera televisi warna. Karena ukurannya kecil dan kompak. Gambar 10 diperlihatkan konstruksi dari tabung kamera televisi jenis vidicon.





Gambar 10. Konstruksi Tabung Kamera Televisi jenis vidicon

Konstruksi tabung kamera televisi jenis vidicon pada gambar 10 dibentuk dari dua bagian utama, yaitu lapisan target dan peralatan elektron gun (penembak elektron). Lapisan target dibuat dari material antimony sulfide ( $Sb_2S_3$ ) Lapisan ini terdiri dari dua permukaan. Salah satu permukaan menerima iluminasi cahaya gambar optik. Dan pada permukaan yang lain menerima penelusuran elektron beam yang berasal dari elektron gun. Untuk lebih memahami proses terbentuknya sinyal video dari cahaya gambar optik pada jenis tabung kamera vidicon, gambar 11 diperlihatkan skema rangkaian equivalennya.



Gambar 11. Skema Rangkaian Equivalen Tabung Kamera Televisi jenis Vidicon

Setiap lapisan target (foto konduktif) akan bersifat konduktor dan menghantarkan aliran arus apabila mendapat penyinaran iluminasi dari cahaya gambar optik. Besarnya arus yang mengalir sebanding dengan banyaknya iluminasi dari cahaya gambar optik yang sampai pada permukaan lapisan target. Aliran arus ini akan menyebabkan timbulnya potensial muatan positif pada permukaan target di depan elektron gun.

Setiap muatan positif yang terkena penelusuran elektron beam yang berasal dari elektron gun akan terjadi penetralan muatan yang besarnya sama dengan potensial katoda. Sedangkan kelebihan elektron dari hasil penetralan akan menyebabkan perubahan potensial pada kedua permukaan target. Perubahan potensial ini mengakibatkan terjadinya pengalir

an arus melalui rangkaian elektrode. Pada out put beban resistor (RL) tabung kamera televisi, aliran arus dari elektrode akan membangkitkan potensial sinyal video.

Pada target tabung kamera televisi jenis vidicon, masih terdapat beberapa kelemahan. Terutama pada perubahan iluminasi yang kurang kuat. Perubahan iluminasi ini akan menimbulkan arus konduksi akan berubah. Untuk mencapai keseimbangan, akan membutuhkan waktu transien. Hal tersebut akan menimbulkan gejala efek lag dalam bentuk image lag pada layar televisi penerima. Gejala yang terjadi adalah dalam bentuk pergerakan gambar yang diikuti oleh bayangan.

Salah satu usaha yang dilakukan untuk mengatasi kelemahan yang terjadi, maka kapasitas lapisan target dibuat serendah mungkin dengan cara membuat lapisan target semakin tebal. Dengan cara ini, akan menimbulkan peredaman cahaya yang menyebabkan kesensitifitas menjadi berkurang pada lapisan target.

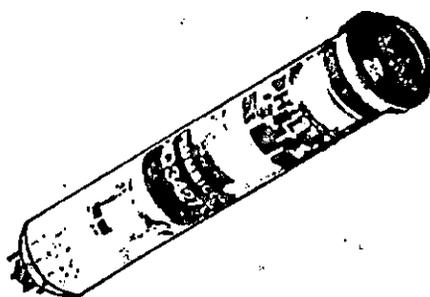
Untuk mendapatkan kesensitifitas yang baik, diperlukan lighting (cahaya) yang tinggi. Faktor kelemahan tersebut, menyebabkan ruang lingkup penggunaan tabung kamera televisi jenis vidicon semakin terbatas. Pada peralatan pemancar televisi, tabung kamera jenis vidicon hanya digunakan untuk keperluan siaran warta berita dan telecine yang menggunakan keadaan lighting yang tinggi.

Dalam ruang lingkup keperluan amatir, tabung kamera jenis vidicon sangat populer. Karena ukurannya yang semakin

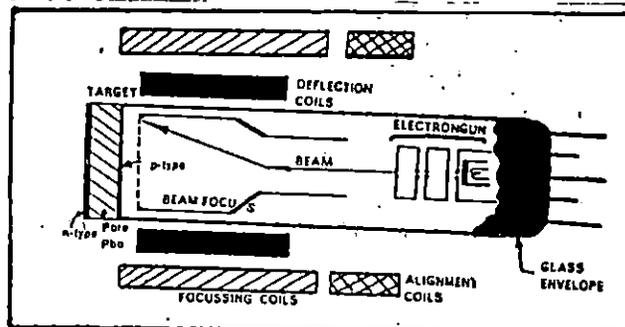
kecil jika dibandingkan dengan jenis tabung kamera image orthicon. Faktor ukuran ini akan memungkinkan kamera televisi dapat dibawa secara bebas.

#### IV. PLUMBICON

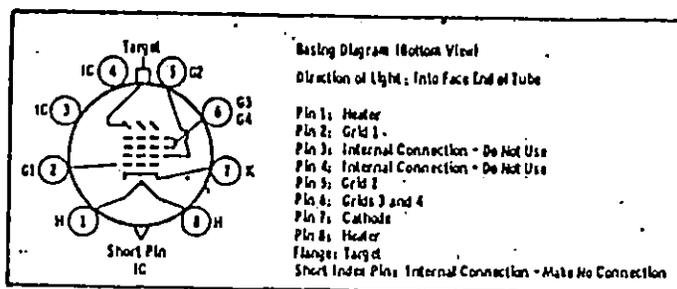
Tabung kamera televisi jenis plumbicon mulai dikembangkan pada tahun 1960 oleh "The Philip Research Laboratories of Eindhoven, The Netherlands". Tabung kamera ini mempunyai konstruksi yang hampir sama dengan tabung kamera jenis vidicon, hanya terdapat perbedaan pada material pembentuk target. Lapisan target tabung kamera plumbicon dirancang lebih sensitif daripada lapisan target tabung kamera jenis vidicon. Faktor ke-sensitifitas tersebut, tabung kamera plumbicon mendapat tempat dalam penggunaan dengan ruang lingkup yang serba guna pada peralatan pemancar televisi. Dalam pengoperasiannya tidak membutuhkan lighting yang terlalu tinggi, seperti halnya pada tabung kamera jenis vidicon. Bentuk fisik dan konstruksi beserta pin-pin untuk terminal operasi tegangan diperlihatkan pada gambar 12.



Gambar 12a. Bentuk fisik Tabung Kamera jenis plumbicon



Gambar 12b. Konstruksi Tabung Kamera jenis plumbicon



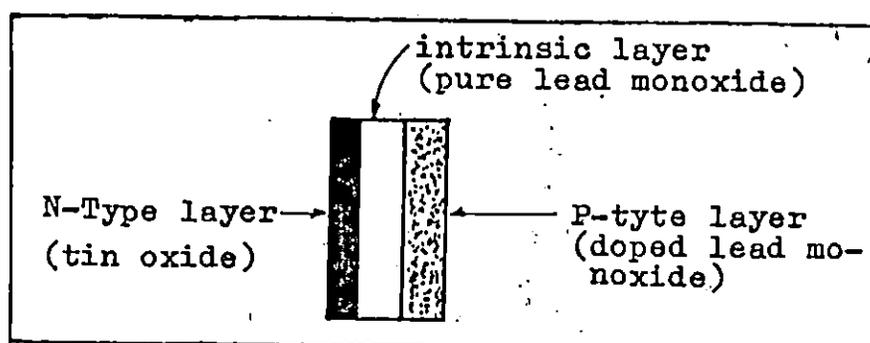
Gambar 12c. Pin-pin untuk terminal operasi tegangan

#### A. Target Plumbicon

Target dari suatu tabung kamera televisi merupakan peralatan yang sangat penting diantara peralatan yang ada pada tabung kamera televisi. Karena peralatan ini berfungsi untuk merubah gambar optik menjadi sinyal video.

Target tabung kamera plumbicon dibentuk dari material semikonduktor timah dioksida ( $\text{SnO}_2$ ) dan plumbum (timah hitam) monoksida (Maini, 1981:154). Harold (1971) menyatakan bahwa pada bagian yang dikenai cahaya gambar optik ter

diri dari kaca yang dilapisi dengan material  $\text{SnO}_2$  yang tembus cahaya (transfaran). Lapisan ini bersifat konduktor apabila disinari cahaya. Setelah lapisan  $\text{SnO}_2$ , lapisan target plumbicon dilapisi lagi dengan material plumbum monoksida ( $\text{PbO}$ ) murni (pure lead monoxide). Kemudian lapisan paling akhir yang dikenai sinar scanning terdiri dari lapisan  $\text{PbO}$  campuran (doped lead monoxide). Ketiga lapisan material pembentuk target tabung kamera plumbicon diperlihatkan pada gambar 13.

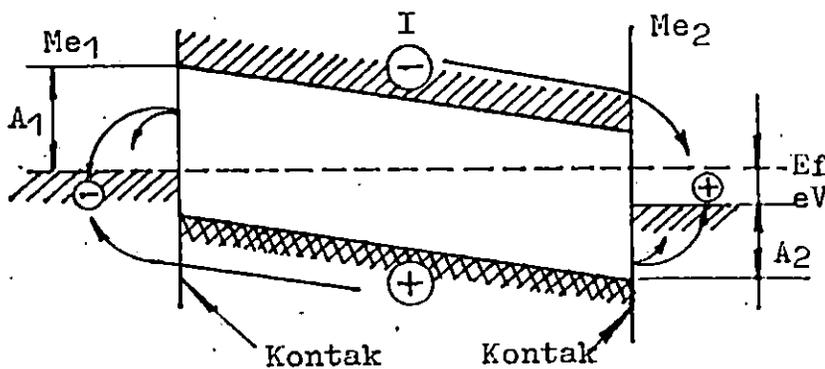


Gambar 13. Lapisan Target Tabung Kamera Televisi jenis Plumbicon

Ketiga lapisan target pada gambar 13 merupakan semikonduktor yang terdiri dari PIN diode. Dimana lapisan  $\text{SnO}_2$  adalah semikonduktor tipe N, lapisan  $\text{PbO}$  murni adalah semikonduktor tipe I (instrinsik) dan lapisan  $\text{PbO}$  campuran adalah lapisan semikonduktor tipe P.

## B. Lapisan Instrinsik

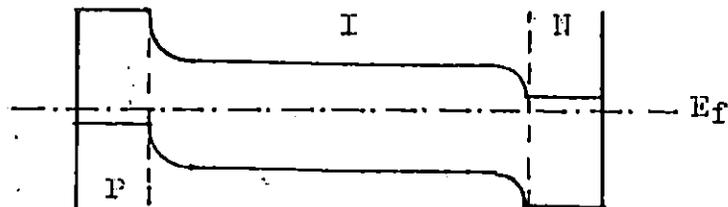
Dengan adanya lapisan instrinsik merupakan suatu faktor untuk meningkatkan efektifitas dari lapisan target tabung kamera plumbicon. Karena lapisan ini bersifat sebagai saklar yang terdiri dari dua kontak. Jika arus mengalir dalam satu jurusan, maka lapisan tipe P akan mencegah masuknya elektron, sedangkan lapisan tipe N akan mencegah masuknya hole (Lee, 1973:25). Hal ini diperlihatkan dengan diagram energi band dari PIN diode pada gambar 14.



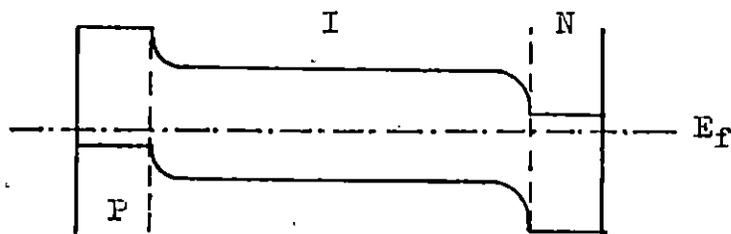
Gambar 14. Diagram Energi dari PIN Diode

Lapisan I (instrinsik) pada lapisan target tabung kamera plumbicon tidak dapat dibuat dari bahan yang sempurna karena dipengaruhi oleh beberapa faktor. Lapisan I akan bersifat tipe P, apabila jumlah atom oksigen pada  $PbO$  berlebih dan lapisan ini akan bersifat tipe N, jika jumlah

atom Pb (lead) berlebih. Kedua sifat ini diperlihatkan secara energi band dari PIN diode yang telah disederhanakan pada gambar 15.



Gambar 15a. Energi Band dari PIN Diode dimana lapisan I mengarah ke tipe N

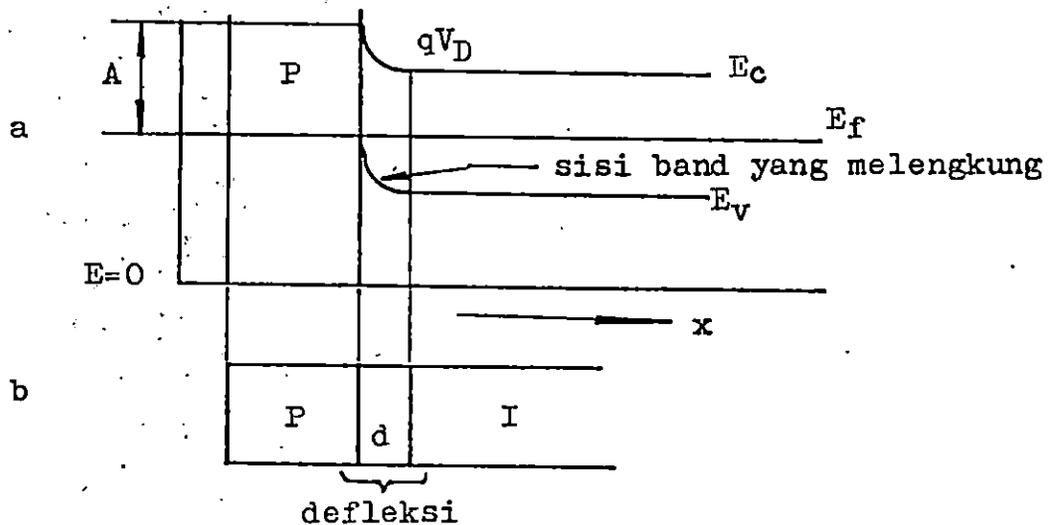


Gambar 15b. Energi Band dari PIN Diode dimana lapisan I mengarah ke tipe P

### C. Kapasitas Elemen Gambar

Apabila lapisan target dikenai cahaya, maka antara lapisan target akan terbentuk daerah defleksi (dipole listrik). Daerah ini dianggap dua plat yang sejajar dari kapasitor. Besarnya kapasitas dari kapasitor yang terbentuk, akan ditentukan oleh jumlah elemen-elemen gambar dari hasil penyinaran gambar optik yang sampai pada permukaan target.

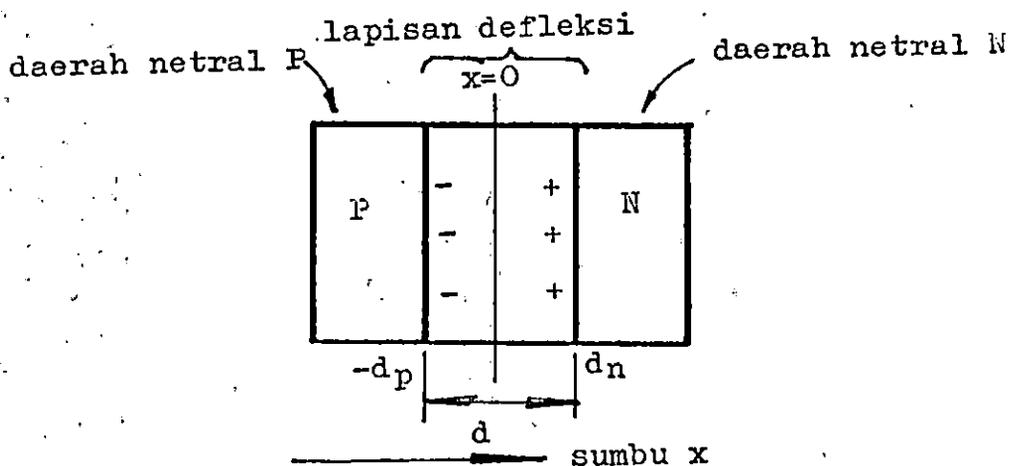
Secara perhitungan, besarnya kapasitas dari kapasitor yang terbentuk dapat dihitung dengan cara menggunakan salah satu sudut kontak dari energi band sebagai alat peragaan (Levitt, 1970:115). Salah satu sudut kontak energi band adalah sisi yang melengkung dari sisi band, seperti diperlihatkan pada gambar 16.



Gambar 16. Satu sudut kontak dari energi band PIN diode

Daerah defleksi diperoleh dari hasil proyeksi sisi band melengkung pada gambar 16a. Saat sebelum diberi tegangan pada kedua ujung-ujung semikonduktor, pada daerah defleksi terdapat medan listrik. Medan listrik ini terjadi karena adanya muatan ruang tipe P dan N. Muatan ruang tipe P adalah daerah dimana aseptor diionisasikan, sedangkan muatan ruang tipe N adalah dimana daerah donor diionisasikan. Tegangan difusi ( $V_D$ ) dalam daerah defleksi diperoleh melalui proses pembangkitan beda tegangan dari muatan listrik yang

ditimbulkan oleh muatan ruang. Gambar 17 diperlihatkan bentuk muatan ruang dalam daerah defleksi pada lapisan target tipe P dan tipe I yang mengarah ke tipe N.



Gambar 17. Muatan ruang dalam daerah defleksi pada lapisan target tipe P dan tipe I yang mengarah ke tipe N

Pada gambar 17, dalam keadaan seimbang antara muatan positif dan negatif, maka besarnya arus elektron dalam daerah defleksi sama dengan nol. Dengan mensubstitusikan harga arus elektron ( $I_n$ ) = 0 kedalam persamaan arus elektron ideal, diperoleh besarnya medan listrik ( $\mathcal{E}$ ) yang terjadi dalam daerah defleksi, seperti uraian di bawah ini:

Persamaan arus elektron yang ideal adalah ;

$$I_n = q \cdot \mu_n \cdot n \cdot \mathcal{E} + q \cdot D_n \cdot \frac{dn}{dx}$$

$I_n = 0$ ;  $0 = q \cdot \mu_n \cdot n \cdot \mathcal{E} + q \cdot D_n \cdot \frac{dn}{dx}$ , dengan menyederhanakan persamaan ini, diperoleh besarnya medan listrik ( $\mathcal{E}$ ) de

ngan persamaan :

$$\mathcal{E} = \frac{-Dn}{\mu_n} \cdot \frac{1}{n} \cdot \frac{dn}{dx}, \text{ dimana harga } \frac{Dn}{\mu_n} \text{ disebut de-}$$

ngan konstanta mobilitas elektron. Menurut persamaan dari " hubungan Einstein " (Rio dan Iida, 1982:40) menyatakan , besarnya konstanta mobilitas elektron sama besarnya dengan konstanta difusi elektron ( $kT/q$ ), ditulis dengan persamaan

$$\frac{Dn}{\mu_n} = \frac{kT}{q}, \text{ dimana } Dn = \text{percepatan elektron,}$$

$$\mu_n = \text{Konstanta perbanding-}$$

$$\text{an elektron,}$$

$k$  = konstanta bolzman,

$T$  = derajat kelvin,

$q$  = muatan listrik,

$n$  = konsentrasi muatan.

Dengan menggantikan konstanta mobilitas elektron dengan difusi elektron, persamaan medan listrik menjadi :

$$\mathcal{E} = - \frac{kT}{q} \cdot \frac{1}{n} \cdot \frac{dn}{dx} \dots \dots \dots (i)$$

Besarnya tegangan difusi yang terbangkit dapat dihitung dengan mengintegral persamaan (i) :

$$= - \int_{-dp}^{dn} \mathcal{E} dx = - \int_{-dp}^{dn} \left( - \frac{kT}{q} \right) \cdot \frac{1}{n} \cdot \frac{dn}{dx} \cdot dx$$

$$= \frac{kT}{q} \cdot \ln n \Big|_{n(-dp)}^{n(dn)}$$

$$= \frac{kT}{q} \cdot \ln \frac{n(dn)}{n(-dp)}$$

Besaran  $n(dn)$  adalah konsentrasi elektron dalam daerah tipe N disingkat dengan  $n_n$ , dan  $n(-dp)$  adalah konsentrasi tipe P disingkat dengan  $n_p$ . Dimana persamaan  $p_p \cdot p_n = n_p n_n$  besarnya sama dengan  $n_i^2$ , dan  $n_i$  adalah konsentrasi pembawa (carrier) dari hole dan elektron dalam keadaan seimbang. Untuk mempermudah penulisan dalam pembahasan selanjutnya, maka konsentrasi donor  $n_p$  dan  $n_n$  dalam daerah tipe N disingkat dengan  $N_D$  dan konsentrasi  $p_p$  dan  $p_n$  dalam daerah tipe P disingkat dengan  $N_A$ , maka  $V_D$  menjadi :

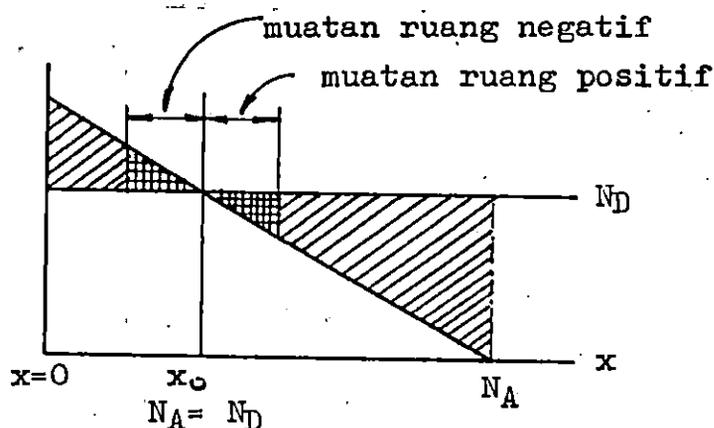
$$V_D = - \frac{kT}{q} \cdot \ln \frac{N_A N_D}{n_i^2} \dots\dots\dots(ii)$$

Dengan adanya fungsi kerja yang disimbolkan dengan huruf A dari pembawa elektron dan hole pada gambar 16 halaman 26 saat sebelum diberikan tegangan, akan membangkitkan tegangan pembawa (carrier) yang besarnya sama dengan hasil perkalian antara muatan  $q$  dan tegangan difusi yang terbangkit. Secara persamaan ditulis dengan persamaan  $V_C = q \cdot V_D$ . Sedangkan besarnya ditunjukkan oleh tinggi sisi band melengkung pada energi band dari kontak lapisan target.

Dalam hal pembuatan material lapisan target, lapisan I tidak dapat dibuat dari material PbO yang semurni mungkin, maka mengakibatkan terjadinya distribusi medan listrik dalam daerah defleksi. Dari kedua distribusi tersebut, akan membangkitkan tegangan. Tegangan yang dibangkitkan disebut dengan tegangan elektrostatik. Dan besarnya tegangan ini, akan mempengaruhi dari kapasitas elemen gambar yang terjadi.

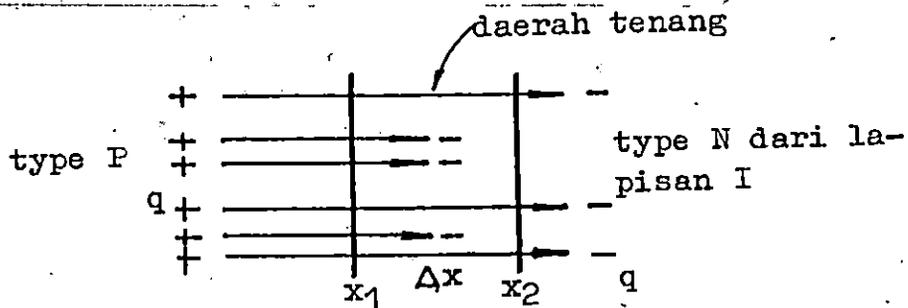
Dalam keadaan tidak seimbang antara muatan tipe P dan tipe N akibat ketidakmurnian material PbO dari lapisan I, maka persyaratan terjadinya difusi akan ditentukan oleh konsentrasi aseptor harus jauh lebih besar dari konsentrasi donor ( $N_A \gg N_D$ ). Dalam keadaan tersebut, ketidakmurnian donor akan didistribusikan, sedangkan ketidakmurnian dari aseptor akan didifusikan.

Pada gambar 18 diperlihatkan distribusi ketidakmurnian antara lapisan tipe P dan I yang mengarah ke tipe N.



Gambar 18. Distribusi ketidakmurnian dari lapisan P dan I yang mengarah ke tipe N

Distribusi efektif dari konsentrasi muatan akan terjadi pada daerah  $x > x_0$  dan  $x < x_0$ . Hubungan antara daerah muatan tenang yang terdapat dalam muatan ruang dengan medan listrik, dapat dihitung dengan persamaan Poisson. Gambar 19 diperlihatkan ilustrasi dari persamaan Poisson.



Gambar 19. Ilustrasi persamaan Poisson

Pada gambar 19, fluksi akan terjadi karena adanya per pindahan antara muatan positif ke muatan negatif. Dalam per pindahan tersebut, menyebabkan beberapa muatan akan hilang pada daerah tenang ( $\Delta x$ ). Sehingga dalam daerah tenang timbul suatu konsentrasi muatan yang besarnya akan ditentukan oleh lajunya perubahan fluksi per satuan jarak dari kedua plat sejajar. Sedangkan laju perubahan fluksi disebabkan oleh perubahan rapat fluksi per satuan luas dari kedua plat sejajar yang terbentuk. Maka hubungan rapat fluksi dengan medan listrik ditulis dengan persamaan :

$$dD = \epsilon \epsilon_0 \cdot d\mathcal{E} \dots\dots\dots(iii)$$

dan konsentrasi muatan ( $\rho$ ) dalam daerah tenang ( $\Delta x$ ) dihitung dengan persamaan :

pada  $\Delta x$  nilai  $\rho = \frac{\Delta D}{\Delta x}$  Jika fluksi menurun dalam selang daerah tenang, menyebabkan daerah tenang akan bermuatan. Dalam hal ini (gambar 19) daerah tenang akan bermuatan negatif. Untuk limit  $\Delta x$  menuju nol, maka konsentrasi muat

an ( $\int$ ) :

$$\int = \frac{dD}{dx}, \text{ sehingga } dD = \int dx \dots\dots\dots(iv)$$

dari persamaan (iii) dan (iv) diperoleh :

$$\frac{d\mathcal{E}}{dx} = \frac{\int}{\epsilon\epsilon_0}, \text{ sedangkan besarnya konsentrasi muatan a-}$$

kan ditentukan oleh perkalian antara muatan positif dan ne-  
gatif terhadap konsentrasi aseptor atau donor, maka :

$$\frac{d\mathcal{E}}{dx} = \frac{-q \cdot N_A}{\epsilon\epsilon_0} \quad \text{atau} \quad \frac{d\mathcal{E}}{dx} = \frac{+q \cdot N_D}{\epsilon\epsilon_0} \dots\dots\dots(v)$$

Persamaan (v) yang terdiri dari dua persamaan, merupakan rumus dari persamaan Poisson untuk menentukan besarnya kapa-  
sitas dari elemen gambar yang terbentuk pada lapisan tar-  
get plumbicon.

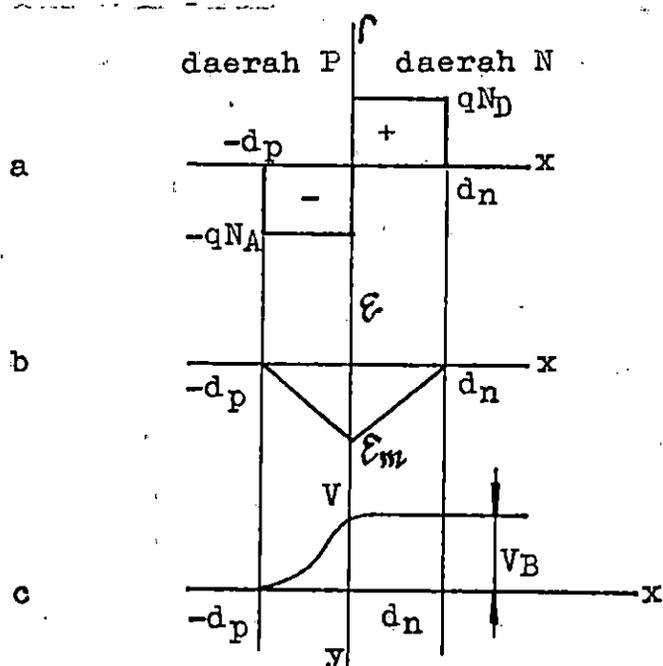
Distribusi muatan ruang, distribusi medan listrik dan distribusi tegangan elektrostatik yang terjadi, diperlihat-  
kan pada gambar 20 halaman 34. Besarnya distribusi medan listrik dalam daerah  $0 < x < d_n$  dan daerah  $-d_p < x < 0$  yang terjadi, dihitung dengan cara mengintegrasikan persamaan v; Untuk daerah  $0 < x < d_n$  adalah :

$$\mathcal{E} = \int d\mathcal{E} = \int \frac{q \cdot N_D}{\epsilon\epsilon_0} dx = \frac{q \cdot N_D}{\epsilon\epsilon_0} x + K_1$$

dan untuk daerah  $-d_p < x < 0$  adalah :

$$\mathcal{E} = \int d\mathcal{E} = \frac{-q \cdot N_A}{\epsilon\epsilon_0} dx = \frac{-q \cdot N_A}{\epsilon\epsilon_0} x + K_2$$

K1 dan K2 adalah konstanta hasil integral. Untuk  $x = 0$ , har



Gambar 20. Distribusi ketidakmurnian dari lapisan I terhadap :

- a. Distribusi muatan ru-  
an,
- b. Distribusi medan list-  
rik,
- c. Distribusi tegangan e-  
lektrostatik.

ga  $K_1 = K_2$  dan  $\mathcal{E} = 0$  pada  $x = dn$  dan  $x = -dp$ , maka harga untuk  $K_1$  dan  $K_2$  adalah :

$$K_1 = - \frac{q \cdot N_D \cdot dn}{\epsilon \epsilon_0} \quad \text{dan} \quad K_2 = - \frac{q \cdot N_A \cdot dp}{\epsilon \epsilon_0} \quad \dots\dots\dots (vi)$$

Dari harga  $K_1 = K_2$ , didapat  $N_A \cdot dn = N_D \cdot dp$ . Persamaan tersebut menunjukkan jumlah muatan positif sama dengan muatan negatif. Dengan mensubsitusikan harga  $K_1$  yang telah diperoleh terhadap persamaan (v) yang telah diintegral, diperoleh besarnya distribusi medan listrik dalam daerah tipe N sebagai berikut :

$$\mathcal{E} = \frac{q \cdot N_D}{\epsilon \epsilon_0} x + \left( - \frac{q \cdot N_D \cdot dn}{\epsilon \epsilon_0} \right)$$

$$\mathcal{E} = \frac{q \cdot N_D}{\epsilon \epsilon_0} x - \frac{q \cdot N_D \cdot dn}{\epsilon \epsilon_0}$$

$$\mathcal{E} = \frac{q \cdot N_D}{\epsilon \epsilon_0} (x - dn) \quad \dots\dots\dots (vii)$$

dan mensubsitusikan harga  $K_2$  yang telah diperoleh terhadap persamaan (v) yang telah diintegral, diperoleh besarnya distribusi medan listrik dalam daerah tipe P sebagai berikut :

$$\mathcal{E} = \frac{-q \cdot N_A}{\epsilon \epsilon_0} x + \left( - \frac{q \cdot N_A \cdot dp}{\epsilon \epsilon_0} \right)$$

$$\mathcal{E} = - \frac{q \cdot N_A}{\epsilon \epsilon_0} x - \frac{q \cdot N_A \cdot dp}{\epsilon \epsilon_0}$$

$$\mathcal{E} = - \frac{q \cdot N_A}{\epsilon \epsilon_0} (x + dp) \dots \dots \dots (viii)$$

kedua persamaan (vii) dan (viii) adalah merupakan persamaan garis lurus dengan gradien  $\frac{q \cdot N_A}{\epsilon \epsilon_0}$  dan  $-\frac{q \cdot N_D}{\epsilon \epsilon_0}$ . Persamaan garis lurus pada persamaan (vii) akan memotong sumbu x pada  $x = dn$  dan memotong sumbu y pada titik  $-\frac{q \cdot N_D \cdot dn}{\epsilon \epsilon_0}$ . Sedangkan persamaan garis lurus pada persamaan (viii) akan memotong sumbu x pada  $x = -dp$  dan memotong sumbu y pada titik  $-\frac{q \cdot N_A \cdot dp}{\epsilon \epsilon_0}$  serta kedua persamaan tersebut mempunyai titik potong yang sama dan diberi dengan simbol  $\mathcal{E}_m$ , seperti di perlihatkan pada gambar 20b.

Besarnya tegangan elektrostatis pada kedua daerah tipe P dan N, diperoleh dengan cara mengintegral persamaan (vii) dan (viii). Untuk daerah  $0 < x < dn$ , maka besarnya tegangan elektrostatis dapat diperoleh dengan mengintegralkan persamaan (vii) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V &= - \int \mathcal{E} dx = - \int \frac{q \cdot N_D}{\epsilon \epsilon_0} (x - dn) dx \\ &= - \frac{q \cdot N_D}{\epsilon \epsilon_0} \left( \frac{x^2}{2} - dn \cdot x \right) + K3 \end{aligned}$$

Dan untuk daerah  $-dp < x < 0$ , maka tegangan elektrostatis dapat diperoleh dengan mengintegral persamaan (viii) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V &= - \int \mathcal{E} dx = - \int - \frac{q \cdot N_A}{\epsilon \epsilon_0} (x + dp) dx \\ &= + \frac{q \cdot N_A}{\epsilon \epsilon_0} \left( \frac{x^2}{2} + dp \cdot x \right) + K4 \end{aligned}$$

Harga tegangan elektrostatik ( $V$ ) dari kedua persamaan vii dan viii yang telah diintegral mempunyai harga yang sama pada  $x = 0$ , maka konstanta hasil integral  $K3 = K4$ . Dengan mengambil daerah  $-dp < x < 0$  sebagai daerah referensi untuk  $x = -dp$  dan  $V = 0$ , maka diperoleh konstanta hasil integral  $K4$  sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 V &= + \frac{q \cdot N_A}{\epsilon \epsilon_0} \left( \frac{x^2}{2} + dp \cdot x \right) + K4 \\
 0 &= + \frac{q \cdot N_A}{\epsilon \epsilon_0} \left( \frac{(-dp)^2}{2} + dp \cdot (-dp) \right) + K4 \\
 &= + \frac{q \cdot N_A}{\epsilon \epsilon_0} \left( \frac{dp^2}{2} - dp^2 \right) + K4 \\
 &= + \frac{q \cdot N_A}{\epsilon \epsilon_0} \left( - \frac{dp^2}{2} \right) + K4 \\
 &= - \frac{q \cdot N_A \cdot dp^2}{2 \epsilon \epsilon_0} + K4 \\
 K4 &= + \frac{q \cdot N_A \cdot dp^2}{2 \epsilon \epsilon_0}
 \end{aligned}$$

dan dengan menggantikan harga  $K3 = K4$  pada persamaan  $V$  dalam daerah  $0 < x < dn$ , diperoleh besarnya persamaan  $V$  sebagai berikut :

$$V = - \frac{q \cdot N_D}{\epsilon \epsilon_0} \left( \frac{x^2}{2} - dn \cdot x \right) + \frac{+q \cdot N_A \cdot dp^2}{2 \epsilon \epsilon_0} \dots \dots \dots (ix)$$

Pada  $x = dn$ , tegangan elektrostatik  $V$  pada persamaan (ix), dapat diatur sama dengan tegangan difusi ( $V_D$ ) yang terdapat pada persamaan (ii), maka besarnya tegangan difusi da-

lam keadaan tidak seimbang diperoleh dengan persamaan :

$$V = V_D = - \frac{q \cdot N_D}{\epsilon \epsilon_0} \left( \frac{x^2}{2} - dn \cdot x \right) + \frac{q \cdot N_A \cdot dp^2}{2 \epsilon \epsilon_0}$$

dengan mensubsitusikan harga  $x = dn$  pada persamaan di atas maka diperoleh persamaan  $V_D$  :

$$\begin{aligned} V_D &= - \frac{q \cdot N_D}{\epsilon \epsilon_0} \left( \frac{dn^2}{2} - dn \cdot dn \right) + \frac{q \cdot N_A \cdot dp^2}{2 \epsilon \epsilon_0} \\ &= + \frac{q \cdot N_D \cdot dn^2}{2 \epsilon \epsilon_0} + \frac{q \cdot N_A \cdot dp^2}{2 \epsilon \epsilon_0} \dots \dots \dots (x) \end{aligned}$$

Pada saat muatan negatif sama dengan muatan positif diperoleh  $N_A \cdot dp = N_D \cdot dn$ . Dengan mensubsitusikan harga ini kedalam persamaan (x), maka diperoleh jarak antara dua plat yang sejajar pada lapisan defleksi ( $d = dn + dp$ ) dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_D &= \frac{q \cdot N_D \cdot dn \cdot dn}{2 \epsilon \epsilon_0} + \frac{q \cdot N_D \cdot dp \cdot dp}{2 \epsilon \epsilon_0} \\ &= \frac{q \cdot N_D \cdot dn (dn + dp)}{2 \epsilon \epsilon_0} \end{aligned}$$

$$dn + dp = \frac{2 \cdot V_D \cdot \epsilon \epsilon_0}{q \cdot N_D \cdot dn}$$

Besarnya jarak  $dn$  terhadap  $x = 0$ , dapat diperoleh dengan mensubsitusikan persamaan  $dp = \frac{N_D \cdot dn}{N_A}$  kedalam persamaan  $dn + dp$ , maka diperoleh besarnya jarak  $dn$  dengan persamaan sebagai berikut :

$$dn + \frac{N_D \cdot dn}{N_A} = \frac{2 \cdot V_D \cdot \epsilon \epsilon_0}{q \cdot N_D \cdot dn}$$

$$dn^2 \left(1 + \frac{N_D}{N_A}\right) = \frac{2 \cdot V_D \cdot \epsilon \epsilon_0}{q \cdot N_D}$$

$$dn^2 = \frac{2 \cdot V_D \cdot \epsilon \epsilon_0}{q \cdot N_D \left(1 + \frac{N_D}{N_A}\right)} = \frac{2 \cdot V_D \cdot \epsilon \epsilon_0}{q \cdot N_D^2 \left(\frac{1}{N_D} + \frac{1}{N_A}\right)}$$

$$dn = \frac{1}{N_D} \sqrt{\frac{2 \cdot V_D \cdot \epsilon \epsilon_0}{q \cdot \left(\frac{1}{N_D} + \frac{1}{N_A}\right)}} \dots \dots \dots (xi)$$

Dengan cara yang sama, diperoleh harga dp :

$$dp = \frac{1}{N_A} \sqrt{\frac{2 \cdot V_D \cdot \epsilon \epsilon_0}{q \cdot \left(\frac{1}{N_A} + \frac{1}{N_D}\right)}} \dots \dots \dots (xii)$$

Dari persamaan (xi) dan (xii), diperoleh besarnya nilai d(dn + dp) dengan persamaan :

$$d = dn + dp$$

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{N_D} \sqrt{\frac{2 \cdot V_D \cdot \epsilon \epsilon_0}{q \cdot \left(\frac{1}{N_D} + \frac{1}{N_A}\right)}} + \frac{1}{N_A} \sqrt{\frac{2 \cdot V_D \cdot \epsilon \epsilon_0}{q \cdot \left(\frac{1}{N_A} + \frac{1}{N_D}\right)}} \\ &= \left(\frac{1}{N_D} + \frac{1}{N_A}\right) \sqrt{\frac{2 \cdot V_D \cdot \epsilon \epsilon_0}{q \cdot \left(\frac{1}{N_D} + \frac{1}{N_A}\right)}} \dots \dots \dots (xiii) \end{aligned}$$

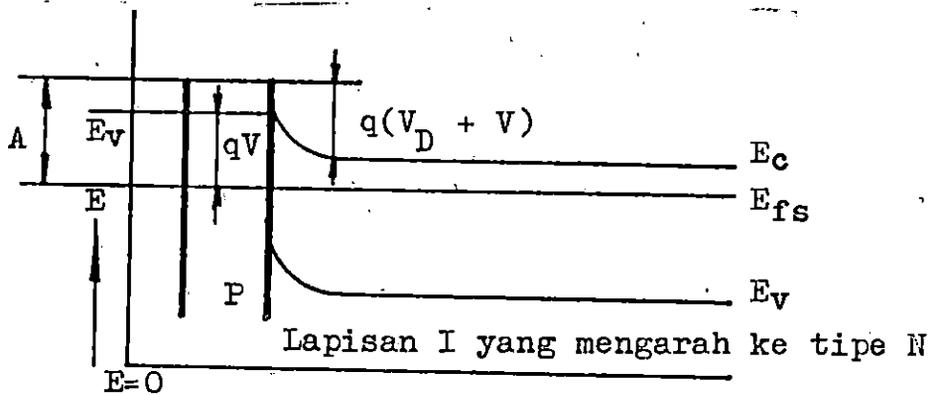
Pada saat terjadi difusi, nilai  $N_A \gg N_D$ , sehingga harga  $\frac{1}{N_A}$  sangat kecil dan dapat diabaikan, maka persamaan d menjadi

$$d = \frac{1}{N_D} \sqrt{\frac{2 \cdot V_D \cdot \epsilon \epsilon_0}{\frac{q}{N_D}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot V_D \cdot \epsilon \epsilon_0}{q \cdot N_D}} \dots \dots \dots (xiv)$$

Besarnya kapasitas yang terbentuk (C) :  $C = \frac{\epsilon\epsilon_0}{d}$  dengan mengganti harga d dengan persamaan (xiv), maka diperoleh persamaan kapasitas (C) dari kapasitor elemen gambar yang terbentuk pada lapisan target plumbicon :

$$C = \sqrt{\frac{\epsilon\epsilon_0 \cdot q \cdot N_D}{2 \cdot V_D}} \dots\dots\dots (xv)$$

Pada saat kedua ujung-ujung semikonduktor dari lapisan target diberikan tegangan mundur (rivers), maka perbedaan elektron terhadap hole dalam lapisan target akan turun sebanding dengan tegangan yang diberikan. Sehingga tegangan dalam lapisan target (semikonduktor) akan lebih rendah dengan harga  $q \cdot V$ . Sedangkan tegangan barrier akan meningkat dari  $q \cdot V_D$  menjadi  $q(V_D + V)$ . Hal ini diperlihatkan pada gambar 21.



Gambar 21. Energi Band PIN Diode pada saat diberikan tegangan ri vers (mundur).

Besarnya kapasitas pada persamaan (xv) berubah menjadi :

$$C = \sqrt{\frac{q \cdot N_D}{2 \cdot (V_D + V)}} \dots \dots \dots (xvi)$$

Apabila lapisan permukaan target disinari cahaya, maka daerah tipe N akan bersifat konduktor dan akan membangkitkan potensial energi band (potensial iluminasi) sebesar E dengan persamaan rumus :

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda_g} \dots \dots \dots (xvii)$$

dimana  $h$  = konstanta plank yang besarnya sama dengan bilangan  $4,135708 \cdot 10^{-15}$  eV.S

$c$  = kecepatan cahaya yang besarnya sama dengan bilangan  $2,9979250 \cdot 10^8$  m.S<sup>-1</sup>

$\lambda_g$  = panjang gelombang cut off dari warna cahaya.

Rumus potensial energi band pada persamaan (xvii) di peroleh dari rumus persamaan panjang gelombang cahaya ( $\lambda = c/f$ ), kemudian disubsitusikan kedalam persamaan rumus energi foton ( $E = h \cdot f$ ) yang terjadi pada lapisan target plumbicon yang dikenai cahaya.

Besarnya energi band yang dibangkitkan, akan menentukan jumlah muatan dari pengisian kapasitor elemen gambar dalam waktu beberapa saat, kemudian akan mengalirkan arus iluminasi sebesar  $i_f$ .

Perubahan arus  $i_f$  dari setiap iluminasi yang terjadi akan menimbulkan perbedaan potensial energi band sebesar  $\Delta E$ . Dari  $\Delta E$  yang ditimbulkan, akan menentukan besarnya

perbandingan sinyal video yang dibangkitkan oleh tabung kamera jenis plumbicon.

#### D. Respon Spektrum

Respon spektrum adalah kemampuan lapisan target untuk membedakan panjang gelombang dari setiap warna cahaya tertentu. Kemampuan ini akan menentukan kesensitifitas perbedaan potensial energi band yang dibangkitkan. Pada lapisan target plumbicon, kesensitifitas respon spektrum dipengaruhi oleh tiga faktor (Lee, op.cit, h.27). Ketiga faktor tersebut terdiri dari :

- Susunan kimia dari material kristal PbO,
- Ketebalan dari ketiga lapisan target yang dibentuk,
- Kemurnian dari material lapisan target tipe P dan I yang digunakan.

Pada material kristal PbO terdapat dua jenis modifikasi dari susunan kimia, yaitu modifikasi merah dan modifikasi kuning. Modifikasi merah dibentuk dari susunan kimia dengan model tetragonal dan modifikasi kuning dibentuk dari susunan kimia dengan model orthorhombic.

Modifikasi merah mempunyai temperatur warna yang akan stabil dibawah temperatur  $488^{\circ}\text{C}$ . Dan modifikasi ini mengalami cut off pada panjang gelombang 620 nm dengan menghasilkan potensial energi band sebesar 2,0 eV.

Pada modifikasi kuning dengan susunan kimia orthorhombic akan mencapai stabil pada temperatur warna diatas tem-

peratur  $488^{\circ}\text{C}$ . Dan modifikasi ini akan mengalami cut off pada panjang gelombang 450 nm dengan menghasilkan potensial energi band sebesar 2,7 eV. Sedangkan sifat lain modifikasi merah dan kuning adalah menyebarkan cahaya secara merata.

Kemampuan respon dari kedua modifikasi material PbO, hanya terbatas pada panjang gelombang antara 450 nm sampai 620 nm. Batas panjang gelombang tersebut belum dapat menghasilkan kesensitifitas yang memuaskan untuk nilai minimum dan maksimum dari interval panjang gelombang warna cahaya yang terdapat pada tabel I halaman 9. Dengan arti kata, bahwa respon spektrum target plumbicon terhadap warna cahaya violet dan merah kurang sensitif.

Berhubungan dengan persamaan rumus xvi dan xvii, kesensitifitas respon spektrum terhadap warna cahaya merah dengan batas panjang gelombang maksimum 780 nm dapat diperoleh dengan cara mempertebal lapisan target tipe I atau memperkecil potensial energi band (E). Jika lapisan target tipe I dipertebal, lebar band (d) akan semakin besar dan kapasitas akan semakin kecil. Potensial energi band E yang diperlukan untuk mengisi muatan kapasitor persamaan xvi semakin kecil. Karena potensial energi band E berbanding terbalik dengan panjang gelombang pada persamaan rumus xvii, menyebabkan  $\tau_g$  memenuhi batas maksimum panjang gelombang untuk warna cahaya merah.

Sedangkan untuk mendapatkan batas minimum dari interval panjang gelombang warna cahaya violet, dilakukan dengan cara membuat lapisan target tipe N semakin tipis. Hal yang sama juga berhubungan dengan rumus persamaan xvi dan xvii. Dengan cara ini, akan tercapailah batas minimum dari panjang gelombang untuk warna cahaya pada tabel I.

Dari proses untuk mendapatkan kesensitifitas respon spektrum yang telah dikemukakan, masih mempunyai beberapa kelemahan. Karena efek dari cara membuat lapisan target tipe I semakin tebal dan lapisan target tipe N semakin tipis akan menimbulkan distribusi potensial pada bagian lapisan target tipe I yang berdekatan dengan lapisan target tipe N. Sehingga sinyal video yang dihasilkan tidak mempunyai perbandingan yang sama pada setiap kenaikan potensial energi band ( $\Delta E$ ).

Dengan cara lain, memperkecil potensial energi band ( $E$ ) dapat dilakukan dengan mengganti sebagian atom-atom oksigen dengan atom-atom belerang (S). Metode ini tidak menimbulkan efek sampingan, tetapi dapat menambah toleransi perbedaan panjang gelombang cut off ( $\Delta \lambda_g$ ) sebesar 100 nm, dengan menghasilkan perbedaan potensial energi band ( $\Delta E$ ) 0,4 eV. Dari hasil proses tersebut, diperoleh batas minimum dan maksimum dari panjang gelombang warna cahaya antara 350 nm sampai 720 nm. Batas minimum dan maksimum dari

Berdasarkan kemampuan respon spektrum dari warna cahaya dengan panjang gelombang tertentu, target plumbicon mem

punyai kesensitifitas respon spektrum yang lebih baik jika dibandingkan dengan respon spektrum dari target tabung kamera televisi jenis yang lain.

#### E. Resolusi

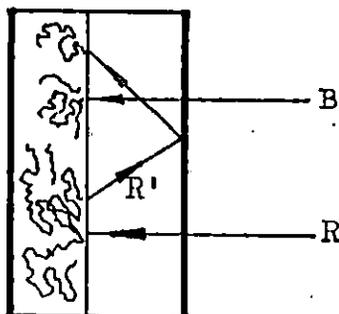
Yang dimaksudkan dengan resolusi pada kamera televisi adalah kemampuan tabung kamera televisi untuk memproduksi sinyal video yang sesuai dengan detail garis gambar yang dihasilkan oleh sistem optik.

Pada proses pembentukan lapisan target tabung kamera jenis plumbicon, kemampuan resolusi dipengaruhi oleh :

- Faktor kadar kemurnian dari material kristal PbO untuk lapisan target tipe I dan tipe P,
- Faktor ketebalan dari lapisan target plumbicon tipe I dan tipe P yang dibentuk.

Dalam proses untuk mendapatkan kesensitifitas respon spektrum melalui pembentukan lapisan target, menyebabkan resolusi menjadi kurang baik. Karena sejumlah muatan dari PbO yang terjadi di dalam lapisan target tipe I dan tipe P akan mengalir dengan arah yang paralel terhadap lapisan permukaan target. Faktor ini akan mengakibatkan kemampuan lapisan target untuk menyebarkan warna cahaya biru lebih kecil daripada warna cahaya merah. Dimana penyebaran cahaya warna merah akan memenuhi keseluruhan permukaan dari lapisan target. Sehingga sinyal video yang dibangkitkan oleh tabung kamera televisi jenis plumbicon tidak memberikan ba-

tas yang tegas pada saat terjadi perpindahan dari keadaan terang menuju gelap pada suatu detail garis gambar yang dihasilkan oleh sistem optik (Lee, op.cit, h. 28). Dengan arti kata bahwa sinyal video yang dibangkitkan tidak sesuai dengan detail garis gambar optik. Pada gambar 22 diperlihatkan pengaruh cahaya yang menyebar dalam lapisan permukaan target plumbicon.



Gambar 22. Pengaruh Penyebaran warna cahaya merah yang lebih besar dari penyebaran warna cahaya biru

Gejala resolusi yang kurang baik pada gambar 22, dapat diatasi dengan cara membuat lapisan target tipe I dan tipe P yang semakin murni dan setipis mungkin. Sehingga aliran muatan PbO yang mengalir di dalam lapisan target tipe I dan tipe P menjadi kecil dan dapat diabaikan.

Dari proses untuk mendapatkan resolusi yang baik melalui pembentukan lapisan target, akan menimbulkan efek yang berhubungan dengan respon spektrum. Karena pada lapisan tar

get tipe I yang berdekatan dengan lapisan target tipe P akan terjadi distribusi potensial muatan dari PbO.

Pada lapisan target tipe I, distribusi yang terjadi, akan menyebabkan aliran muatan elektron dan hole dari PbO akan menyebar. Seandainya yang menyebar adalah aliran muatan elektron dari PbO, maka ketidakmurnian donor yang ditimbulkan dapat didistribusikan. Dan hal ini tidak menimbulkan efek terhadap sinyal video yang dibangkitkan. Tetapi apabila aliran muatan hole dari PbO yang menyebar, akan menyebabkan timbulnya distribusi potensial muatan PbO dari ketidakmurnian aseptor. Sehingga besarnya sinyal video dari hasil produksi lapisan target tidak mempunyai perbandingan yang sama dengan  $\Delta E$  yang ditimbulkan dari iluminasi. Dengan demikian mengakibatkan kesensitifitas respon spektrum dari lapisan target terhadap warna cahaya, menjadi kurang sensitif. Oleh sebab itu, untuk menentukan kadar kemurnian dan tebalnya lapisan target tipe I tidak dapat dibuat secara bebas.

Sedangkan distribusi potensial yang ditimbulkan pada lapisan target tipe P, menyebabkan timbulnya arus dark current (arus yang ditimbulkan tanpa adanya iluminasi) semakin besar. Disamping itu, mengurangi tebalnya lapisan target tipe I dan tipe P merupakan faktor pengurangan umur dari suatu tabung kamera televisi jenis plumbicon.

Dari beberapa masalah yang terjadi pada tabung kamera televisi jenis plumbicon, untuk mendapatkan kesensitifitas

respon spektrum dan resolusi. Maka akan menimbulkan sebab dan akibat yang saling memberi keuntungan dan kerugian antara salah satu masalah dengan masalah yang lain. Untuk itu, lapisan target plumbicon dibuat dalam suatu standar yang berdasarkan pada situasi proses sebelumnya. Dimana untuk tebalnya seluruh lapisan target plumbicon dibuat antara 10 sampai 20 mikrometer dan lapisan target tipe P dan N dibuat lebih tipis daripada lapisan target tipe I. Sedangkan lapisan target tipe P dibuat dari material PbO campuran dengan kadar kemurnian tertentu.

#### F. Karakteristik Mentransfer

Yang dimaksudkan dengan karakteristik mentransfer dari suatu tabung kamera televisi adalah besarnya perbandingan ( $\gamma$ ) antara arus sinyal video yang dibangkitkan terhadap arus iluminasi yang terjadi.

Pada target tabung kamera plumbicon, besarnya nilai yang diperoleh mendekati 0,95. Harga ini akan konstan dalam interval antara  $5 \cdot 10^{-6}$  sampai  $10^{-3}$  lumen. Dan dapat berubah pada suatu saat yang disebabkan oleh dua faktor :

- besarnya arus dark current yang ditimbulkan dari lapisan target,
- Kemampuan sinar scanning yang dihasilkan oleh peralatan tabung kamera televisi untuk menghasilkan  $\Delta E$  yang sebanding dengan besarnya sinyal video yang dibangkitkan.

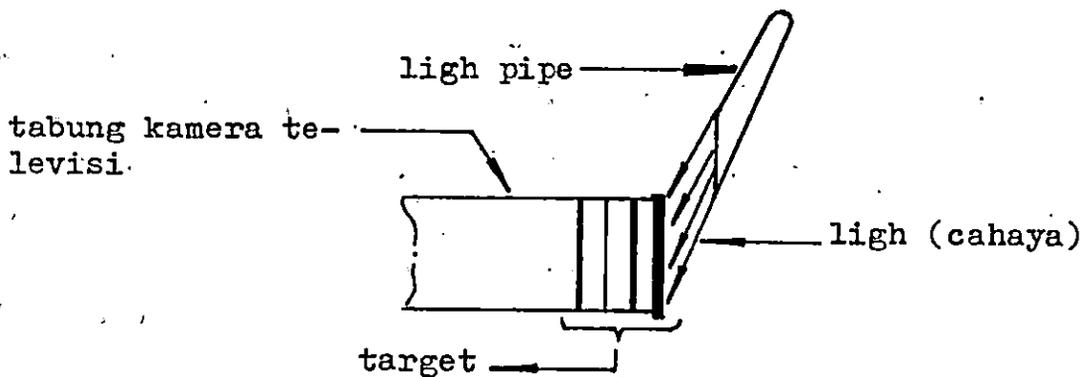
Dalam proses pembentukan lapisan target plumbicon untuk mendapatkan kesensitifitas respon spektrum dan resolusi. Maka ketiga lapisan target yang dibentuk dipengaruhi oleh kadar kemurnian dari material yang digunakan dan tebalnya lapisan target yang dibuat. Dari proses tersebut menimbulkan perbedaan muatan antara hole dan elektron dalam lapisan target yang dibentuk.

Perbedaan muatan yang ditimbulkan, menyebabkan timbulnya arus inverse. Arus ini merupakan arus dark current yang akan mengalir dalam lapisan target dari tipe P menuju tipe I dan dari tipe I menuju tipe N. Jika arus dark current mengalir terlalu besar, mengakibatkan perbedaan potensial energi band ( $\Delta E$ ) dari iluminasi yang terjadi akan bertambah besar. Dan nilai  $\gamma$  yang terjadi akan berubah, sehingga besarnya sinyal video yang dibangkitkan tidak mempunyai perbandingan yang sama dengan besarnya  $\Delta E$  yang terjadi.

Jika arus dark current ditiadakan, juga tidak sepenuhnya memberi keuntungan. Karena arus ini berfungsi untuk menetralkan muatan negatif yang ditimbulkan dari kelebihan arus scanning yang terbentuk pada bagian belakang target tipe P. Pada layar televisi penerima, kelebihan muatan negatif tersebut dapat menimbulkan bercak gambar yang lebih gelap dari subjek utama.

Pada tabung kamera televisi jenis plumbicon, arus dark current yang diizinkan adalah 500 kali lebih kecil dari arus sinyal video yang dibangkitkan. Untuk itu, diperlukan

suatu alat pengaturan. Coleman (1968), mengemukakan suatu alat pengaturan yang terbuat dari pipa cahaya (ligh pipe). Dalam penerapan, alat ini ditambahkan pada bagian luar dari peralatan tabung kamera televisi, seperti diperlihatkan pada gambar 23.



Gambar 23. Peralatan Pipa Cahaya pada tabung kamera televisi jenis plumbicon

Untuk memenuhi besarnya arus dark current yang diizinkan, dilakukan dengan cara mengatur terang gelapnya intensitas cahaya dari lampu pipa cahaya yang menyinari seluruh permukaan tabung kamera televisi.

Dari segi lain, harga gamma yang konstan dapat berubah nilainya apabila terjadi iluminasi yang cukup kuat dari cahaya refleksi. Hal ini menyebabkan iluminasi yang terjadi akan melampaui batas maksimum dari interval iluminasi untuk harga gamma yang konstan. Sehingga besarnya  $\Delta E$  yang terjadi akan bertambah besar dan menyebabkan beberapa muatan positif yang tertinggal pada permukaan foto konduktif

tidak dapat dinetralkan oleh sinar scanning yang terjadi.

Kelebihan muatan positif dari hasil penetralan, menyebabkan timbulnya gambar yang lebih luas dari subjek utama. Jika gambar yang ditimbulkan bergerak, maka akan diikuti oleh bayangan gambar secara berturut-turut. Kejadian ini disebut dengan istilah "Comet Tail". Efek dari comet tail menyebabkan gambar akan menjadi kabur.

Untuk mengatasi comet tail, dilakukan dengan cara menetralkan muatan positif yang tertinggal pada permukaan lapisan target dengan memberikan beberapa sinar scanning tambahan. Sinar ini dapat dihasilkan dengan cara membuat suatu peralatan anti comet tail (ACT). Pada prinsipnya, peralatan tersebut merupakan pengembangan dari sistem elektron gun yang telah ada.

Dalam pengoperasiannya, sinar scanning dari ACT tidak difokuskan seperti halnya pada sinar scanning yang dihasilkan oleh elektron gun. Melainkan dibebaskan keseluruhan permukaan target selama waktu periode horizontal retrace.

Salah satu contoh dari tabung kamera televisi jenis plumbicon yang telah diperlengkapi dengan peralatan pipa cahaya dan anti comet tail adalah tabung kamera jenis plumbicon dengan nomor seri XQ 1080.

## V. PEMBANGKITAN SINYAL VIDEO PADA HEAD CAMERA

Proses pembangkitan sinyal video pada peralatan head camera televisi, memerlukan tegangan kerja, scanning dan defleksi serta peralatan bantu berupa video preamplifier.

### A. Prinsip Kerja Tabung Kamera

Untuk beroperasinya tabung kamera televisi pada peralatan head camera, diperlukan adanya arus yang mengalir dari catu daya dengan tegangan kerja yang maksimal dan sesuai untuk setiap pin-pin yang terdapat pada soket tabung.

Pada tabung kamera televisi jenis plumbicon, besarnya tegangan kerja untuk setiap pin-pin yang terdapat pada soket tabung dengan nomor seri XQ 1080 dan ukuran 2 3', seperti diperlihatkan pada gambar 12c adalah sebagai berikut :

- Tegangan kathoda = 0 V
- Tegangan grid nomor satu = - 50 V
- Tegangan grid nomor dua dan tiga = 300 V
- Tegangan grid nomor empat = 500 V

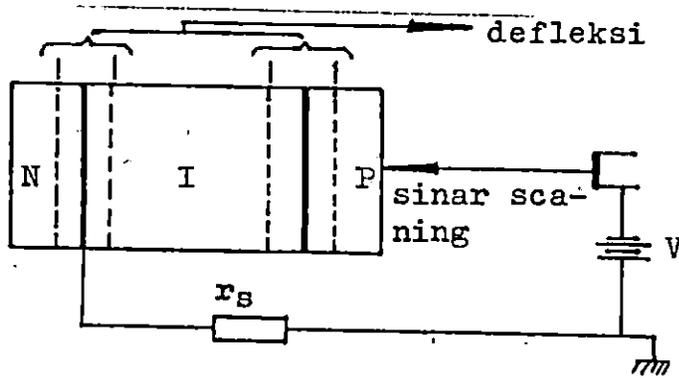
Setelah terjadi pemanasan kathoda oleh heater, elektron gun akan memancarkan elektron yang terdiri dari termionic kathoda dengan percepatan yang masih lemah. Elektron ini akan dikontrol oleh grid nomor satu dan dipercepat kecepatannya oleh grid nomor dua.

Dengan adanya magnet uniform yang dibangkitkan dari eksternal coil (fokus coil) yang bekerja sama dengan magnet elektrostatis yang dibangkitkan oleh grid nomor tiga, elektron yang sampai pada permukaan target akan difokuskan

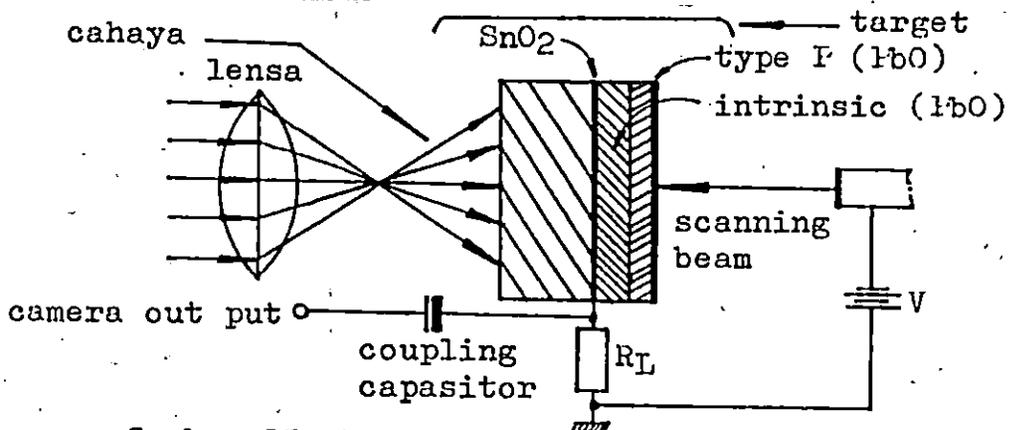
Setiap elektron yang fokus akan memerlukan arah lintasan yang tegak lurus dengan permukaan lapisan target. Maka grid nomor empat berfungsi untuk membuat sinar elektron supaya tegak lurus pada saat mengenai lapisan target.

Pada bahagian luar tabung kamera televisi, diperlengkapi dengan kumparan defleksi. Kumparan ini berfungsi sebagai pembangkit medan magnet elektromagnetik. Apabila berkas elektron yang telah difokuskan berada dalam medan magnet tersebut, maka arah lintasannya dapat diatur untuk membentuk sinar scanning.

Pada saat terjadi penelusuran gambar optik oleh sinar scanning, elektrode akan mendapat catu tegangan. Daerah di antara lapisan target tipe P dan I serta lapisan target tipe I dan N akan membentuk dua plat sejajar (daerah defleksi). Daerah ini dianggap sebagai kapasitor, seperti diperlihatkan pada gambar 24. Sedangkan gambar 25 diperlihatkan saat lapisan target tipe N disinari oleh cahaya gambar optik.



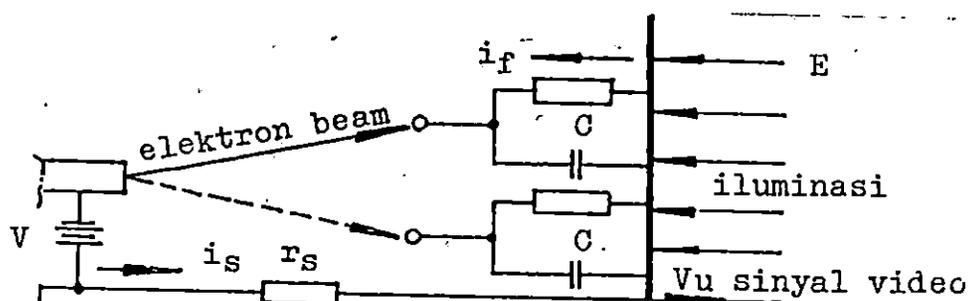
Gambar 24. Daerah Defleksi dari Lapisan Target saat Elektrode mendapat catu tegangan dari sinar scanning.



Gambar 25. Lapisan Target Tipe N dikenai Cahaya

Lapisan target tipe N yang disinari cahaya gambar optik akan bersifat sebagai konduktor dan membangkitkan potensial iluminasi sebesar  $E$ . Potensial ini, akan mengalirkan arus iluminasi sebesar  $i_f$  yang nilainya sebanding dengan besarnya arus pengisian kapasitor  $C$  yang terbentuk dari dua plat sejajar.

Banyaknya kapasitor yang terisi mempunyai perbandingan yang sama dengan elemen gambar optik yang terbentuk dari hasil penyinaran pada lapisan target. Rangkaian ekuivalen pengisian kapasitor pada saat lapisan target tipe N disinari cahaya dan lapisan target tipe P ditelusuri oleh sinar scanning, diperlihatkan pada gambar 26.



Gambar 26. Rangkaian Ekuivalen dari Tabung Kamera Plumbicon.

Pada saat sinar scanning mengenai gambar optik, akan terjadi penetralan elektron yang dipancarkan dari elektron gun. Potensial pada permukaan target yang berhadapan dengan elektron gun akan turun sampai nol.

Selama waktu periode dari sisa frame, yaitu waktu yang

diperlukan sebelum sinar elektron kembali menelusuri gambar yang sama, kapasitor C mengalami pengosongan. Tegangan dipermukaan target yang berhadapan dengan elektron gun akan kembali naik yang nilainya sebanding dengan intensitas iluminasi ( $E$ ). Pada saat sinar scanning kembali menelusuri gambar yang sama, arus  $i_s$  yang nilainya sebanding dengan arus iluminasi akan mengalir untuk mengisi kapasitor elemen gambar. Arus  $i_s$  yang mengalir pada resistor  $r_s$  akan membangkitkan perubahan perbedaan potensial. Potensial  $V_u$  pada gambar 26 akan turut berubah. Besarnya perubahan dari potensial  $V_u$  merupakan out put dari sinyal video.

## B. Scanning dan Defleksi

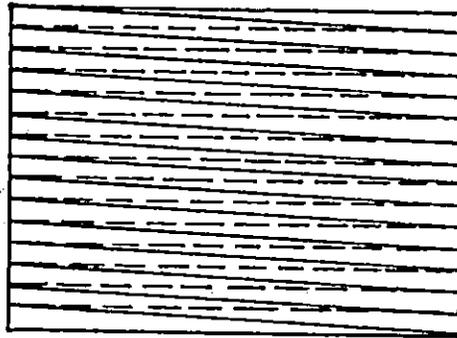
Scanning adalah proses penelusuran dari elektron beam menurut tata urutan gambar optik yang dimulai dari sudut kiri atas dan diarahkan menuju kekanan yang meliputi seluruh elemen gambar dalam satu garis horizontal. Saat penelusuran elektron beam sampai pada tepi kanan layar target, elektron beam tersebut akan dikembalikan dalam waktu lebih cepat ke ujung kiri tepat dibawah titik semula. Dan dalam keadaan ini elemen gambar di sweep, sehingga tidak ada informasi gambar yang dihasilkan.

Langkah penelusuran dari kiri ke kanan disebut dengan trace dan dari kanan ke kiri disebut dengan retrace. Waktu yang diperlukan untuk retrace lebih cepat kira-kira 16% dari waktu yang diperlukan pada keadaan trace. Waktu retrace

disebut dengan waktu peredupan (blanking).

Setelah penelusuran sampai pada bagian ujung bawah dari lapisan target, elektron beam akan dikembalikan ke bagian ujung atas dari target. Proses ini disebut dengan scanning vertikal. Kemudian sinar scanning akan kembali untuk melakukan penelusuran untuk garis horizontal pada gambar berikutnya.

Proses scanning yang telah dikemukakan disebut dengan proses scanning mendatar linear, seperti diperlihatkan pada gambar 27 untuk satu rangka gambar lengkap.



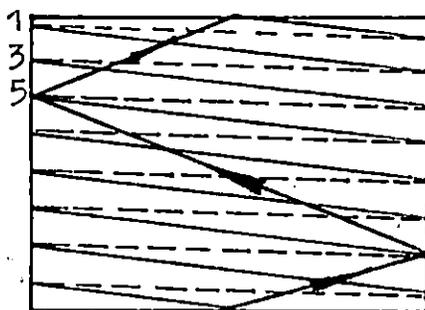
Gambar 27. Proses Scanning Mendatar Linear untuk satu rangka gambar lengkap

Pada gambar 27, garis yang utuh adalah trace dan garis yang putus-putus adalah retrace. Pada sistem PAL, jumlah garis dalam satu rangka gambar lengkap adalah 625 garis.

Sistem scanning mendatar linear mempunyai beberapa kelemahan, terutama timbulnya kedipan (flicker) gambar pada

layar televisi penerima.

Sistem scanning berjalin (interlace scanning) merupakan perbaikan dari sistem scanning mendatar linear. Dalam proses sistem scanning berjalin, setiap satu rangka gambar (frame) akan dibagi menjadi field genap dan field ganjil. Setiap garis horizontal dari setiap field akan ditelusuri oleh sinar scanning secara bergantian dan bersisipan. Proses dari sistem scanning berjalin untuk penelusuran field genap dan ganjil serta penelusuran untuk satu rangka gambar lengkap diperlihatkan pada gambar 28





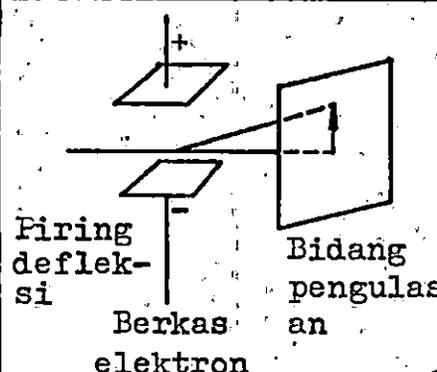
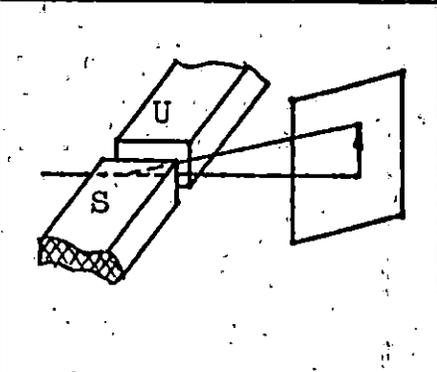
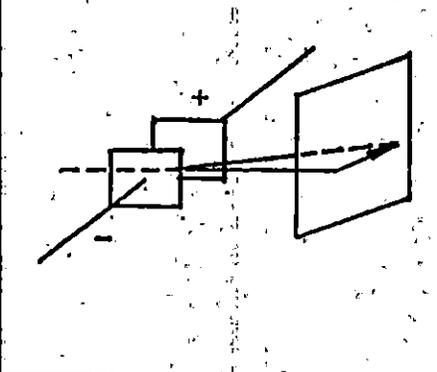
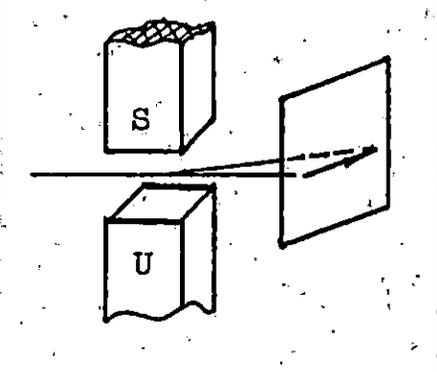
Gambar 28c. Proses Scanning Berjalin untuk satu rangka gambar lengkap

Jumlah garis scanning dari hasil penelusuran untuk masing-masing field adalah berjumlah 312,5 garis. Jumlah ini adalah setengah dari jumlah garis yang terdapat untuk satu rangka gambar lengkap.

Menurut sistem PAL, besarnya frekuensi vertikal untuk satu field dalam satu rangka gambar adalah 50 Hz. Maka jumlah garis yang ditelusuri oleh sinar scanning dalam waktu satu detik untuk satu field adalah  $= 312,5 \times 50 = 15625$ . Sedangkan waktu yang diperlukan untuk menelusuri satu garis horizontal adalah  $1/15625 = 64 \mu\text{s}$ .

Agar elektron beam dapat menelusuri seluruh field dalam satu rangka gambar optik, tabung kamera televisi dilengkapi dengan kumparan defleksi (deflection coil) vertikal dan horizontal. Peralatan ini terletak pada bagian luar dari suatu tabung kamera televisi. Dalam proses penelu-

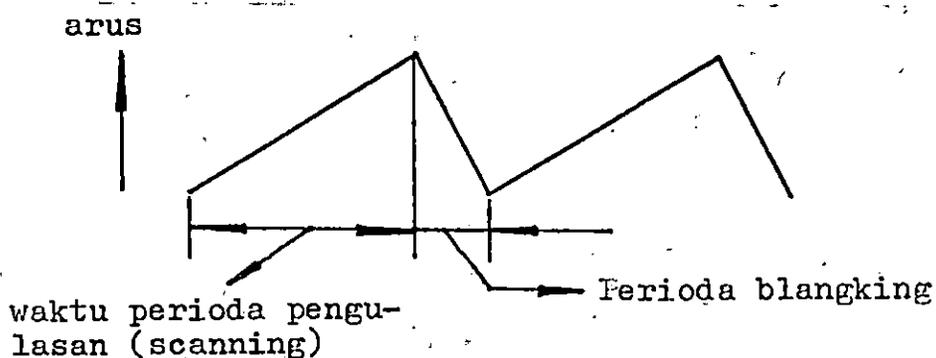
suran gambar optik oleh sinar scanning, kumparan defleksi mempunyai fungsi sebagai pembangkit medan elektromagnetik untuk menggerakkan elektron beam ke arah vertikal dan ke arah horizontal secara teratur dan sesuai dengan kebutuhan. Secara rinci, proses terjadinya pergerakan elektron beam dalam medan kumparan defleksi, diperlihatkan pada gambar 29. (Rio dan Sawamura, op.cit, h. 23)

	Defleksi Elektrostatis	Defleksi Elektromagnetik
Defleksi V	 <p>Piring defleksi Bidang pengulasan Berkas elektron</p>	
Defleksi H		

Gambar 29. Konstruksi Dasar Terjadinya Defleksi

Jika sebatang kawat dialiri oleh suatu besaran arus listrik, pada sekitar kawat terjadi perpotongan garis gaya magnet yang akan membangkitkan medan elektromagnetik. Prinsip yang sama juga berlaku pada kumparan defleksi.

Apabila seberkas elektron beam yang dipancarkan dari elektron gun berada dalam medan elektromagnetik, maka arah lintasannya akan bergerak menuju horizontal dan vertikal secara teratur menurut tata urutan proses scanning. Pergerakan lintasan elektron ini, disebabkan oleh kekuatan medan elektromagnetik yang dibangkitkan pada kumparan defleksi dengan mengalirkan sejumlah arus listrik dalam bentuk gelombang segi tiga secara kontinu, seperti diperlihatkan pada gambar 30.



Gambar 30. Bentuk Arus yang mengalir  
kumparan defleksi

### C. Video Preamplifier

Besarnya sinyal video yang dihasilkan dari masing-masing tabung kamera televisi jenis plumbicon adalah sebagai berikut :

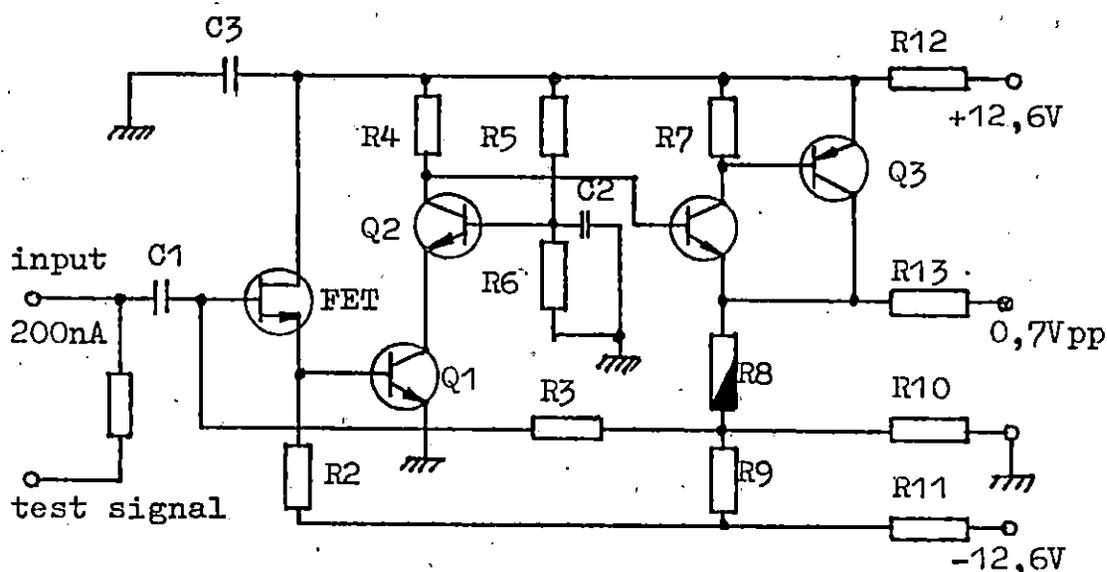
- Sinyal video warna merah 0,22 uA
- Sinyal video warna hijau 0,30 uA
- Sinyal video warna biru 0,20 uA

Besaran ini dipandang belum mampu untuk memenuhi kebutuhan pada tingkat berikutnya. Oleh sebab itu, diperlukan video preamplifier untuk menguatkan sinyal video tersebut.

Untuk menghasilkan penguatan yang linear dengan distorsi yang minimum, video preamplifier selalu dirancang dalam bentuk penguat kelas A. Disamping diperlukan beberapa persyaratan yang harus dipenuhi, seperti :

- mempunyai impedansi input yang tinggi, supaya dapat menyerap dari sebagian besar sinyal video yang dihasilkan,
- mampu menghasilkan suatu penguatan yang cukup dengan respon frekuensi yang cukup lebar,
- mempunyai impedansi output yang rendah, supaya dapat memenuhi impedansi input untuk tingkat berikutnya.

Gambar 31 diperlihatkan sebuah contoh rangkaian video preamplifier dari kamera televisi dengan tipe KCK 40A.



Gambar 31. Rangkaian Video Preamplifier  
dari Kamera Tipe KCK 40A

Pada gambar 31, persyaratan penguat dengan impedansi input yang tinggi dicapai dengan menggunakan komponen FET sebagai komponen utama dalam rangkaian penguat depan. Sebagian besar sinyal video dari output tabung kamera akan mengalir menuju input rangkaian penguat depan dengan menghasilkan suatu nilai tegangan yang memenuhi kebutuhan rangkaian. Hasil penguatan dari komponen FET pada penguat depan akan diperkuat pada transistor Q1 dan Q2. Melalui kaki kolektor transistor Q2, hasil penguatan digunakan sebagai input penguat transistor Q3 dan Q4 yang dirangkai dalam bentuk pasangan darlington. Dalam rangkaian ini, akan diperoleh hasil faktor penguatan arus yang nilainya sama dengan hasil perkalian dari penguatan arus yang terjadi pada

masing-masing transistor.

Kestabilan penguat dari rangkaian video preamplifier dalam kondisi yang konstan pada standar tegangan  $0,7 V_{p-p}$ , dicapai dengan mengalirkan sebahagian sinyal video dari hasil penguatan pasangan darlington menuju input rangkaian penguat depan.

Pada kaki basis penguat transistor Q2 dipasang komponen kompensasi dalam bentuk rangkaian R6 paralel C2. Komponen ini berfungsi untuk mengkompensasi setiap perubahan frekuensi pada penguat Q1 yang dapat mengganggu frekuensi respon dari hasil penguatan sinyal video. Dalam proses kerja rangkaian, sistem kompensasi akan menghasilkan besaran nilai impedansi input basis yang bertolak belakang terhadap setiap perubahan nilai frekuensi. Jika terjadi perubahan frekuensi yang menyebabkan nilainya akan menjadi rendah maka nilai impedansi input basis akan tetap tinggi. Dan begitu sebaliknya. Faktor ini akan menambah penguatan pada bagian atas dari karakteristik respon frekuensi.

## DAFTAR KEPUSTAKAAN

Caleman, Hawoerd W. 1968. Colour Television. London: Newness Butterworths.

Harold E, Ennes. 1971. Television Broadcasting Camera Chains. USA: Howard W. Sams & Co. INC.

Lee, D. J. 1973. Plumbicon Tube Revolutionized Television Camera Design. Canada: Electronic Engineering.

Levitt, R. S. 1970. Performance and Capabilities of New Plumbicon TV Camera Pickup Tube. J. Soc. Motion Picture Televis. Engrs.

Maini, Anil. 1981. Basic Television Transmission and Reception. New Delhi: CBS Publisher & Distributors 485, Jain Bhawan Bholanth Nagar, Shahdara Delhi 110032 (India).

Rio dan Iida. 1982. Fisika dan Teknologi Semikonduktor. Jakarta: P. T. Pradnya Paramita.

Rio dan Sawamura 1981. Teknik Reparasi Televisi Berwarna. Jakarta: P. T. Dainippon Citakarya Printing.

Sims, H. V. 1975. Principle of PAL Colour Television. London: Newness Butterworths.

Wahid, Wardi. 1978. Televisi Berwarna Suatu Pengantar. Jakarta: Pusdiklat Direktorat TVRI.

Wiono, Kiki. 1981. Pembangkitan Sinyal dan Reproduksi Gambar Televisi Berwarna (Thesis). Jakarta: Universitas Indonesia.