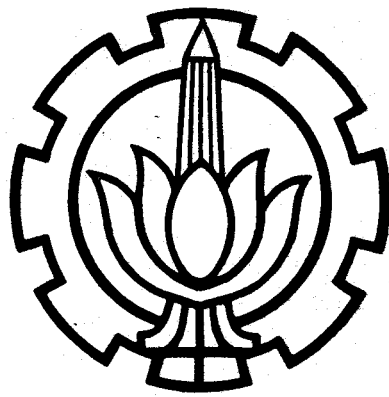


3437 / ITB / H / 91 ✓

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN PENYANDI SINYAL TELEVISI

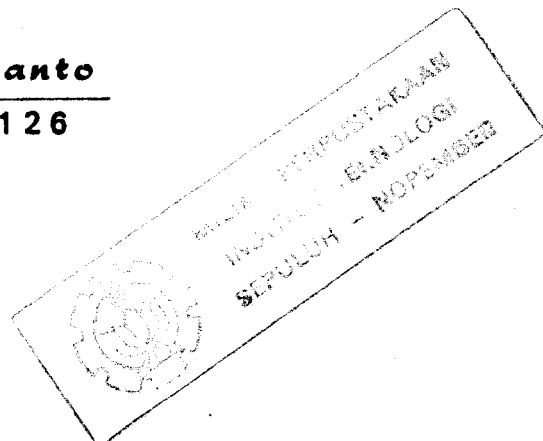


Oleh :

Yusianto Sutanto

NRP. 2842200126

PSE
621.388
Sut
P-1
1990



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN PENYANDI SINYAL TELEVISI

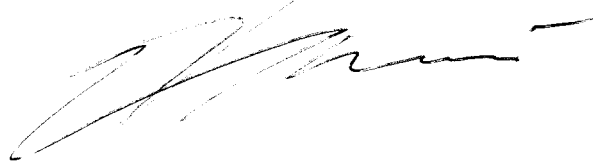
TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Elektro

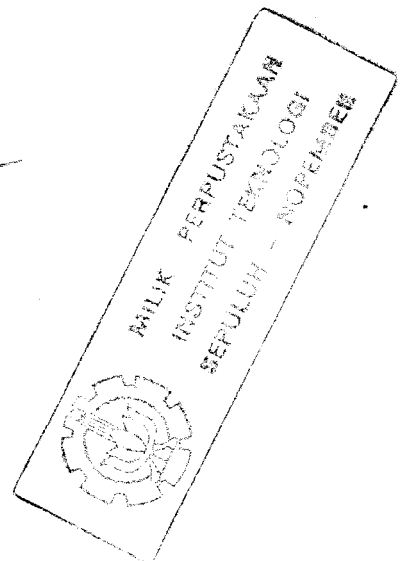
Pada

Bidang Studi Teknik Telekomunikasi
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing

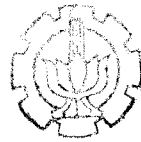


Ir. HANG SUHARTO, M.Sc.



S U R A B A Y A

PEBRUARI, 1990



A B S T R A K

Teknik telekomunikasi semakin berkembang dengan cepat dan sejalan dengan itu pada masa yang akan datang nilai informasi akan semakin mahal dan diperlukan. Untuk melindungi nilai informasi itu diperlukan teknik penyandian yang dapat menjamin keamanannya. Teknik penyandian juga bertujuan untuk mendeteksi adanya kesalahan yang disebabkan karakteristik saluran atau gangguan lainnya. Selain itu teknik penyandian juga dapat memperbaiki keutuhan data yang diterima agar sesuai dengan data yang dikirimkan.

Teknik penyandian sinyal televisi sudah banyak dikembangkan di luar negeri. Indonesia mulai merintis stasiun televisi swasta pertama pada tahun 1988 di Jakarta dan akan berkembang pada masa yang akan datang.

Dalam tugas akhir ini diuraikan perencanaan dan pembuatan penyandi sinyal televisi dengan metoda penekanan pulsa sinkronisasi horisontal yang dilengkapi dengan kode pembenar kesalahan (Error Correcting Code) metoda Hamming.

Perencanaan dimulai dengan menganalisa karakteristik sinyal gambar dan fungsi pulsa sinkronisasi. Bila pulsa sinkronisasi horisontal diredam dengan kombinasi tertentu akan menghasilkan gambar yang tersayat. Kombinasi pulsa peredam ditentukan oleh kode sandi yang disisipkan pada Vertikal Blanking Interval. Agar dapat menjamin kebenaran kode sandi maka pada kode ini dilengkapi dengan kode pembenar kesalahan (Error Correcting Code) metoda Hamming.

Selanjutnya dirancang rangkaian yang relatif sederhana akan tetapi sudah dapat mewujudkan konsep penyandian.

Hasil yang diperoleh pada pembuatan penyandi ini berupa sinyal gambar yang mengalami penekanan pulsa sinkronisasi horisontal dengan kombinasi tertentu sesuai kode yang diberikan. Pada tabung gambar berupa gambar yang tersayat. Setelah dilewatkan pada pemecah sandi (decoder), gambar kembali normal.

IKATA IPENDANTAR

Dengan mengucap puji syukur pada Tuhan YME atas karunia yang dilimpahkan Nya, tugas akhir yang berjudul :

PERENCANAAN dan PEMBUATAN

PENYANDI SINYAL TELEVISI

dapat kami selesaikan, sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro bidang studi Teknik Telekomunikasi pada Fakultas Teknologi Industri - Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Pada kesempatan ini pula, kami sampaikan rasa terima kasih yang setinggi-tingginya kepada :

- Bapak Ir. Hang Suharto M.Sc.
- Bapak Ir. M. Aries Purnomo
- Bapak Dr. Ir. Agus Mulyanto.
- Bapak Ir. Syariffuddin Mahmudsyah M.Eng.
- Keluarga Bapak Kol. Sudiro Gunawan.
- Staf dan karyawan Jurusan Teknik Elektro.

Di dalam penulisan tugas akhir ini kami bahas perencanaan dan pembuatan penyandi sinyal televisi yang dilengkapi kode pelacak dan pembenar kesalahan (Error Correcting Code) metoda Hamming.

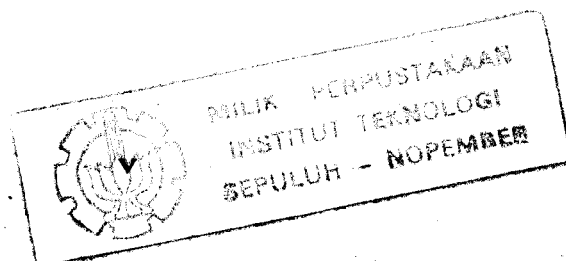
Akhirnya dengan segala kerendahan hati, semoga buku ini dapat bermanfaat bagi yang ingin mempelajari dan ingin mengembangkannya.

DAFTAR ISI

BAB

HALAMAN

	HALAMAN JUDUL	1
	LEMBAR PERSETUJUAN	11
	ABSTRAK	111
	KATA PENGANTAR	1v
	DAFTAR ISI	v
	DAFTAR GAMBAR	viii
I	PENDAHULUAN	1
	I.1. LATAR BELAKANG DAN TUJUAN	1
	I.2. PERMASALAHAN	2
	I.3. PEMBATASAN MASALAH	2
	I.4. METODOLOGI	3
	I.5. LANGKAH PEMBAHASAN	4
II	SINYAL TELEVISI	5
	II.1. UMUM	5
	II.2. SINYAL GAMBAR	6
	II.2.1. Scanning	7
	II.2.2. Sinkronisasi	12
	II.2.3. Bandwidth dan resolusi	15
	II.2.4. Defleksi	16
	II.3. SINYAL WARNA	18
	II.3.1. Sinyal Luminan dan Krominan	19



II.3.2.	Pemrosesan Sinyal Warna	20
a.	Pembentukan Sinyal Luminan ..	21
b.	Pembentukan Sinyal Perbedaan Warna	22
II.3.3.	Sub Carrier	24
II.3.4.	Burs Warna	26
II.4.	SISTIM STANDAR TV BERWARNA	29
II.4.1.	Sistim Standard NTSC	29
a.	Sinyal Luminan dan Perbedaan Warna	29
b.	Sinyal Sub Pembawa Warna	30
II.4.2.	Sistim Standard PAL	33
III	TEKNIK PENYANDIAN	34
III.1.	UMUM	34
III.2.	SCRAMBLER dan DESCRAMBLER	35
III.3.	PSEUDO RANDOM GENERATOR	38
III.3.1.	Deret Maksimal	42
III.3.2.	Tabel Polinomial Irreducible ...	43
III.4.	KODE GOLD	45
III.4.1.	Kriteria Preferred Pairs	46
III.5.	TEKNIK PENGKODEAN	47
III.5.1.	Error Detection Code	48
III.5.2.	Error Corecting Code	52
IV	PERENCANAAN	57
IV.1.	KONSEP	57
IV.1.1.	Penyandi (Encoder)	58
IV.1.2.	Pemecah sandi (Decoder)	59

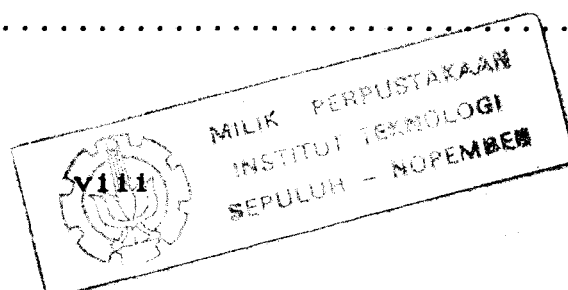
IV.2.	RANGKAIAN PENUNJANG	64
IV.2.1.	Video level Detector	64
IV.2.2.	Monostabil Multivibrator	68
IV.2.3.	Rangkaian ECG dan Multiplexer (MPX)	74
IV.2.4.	Pseudo Random Generator	76
IV.2.5.	Rangkaian Mixer	78
IV.2.6.	Rangkaian Decoder	80
V	PENGUKURAN	82
5.1.	PERALATAN ENCODER	83
5.2.	VIDEO LEVEL DETEKTOR	83
5.3.	PSEUDO RANDOM GENERATOR	86
5.4.	DETEKTOR SINKRONISASI	87
5.5.	DETEKTOR 31.250 Hz	88
5.6.	SINYAL VIDEO TERSANDI	90
5.7.	PENYISIPAN SANDI AWAL	92
5.8.	PERALATAN DECODER	93
VI	KESIMPULAN DAN SARAN	95
	DAFTAR PUSTAKA	98
	LAMPIRAN A Sistem Standar Televisi	100
	LAMPIRAN B Tabel Polinomial Irreducible	101
	LAMPIRAN C Lembar Data Amplifier Video	118
	LAMPIRAN D Usulan Tugas Akhir	126

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR

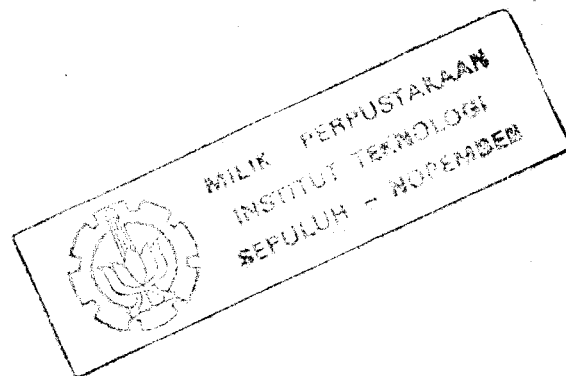
HALAMAN

2.1.	Metoda pengiriman sinyal gambar	6
2.2.	Konsep Dasar Scanning	8
2.3.	Sistem Pengulasan Simultan dan Interlaced	10
2.4.	Garis Ulasan	11
2.5.	Bentuk Dasar Sinyal Sinkronisasi	13
2.6.	Sinyal Sinkronisasi Sesungguhnya	13
2.7.	Pulsa Sinkronisasi Horizontal	14
2.8.	Proses Defleksi	17
2.9.	Sinyal TV Berwarna Komposit	18
2.10.	Sistim Dasar Kamera TV Berwarna	20
2.11.	Penyisipan Sinyal Krominan	25
2.12.	Diagram Vektor Sinyal Warna	27
2.13.	Fasa Burs Warna	28
2.14.	Modulasi Perbedaan Warna Sistim NTSC ...	30
2.15.	Blok Diagram Sistem NTSC	32
3.1.	Blok Diagram Sistem Scrambler dan Descrambler	36
3.2.	Exclusive OR	36
3.3.	Blok Diagram Self Synchronizing Scrambler dan Descrambler	38
3.4.	Konfigurasi Binary LFSR	39
3.5.	PRG [4, 1]	40



3.6.	PRG Maksimal [7, 6, 3, 2]	44
3.7.	Konfigurasi Pembangkit Kode Gold	45
3.8.	Pembangkit Kode Gold dari PRG Maksimal [5, 2] dan PRG [5, 4, 3, 2, 1] .	47
4.1.	Konsep Sistem Penyandian	58
4.2.	Blok Diagram Encoder	60
4.3.	Output Video Level Detektor	61
4.4.	Blok Diagram Decoder	63
4.5.	Prinsip Komparator	65
4.6.	Negatif Clamped Comparator	66
4.7.	Fungsi Multivibrator	68
4.8.	Nonretriggerable MMV	69
4.9.	Retriggerable MMV	70
4.10.	Detektor 31.250.	71
4.11.	Timing Diagram Detektor 31.250	72
4.12.	Timing Diagram MMVA	73
4.13.	Rangkaian ECCG	75
4.14.	Rangkaian Multiplexer	75
4.15.	IC TTL SN 74LS194	76
4.16.	Rangkaian Kode Gold (PRG)	77
4.17.	Rangkaian Mixer	78
5.1.	Penyandi (Encoder)	83
5.2.	Tegangan Referensi Video Level Detektor .	84
5.3.	Output Video Level Detektor	85
5.4.	Output Pseudo Random Generator	86
5.5.	Output Detektor Sinkronisasi	87
5.6.	Output Detektor 31.250 Hz	88

5.7.	Perioda aktif penyisipan data awal	89
5.8.	Saat Penekanan Pulsa Sinkronisasi	91
5.9.	Sinyal Video Tersandi	91
5.10.	Gambar tersandi	91
5.11.	Data awal PRG	92
5.12.	Output Decoder	94
5.13.	Gambar Output Decoder	94



**BAB
SATU
PENDAHULUAN**

1. LATAR BELAKANG.

Sejarah telekomunikasi khususnya dibidang televisi negara Indonesia telah membuka lembaran baru dengan didirikannya stasiun pemancar TV swasta pertama di Jakarta pada Oktober 1988.

Televisi swasta pertama dicetuskan di Amerika oleh John Walson pada tahun 1947 dengan teknik yang relatif sederhana yakni menggunakan kabel sebagai saluran transmisinya tanpa penyandi.

Sejalan dengan kemajuan teknologi khususnya teknik telekomunikasi sinyal TV maka perkembangan televisi swasta berkembang sangat pesat. Dimulai dengan siaran tanpa penyandi (Encoder) hingga berbagai teknik penyandian yang rumit dan canggih saat ini.

Mengingat nilai informasi yang semakin tinggi maka pada masa yang akan datang sinyal informasi gambar juga akan semakin mahal. Terutama untuk memenuhi tuntutan pelayanan turis di hotel-hotel internasional dan atau permintaan kelompok masyarakat yang menginginkannya.

2. PERMASALAHAN.

Saat ini teknik penyandian sinyal TV di Indonesia belum dikenal banyak orang. Walaupun pada nantinya perkembangan teknik ini semakin dibutuhkan masyarakat.

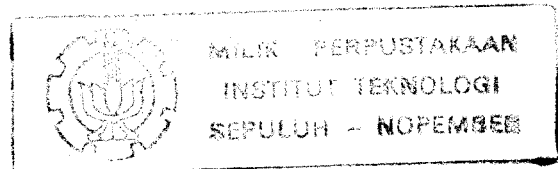
Hal yang paling pokok dalam pembuatan penyandi sinyal gambar ini adalah derajat keamanan yang cukup tinggi dan keutuhan sinyal gambar yang akan dikirimkan.

Berbagai teknik penyandian dapat dilakukan dengan melakukan pengolahan pada sinyal RF yang telah termodulasi sinyal video maupun sinyal baseband-nya saja.

Dalam Tugas Akhir ini, sinyal sinkronisasi yang memegang peranan penting dalam pembentukan kembali sinyal gambar akan disandikan dengan pulsa acak semu (Pseudo Random Generator, PRG). Akan tetapi harus dipilih PRG yang mempunyai *perioda pola berulang yang maksimum sehingga tidak mudah dilacak.

Dengan pertimbangan pada beberapa aspek teknis dan non teknis terutama dari aspek ekonomis maka penyandian sinyal TV ini akan dibuat dengan biaya relatif murah.

3. PEMBATASAN MASALAH.



Sistem Telekomunikasi terdiri dari bagian sumber informasi, pengirim informasi (pemancar), media transmisi, penerima dan pengolah sinyal informasi pada penerima.

Mengingat keterbatasan yang ada maka dalam perencanaan dan pembuatan penyandi sinyal TV ini akan dibahas tentang penyandi sinyal gambar pada sisi pengirim dan pembaca sandi pada sisi penerima sehingga informasi sinyal gambar dapat diterima kembali seperti sedia kala tanpa dimodulasikan pada suatu gelombang pembawa.

4. METODOLOGI.

Dalam perencanaan penyandi dan pemecah sandi, terlebih dahulu dilakukan analisa teoritis secara grafis dan matematis tentang bentuk sinyal gambar dan kemudian disandikan dengan kemungkinan kecil untuk dapat dipecahkan oleh setiap orang.

Analisa yang dilakukan berdasarkan ketentuan internasional yang berlaku untuk sinyal gambar antara lain berupa standard PAL dan NTSC. Penyandian pada sinyal gambar diusahakan tidak menimbulkan kerusakan atau perubahan pada informasi aslinya. Kode penyandi berupa pulsa acak semu diusahakan mempunyai perioda sepanjang mungkin.

Langkah berikutnya adalah percobaan di laboratorium Teknik Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro FTI - ITS Surabaya. Peralatan yang dibuat harus sesuai dengan peralatan penunjangnya.

Hasil percobaan kemudian dikembangkan bersama-sama analisa teoritis dan dilakukan perbaikan dari hipotesa-hipotesa yang diambil.

Langkah terakhir adalah pembuatan buku tugas akhir sesuai perencanaan dan pembuatan penyandi sinyal televisi.

5. LANGKAH PEMBAHASAN.

Analisa teoritis penyandian dimulai dengan pembahasan sinyal televisi secara umum dan ketentuan system penyiaran televisi internasional yang populer yaitu PAL dan NTSC akan dibahas pada bab dua.

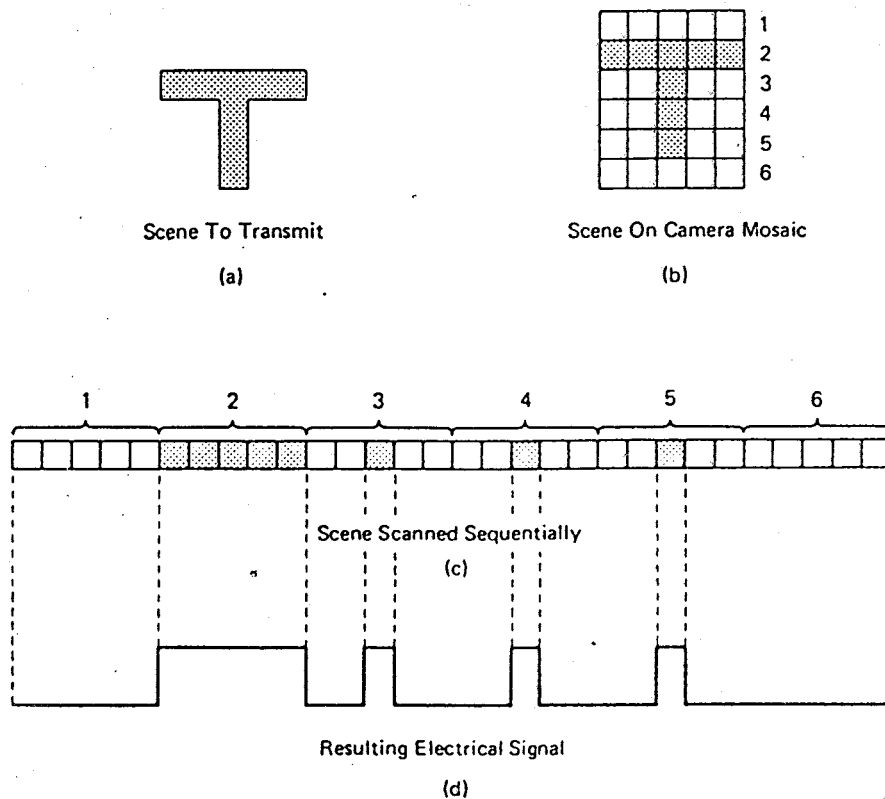
Pada bab selanjutnya akan dipaparkan teknik pembangkitan pulsa acak semu (Pseudo Random Generator, PRG) maksimum dan pengembangannya berupa kode "Gold". Teknik penyandian yang dapat memperbaiki kesalahan (Error Correcting Code) juga dibahas pada bab ini.

Pada bab empat berisi konsep penyandian dan akan dianalisa berbagai rangkaian elektronika yang menunjang sistem peralatan penyandi dan pemecah sandi. Bagian ini merupakan bagian paling pokok berupa ide dasar dari keseluruhan teknik penyandian yang direncanakan.

Bab lima terdiri dari hasil pengukuran dan bab terakhir berisikan kesimpulan dari proses perencanaan dan pembuatan penyandi sinyal televisi ini.

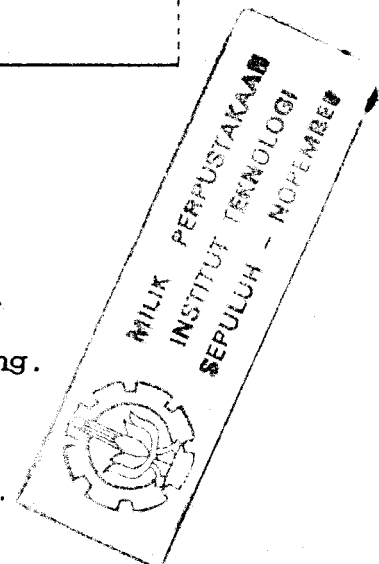
Hasil pencuplikan digambarkan berupa rentetan data serial seperti pada gambar 2.2.c. dimana bagian yang gelap menandakan adanya obyek gambar.

Pada baris pertama, kamera menghasilkan sinyal tanpa arsiran dikarenakan belum menangkap obyek gambar. Pada baris kedua, semua kolom terdiri dari bagian gelap menandakan garis mendatar pada huruf "T". Demikian seterusnya sehingga didapat urutan terang gelap seperti gambar 2.2.c.



Gambar 2.2. 2)
 Konsep Dasar Scanning
 (a) Gambar yang akan dikirim.
 (b) Pembagian bidang gambar.
 (c) Urut-urutan hasil scanning.
 (d) Level amplitudo sinyal.

2) Garry M. Miller, *Modern Electronic Communication*, Prentice Hall Inc, 1983, hal 223.



BAB DUA SINYAL TELEVISI

2.1. UMUM

Teknik Televisi merupakan acuan yang sangat penting bagi perencanaan dan pembuatan penyandi sinyal TV. Dengan memahami terlebih dahulu konsep pengambilan dan penyiaran gambar secara elektronis maka sistem penyandi dan pembaca sandi dapat direncanakan.

Konsep teknik televisi telah dikembangkan sejak tahun 1920 dan baru dapat disiarkan secara luas lewat pemancar broadcast pada tahun 1940. Teknologi ini terus berkembang hingga saat ini dengan berbagai teknik pengembangan dan berbagai macam tujuan untuk perbaikan atau penambahan fasilitas yang ada.

Pada sistem pemancar dan penerima TV harus dapat memproduksi :

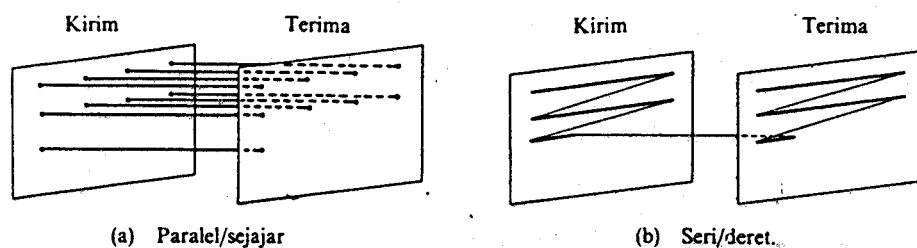
1. Bentuk setiap objek (Shape).
2. Kecerahan (Brighthnes) setiap objek.
3. Gerakan (Moving).
4. Suara (Sound).
5. Warna (Colour).
6. Perspektif atau stereophonic (sedang dikembangkan).

Hingga saat ini masih terdapat beberapa standard televisi berwarna di dunia, bergantung pada negara yang menggunakannya (terlampir pada lampiran A). Secara garis besar berdasarkan sistem warnanya dapat dibedakan atas sistem PAL (Phase Alternate Line), SECAM (Séquential à Mémoire) dan NTSC (National Television System Committe).

Mengingat bahwa Indonesia menganut sistem PAL maka dalam perencanaan ini akan dibuat penyandi dan pembaca sandi untuk sinyal televisi berwarna standard PAL.

2.2. SINYAL GAMBAR

Pada mulanya, metoda untuk menyalurkan besaran-besaran listrik yang mengandung informasi gambar dilakukan dengan metoda paralel dengan cara memberikan saluran-saluran terpisah untuk tiap titik dari gambar seperti terlihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. 1) Metoda pengiriman sinyal gambar.

1) Ir. Suhana, Buku Pegangan Teknik Telekomunikasi, PT Pradnya Paramita, 1977, hal 257.

Untuk mengirimkan pesan gambar secara paralel dibutuhkan sangat banyak saluran. Maka untuk mengatasi ini sinyal gambar diambil satu persatu dan dikirimkan secara serial. Pada penerima, elemen-elemen gambar itu disusun teratur pada tabung gambar sesuai dengan sinyal yang dikirimkan.

Metoda penguraian dan penyusunan gambar seperti itu disebut scanning (pengulasan) dan garis horisontal yang timbul dengan pengulasan itu disebut scanning lines (garis ulasan).

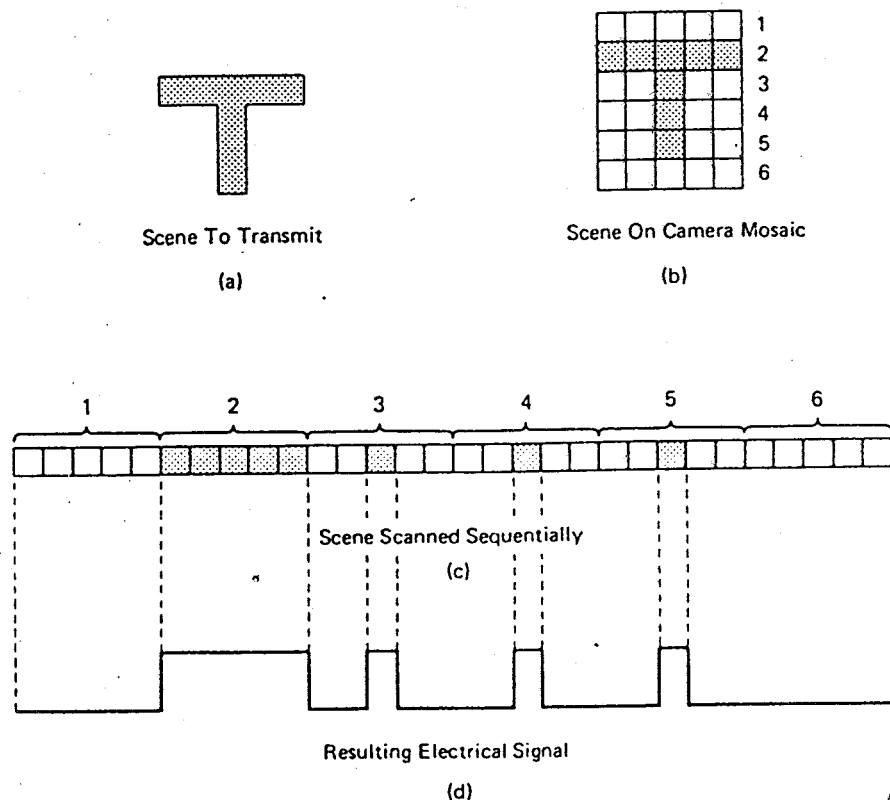
2.2.1. Scanning.

Untuk memahami proses reproduksi gambar dari obyek sebenarnya menjadi besaran listrik kemudian merubahnya kembali menjadi gambar seperti aslinya, dapat diumpamakan bahwa pengulasan merupakan pandangan pada mata yang sedang membaca tulisan seperti ditunjukkan dalam gambar 2.2. Pada waktu membaca, mata bergeser dari arah kiri ke kanan, baris demi baris sampai pada bagian bawah halaman kertas dan beralih ke halaman berikutnya.

Huruf "T" pada gambar 2.2.a. dicuplik oleh sebuah kamera. Dimisalkan bidang gambar kamera hanya terdiri dari 6 baris dan 5 kolom (gambar 2.2.b.).

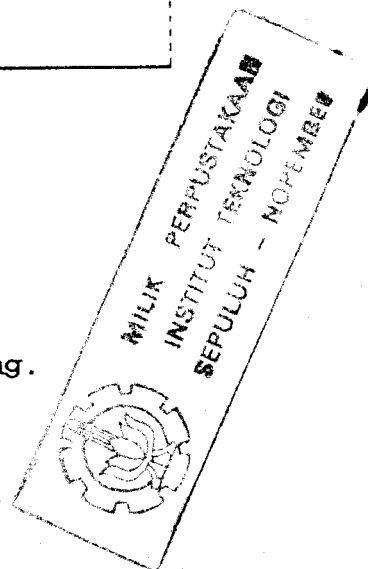
Hasil pencuplikan digambarkan berupa rentetan data serial seperti pada gambar 2.2.c. dimana bagian yang gelap menandakan adanya obyek gambar.

Pada baris pertama, kamera menghasilkan sinyal tanpa arsiran dikarenakan belum menangkap obyek gambar. Pada baris kedua, semua kolom terdiri dari bagian gelap menandakan garis mendatar pada huruf "T". Demikian seterusnya sehingga didapat urutan terang gelap seperti gambar 2.2.c.



Gambar 2.2. 2)
 Konsep Dasar Scanning
 (a) Gambar yang akan dikirim.
 (b) Pembagian bidang gambar.
 (c) Urut-urutan hasil scanning.
 (d) Level amplitudo sinyal.

2) Garry M. Miller, *Modern Electronic Communication*, Prentice Hall Inc, 1983, hal 223.



Apabila terang gelap ini dinyatakan dalam pulsa tegangan listrik maka akan didapatkan sinyal seperti gambar 2.2.d. Demikian pula untuk mengubah sinyal listrik menjadi gambar pada tabung gambar, dilakukan proses yang sebaliknya.

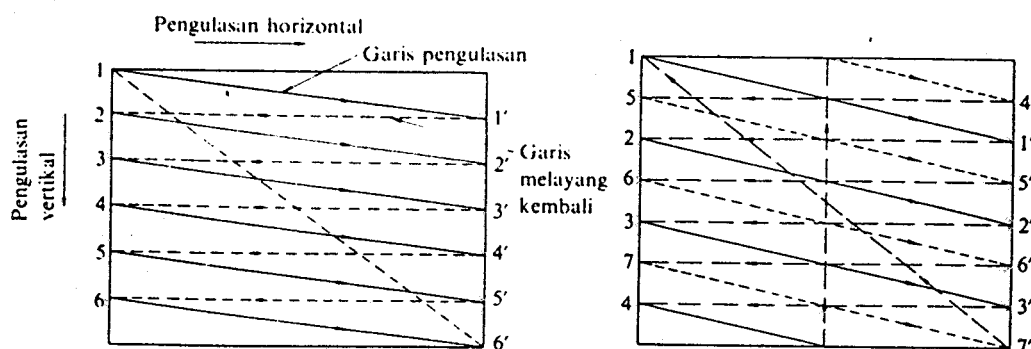
Bila diamati proses diatas, terlihat bahwa gerakan pengulangan terdiri dari gerakan mendatar dan gerakan yang turun menuju bagian bawah dari gambar.

Berkas listrik yang bergerak ke arah horisontal dinamakan pengulangan horisontal dan yang bergerak vertikal dinamakan pengulangan vertikal. Bidang yang dihasilkan oleh pengulangan horisontal dan vertikal bersama-sama disebut raster.

Mengingat bahwa teknik pengulangan berurutan (sistem simultan) seperti diuraikan diatas menghasilkan frekuensi band sinyal video yang sangat lebar, maka ditempuh jalan keluar dengan memakai teknik pengulangan yang lain yang dikenal dengan sebutan Interlaced Scanning (pengulangan bersisipan). Kedua sistem pengulangan ini dapat dilihat pada gambar 2.3.

Keuntungan pengulangan bersisipan ini berupa band frekuensi yang lebih sempit hanya setengah dari frekuensi band pada teknik berurutan tanpa mengurangi kualitas gambar. Sebaliknya efek kerdipan (flicker) sudah tidak dapat dapat ditangkap mata manusia. Sehingga sistem ini cukup layak untuk dipergunakan.

Pada proses scanning, suatu kumpulan garis ulasan yang akan membentuk suatu bidang pada layar akan tetapi gambar yang dihasilkan belum lengkap karena masih terdapat celah diantara garis ulasannya. Banyaknya garis ulasan itu sebanyak $625 / 2 = 312.5$ ulasan. Bayangan gambar yang dihasilkan oleh garis sebanyak itu lazim disebut satu field.



Gambar 2.3. 3)
Sistem Pengulangan
(a) Simultan
(b) Interlaced

Sedangkan ulasan yang berikutnya akan melengkapinya akan melengkapi celah-celah yang ada. Ulasan berikutnya ini juga akan membentuk sebuah field lagi.

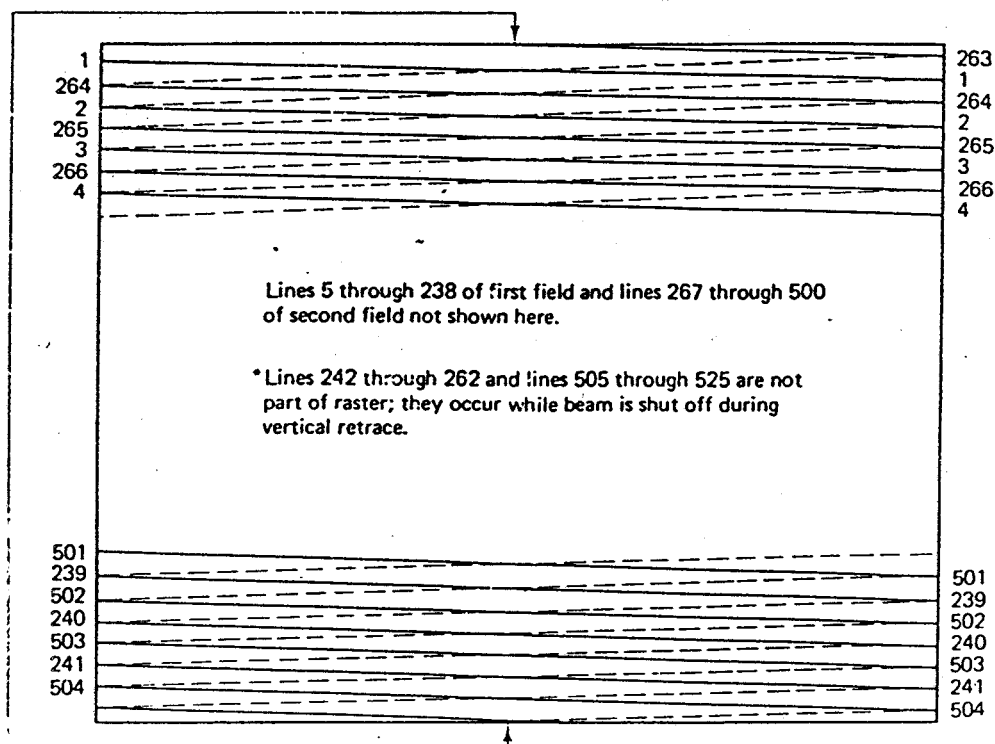
Dengan demikian suatu periode pengulangan bersisipan yang lengkap (satu frame) terdiri dari dua field. Untuk standard PAL, satu frame terdiri dari 625 garis ulasan. Pada standard NTSC terdapat 525 garis ulasan yang secara lengkap dapat dilihat pada gambar 2.4.

Syarat minimum pergantian gambar agar menghasilkan suatu kesan bergerak (motion) pada manusia harus terdiri dari 24 gambar setiap detik.

3) Ir. S. Reka Rio, Teknik Reparasi Televisi Berwarna, PT. Pradnya Paramita, 1983, hal.22.

Akan tetapi kecepatan ini belum mampu mencampur terangnya gambar pada suatu frame secara lembut dengan frame berikutnya bila pada batas antara frame terdapat gambar gelap. Hal ini akan mengakibatkan kerdipan (Flicker) yang akan lebih nampak lagi bila level brightness lebih tinggi.

Mengingat hal tersebut, kecepatan putar gambar pada gambar-gambar hidup (film bioskop) ditingkatkan menjadi dua kalinya sehingga terdiri dari 48 gambar setiap detik. Dalam sistem televisi, dipilih 25 gambar tiap detik akan tetapi seperti halnya masalah diatas maka sebagai jalan keluarnya ditetapkan 50 gambar setiap detik. Dengan demikian maka frekuensi untuk tiap field sebesar 50 Hz.



Gambar 2.4. ¹⁾
Scanning standard NTSC (525 ulasan).

¹⁾ Garry N. Miller, opcit, hal. 226.

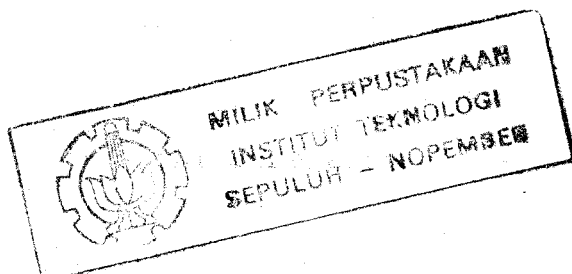
2.2.2. Sinkronisasi.

Pada pengirim, proses pengulasan yang menghasilkan suatu field gambar terjadi dari ujung kiri atas pada tabung layar menuju bagian kanan bawah. Hal ini harus terjadi juga pada penerima.

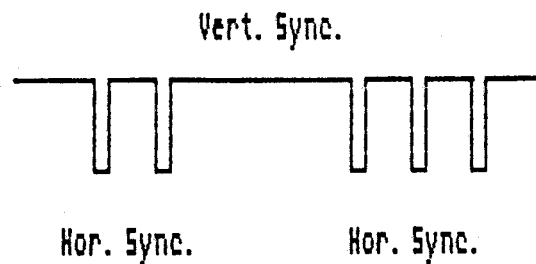
Untuk itu diperlukan suatu penyerempakan (sinkronisasi) yang menandakan titik mula pengulasan dari ujung kiri atas tabung gambar. Pulsa ini dinamakan pulsa sinkronisasi vertikal.

Gerak pengulasan yang menuju pada bagian bawah tabung gambar dilakukan dengan membuat ulasan pada arah dari kiri ke kanan berturut turut secara menurun, untuk itu diperlukan sinyal lain yang menandakan saat pengulasan dimulai dari tepi kiri. Peristiwa ini dikenal sebagai retrace. Sedangkan pulsa yang menandakan retrace disebut pulsa sinkronisasi horisontal. Pada saat retrace ini memerlukan waktu yang sangat singkat dan dinamakan waktu melayang kembali (flyback).

Mengingat bahwa diperlukan 50 field tiap detik maka frekuensi sinkronisasi vertikal ditetapkan sebesar 50 Hz. Sedangkan pada arah horisontal, dibutuhkan 312.5 garis untuk tiap field (625 garis tiap frame) maka diperlukan frekuensi $312.5 \times 50 \text{ Hz} = 15.625 \text{ Hz}$.

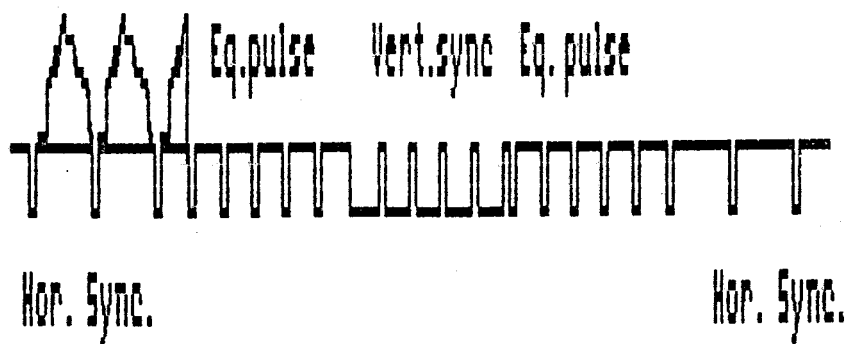


Bentuk gelombang dasar pulsa sinkronisasi ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.5.5)
Bentuk dasar sinyal sinkronisasi

Pada keadaan sebenarnya, sinyal sinkronisasi terdiri dari sinkronisasi horisontal ($T = 64 \mu s$) dan sinkronisasi vertikal ($T = 0.02 s$) masih dilengkapi dengan pulsa penyama (Equalizing Pulse) berupa pulsa teriris (Serration Pulse). Sinyal-sinyal ini terdapat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6. 6)
Sinyal sinkronisasi sesungguhnya.

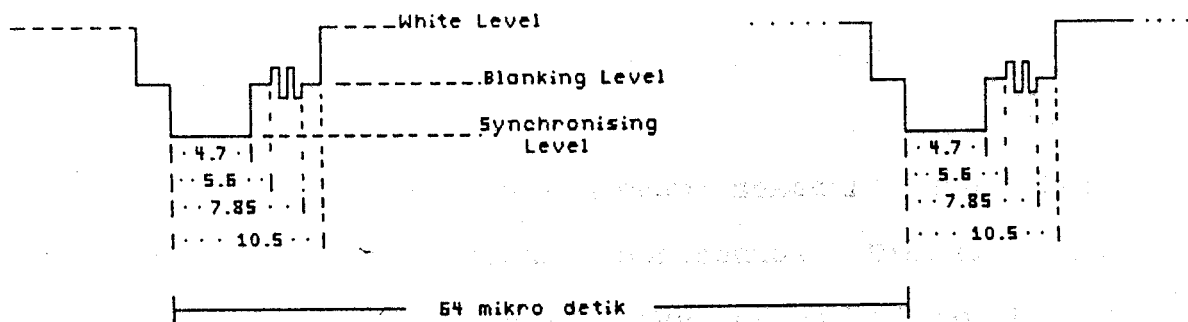
5) Boris Townsend, PAL Colour Television, Cambridge AT The University Press, 1970, hal. 120.

6) Ibid, hal. 122.

Terlihat pada gambar itu, sinyal sinkronisasi diletakkan diantara pulsa penyama. Fungsi pulsa penyama ini adalah untuk menyetabilkan sinkronisasi vertikal. Karena tujuan itu, frekuensi pulsa penyama dan pulsa sinkronisasi vertikal ditentukan sebesar dua kali frekuensi pulsa sinkronisasi horisontal. Dimana waktu durasi (Time Duration) pulsa vertikal hanya selebar 4,7 μ s sedangkan pada pulsa penyama sama dengan setengah lebar sinyal informasi video.

Amplitudo pada sinyal gambar menunjukkan terang-gelapnya obyek yang diambil. Pada bentuk dimana sinkronisasi terletak dibagian negatif maka amplitudo maksimum menandakan bagian yang paling terang sebaliknya bagian yang menuju pada pulsa sinkronisasi akan semakin gelap dan kemudian padam sama sekali.

Dengan demikian dapat dilihat bahwa sinyal sinkronisasi ini disisipkan pada level yang lebih rendah daripada level hitam pada saat sinyal video padam dan waktu melayang kembali.

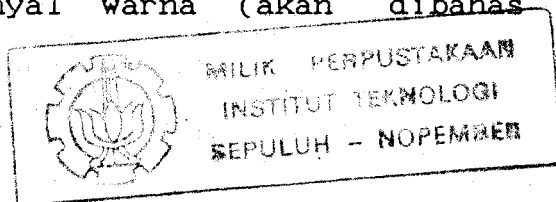


Gambar 2.7. ⁶⁾ Pulsa Sinkronisasi Horisontal.

⁶⁾ Ibid, hal 121.

Secara jelas hal ini digambarkan pada gambar 2.7. dimana sebelum terjadi sinyal sinkronisasi horisontal terdapat serambi depan (front porch) dan sesudahnya terdapat serambi belakang (black porch). Alasan dibuatnya serambi depan dan belakang untuk meyakinkan berkas elektron pada tabung gambar dalam keadaan mati (cut off) pada saat sinkronisasi terjadi dan gambar TV bebas dari gangguan.

Untuk sinyal gambar berwarna, terdapat sinyal burst yang disisipkan pada serambi belakang (back porch) sebagai gelombang acuan pembawa sinyal warna (akan dibahas kemudian).



2.2.3. Bandwidth dan Resolusi.

Untuk menghitung bandwidth sinyal video maksimum dapat dilakukan cara sebagai berikut :

Pada pembentukan suatu gambar (satu frame) dibutuhkan 625 garis ulasan atau setiap field membutuhkan 312.5 garis ulasan dengan waktu 64 μ s setiap garis. Akan tetapi tidak semua ulasan tampak, karena pada sinkronisasi vertikal tidak ditampakkan 25 garis (VBI).

Sehingga hanya terdapat $312.5 - 25 = 287.5$ garis ulasan. Perbandingan ukuran tabung gambar adalah 4:3 sehingga pada setiap garis horisontal terdapat $287.5 \times (4/3) = 383.3$ kolom. Dengan demikian waktu yang diperlukan untuk membentuk sebuah kolom adalah 64μ s / 383.3 = 0.1671 μ s atau pada frekuensi 5,98 MHz.

Akan tetapi pada kenyataannya, elemen sinyal gambar yang berdekatan tidak begitu berbeda sehingga lebar band 5 MHz sudah mencukupi.

Resolusi didefinisikan sebagai kemampuan untuk menampakkan bagian-bagian (elemen) gambar. Batasan maksimum frekuensi pemodulasi dari sinyal berupa gambar telah ditetapkan sebesar 5 MHz (PAL-CCIR) dan waktu yang memuat sinyal gambar sebesar $64 \mu\text{s}$ - perioda horisontal blanking ($12 \mu\text{s}$) = $52 \mu\text{s}$. Karena 2 buah garis membentuk sebuah ulasan lengkap (interlaced scanning) maka pada arah horisontal akan terdapat $5 \text{ MHz} \times 52 \mu\text{s} \times 2 = 520$ elemen yang dapat dibedakan pada tiap frame. Sedangkan pada arah vertikal terdapat 625-50 garis atau 575 garis yang dapat dibedakan. Dengan demikian maka pada satu frame gambar terdapat $575 \times 520 = 299.000$ elemen gambar.

Semakin besar lebar band yang dapat dipancarkan dan diterima maka akan semakin detail gambar yang dihasilkan akan tetapi dalam hal ini ada batasan yang ditentukan oleh CCIR (International Radio Consultative Committee).

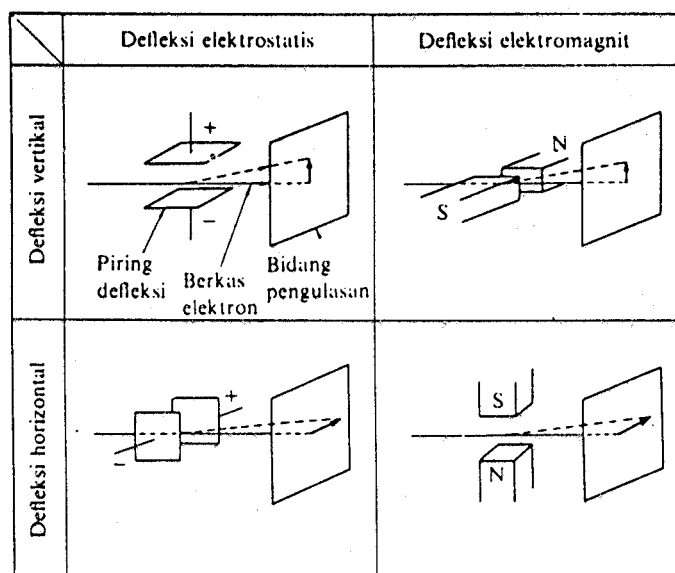
2.2.4. Defleksi.

Untuk membuat raster dengan cara mengulas tabung gambar dengan induksi listrik bayangan gambar, berkas listrik harus diayun-ayunkan secara cepat menggunakan metoda elektrostatik atau elektromagnetik. Cara seperti ini dinamakan metoda defleksi.

Bila terdapat muatan listrik yang dilewatkan melalui medan elektrostatis atau elektromagnet maka bagian layar yang tertumbuk elektron akan terletak pada suatu titik tertentu, tergantung kuat medan magnet yang mempengaruhi.

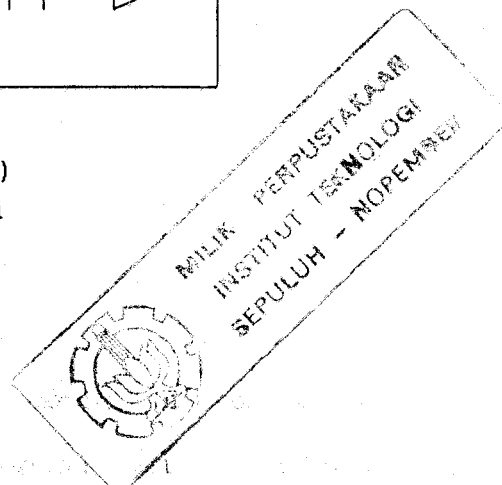
Dan apabila kuat medan magnet yang mempengaruhi itu diubah secara malar maka berkas yang nampak pada layar akan berupa suatu garis lurus.

Perubahan yang dilakukan pada arah horisontal akan membentuk garis pada posisi horisontal dan bila diubah pada arah vertikal maka akan tampak garis vertikal. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8. ¹⁾
Proses Defleksi

¹⁾ Ir. S. Reka Rio, opcit, hal 23.

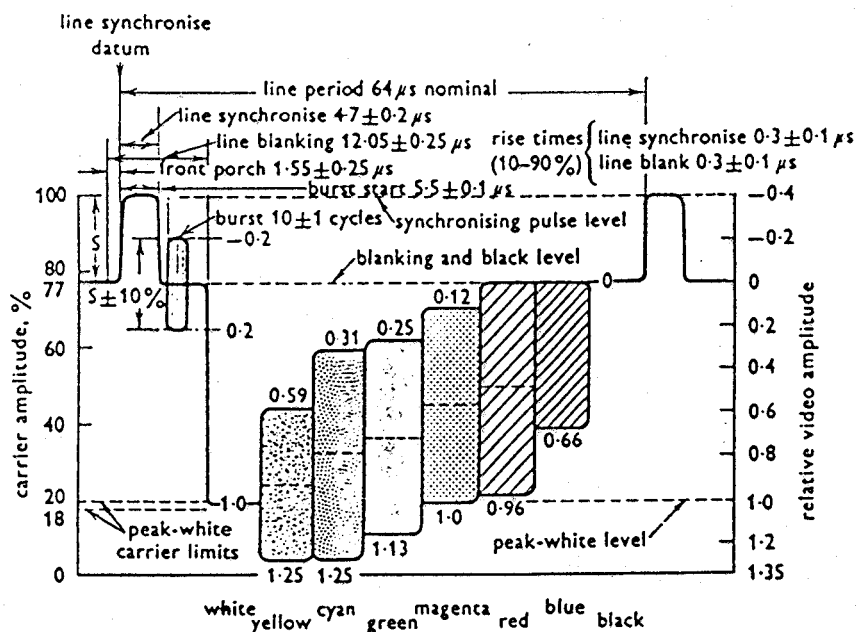


2.3. SINYAL WARNA.

Dalam ketentuan CCIR dicantumkan bahwa :

1. Titik-titik gambar gelombang TV berwarna harus dapat dilihat pada penerima TV hitam putih.
2. Titik-titik gambar gelombang TV hitam putih harus dapat dilihat pada penerima TV berwarna.

Untuk memenuhi persyaratan tersebut, maka dibuatlah sinyal video yang mempunyai bagian-bagian seperti terdapat pada sinyal gambar hitam putih (terdiri dari informasi video dan sinyal sinkronisasi) akan tetapi disisipi dengan sinyal pembawa warna.



Gambar 2.9. ⁸⁾
Sinyal TV berwarna komposit

⁸⁾ Boris Townsend, opcit, hal. 104.

2.3.1. Sinyal luminan dan krominan.

Untuk membedakan warna satu dengan yang lain, terdapat tiga karakteristik untuk menyatakannya yaitu : kepekaan terhadap warna merah, hijau dan biru (Hue), luminansi yaitu kepekaan terhadap kuat cahaya dan kepekaan terhadap kemurnian warna (kroma). Ketiga karakteristik ini lazim dinamakan atribut warna.

Besar kecilnya luminansi menyatakan intensitas cahaya yang dirasakan oleh mata sebagai terang-gelap. Pada sinyal TV hitam putih, bagian yang terang mempunyai nilai luminansi yang lebih tinggi, kelabu mempunyai nilai yang lebih kecil dan yang paling kecil adalah hitam.

Untuk menyatakan level luminansi itu dapat dilihat pada gambar 2.9. diatas berupa amplitudo maksimum suatu saat pada sinyal gambar. Sedangkan informasi warnanya dinyatakan melalui gelombang pembawa 4.43 MHz (PAL) yang mempunyai luminansi tertentu. Demikian pula level sinyal itu harus sesuai dengan kejenuhan warna dan beda phase dengan sinyal burst menandakan nilai warna (hue).

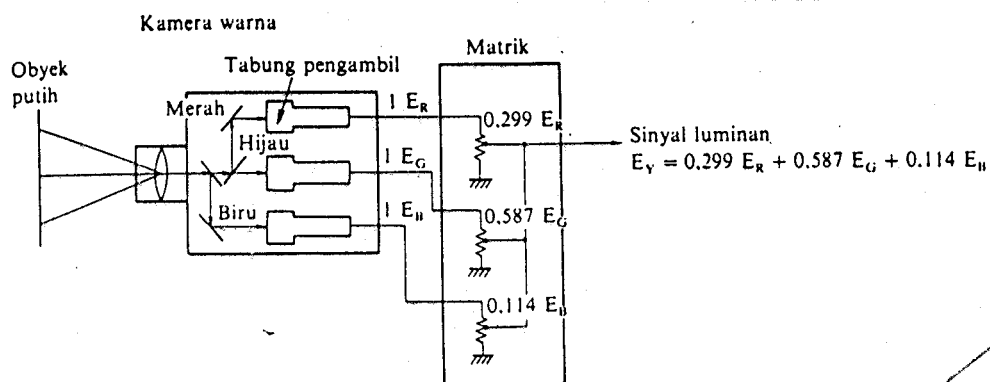
Dengan demikian bila sinyal pemancar TV berwarna diterima oleh penerima hitam putih maka sinyal luminannya saja yang berguna, sedangkan bila diterima oleh penerima TV berwarna, sinyal luminan dan sinyal krominan keduanya digunakan.

2.3.2. Pemrosesan Sinyal Warna.

Untuk menyatakan informasi gambar berwarna secara elektronis dibutuhkan pemahaman tentang kolorimetri. Yang pada intinya menyatakan bahwa informasi semua warna dapat dinyatakan dengan tiga warna primer yaitu Merah-Hijau-Biru atau Merah-Kuning-Biru.

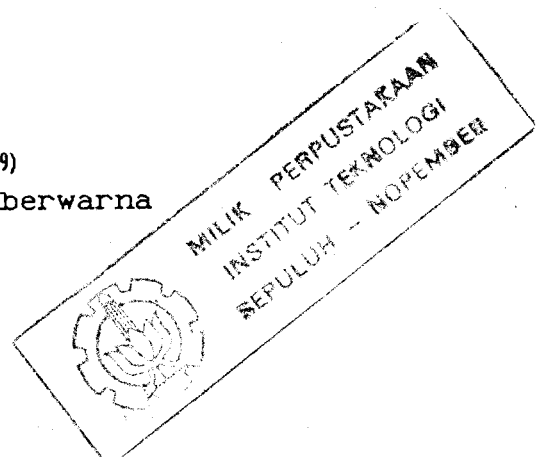
Campuran warna merah-hijau-biru akan akan menghasilkan warna terang (putih), disebut pencampuran additif. Sedangkan pencampuran merah-kuning-biru akan menghasilkan warna gelap dan disebut pencampuran subtraktif.

Pada umumnya rangkaian elektronis yang menyatakan warna telah dipilih untuk memproses campuran warna secara additif, menggunakan warna dasar RGB (Red-Green-Blue). Untuk membentuk komponen warna ini diperlukan kamera yang dapat membedakan ketiga warna primer tersebut.



Gambar 2.10. 9)
Sistim dasar kamera TV berwarna

9) Ir. S. Reka Rio, opcit, hal.26.



Komponen warna merah dinotasikan sebagai E_R , hijau E_G dan biru E_B . Sedangkan sinyal luminan dinotasikan E_Y . Dari campuran sinyal luminan dan krominan tadi akhirnya ketiga warna primer dikombinasikan sehingga menghasilkan gambar berwarna. Sedangkan sinyal luminan sebagai pengatur terang gelapnya.

Bila pada pemancar disiarkan sinyal luminan dan krominan bersama-sama maka untuk mendapatkan kembali sinyal warna primer, dapat dibentuk dengan menggunakan E_Y sebagai berikut ¹⁰⁾:

$$(E_R - E_Y) + E_Y = E_R$$

$$(E_G - E_Y) + E_Y = E_G$$

$$(E_B - E_Y) + E_Y = E_B$$

Ketiga sinyal $(E_R - E_Y)$, $(E_G - E_Y)$ dan $(E_B - E_Y)$, disebut sinyal perbedaan warna (Colour Difference).

2.3.2.a. Pembentukan Sinyal Luminan.

Dari gambar 2.10. dapat dilihat asal pembentukan dari sinyal luminan yang terdiri dari tiga sinyal warna primer dan dicampur dengan perbandingan yang tetap dengan memakai rangkaian matrik.

Karena mata manusia peka terhadap kuat cahaya paling tinggi pada warna hijau kemudian warna merah dan

¹⁰⁾ Ir. S. Reza Rio, locit.

akhirnya kepekaan yang terendah pada warna biru, pencampuran dibuat dengan memperhatikan sifat kepekaan tersebut.

Komponen luminan pada masing-masing sinyal output camera dicampur dengan perbandingan 59% hijau, 30% merah dan 11% biru. Perbandingan ini diperlihatkan sebagai berikut : 11)

$$E_Y = 0,299 E_R + 0,587 E_G + 0,114 E_B \quad 11)$$

Bila diambil obyek putih terang maka output ketiga tabung gambar sama. Kamera berwarna telah diatur sehingga bila mengambil obyek putih maka output masing-masing tabung gambar levelnya sama dan berharga 1 Volt. Misalnya bila masing masing berharga 1 Volt, harga E_Y menjadi 1 Volt juga dari rumus diatas.

Bila diambil obyek merah maka $E_R = 1$ Volt, E_G serta $E_B = 0$ Volt, sehingga E_Y berharga 0,299 Volt. Dengan cara itu maka komponen luminan mempunyai kuat cahaya yang sama seperti sinyal video TV hitam-putih. Dan sinyal ini mempunyai komponen lebar bidang frekuensi dari nol hingga 5 MHz.

2.3.2.b. Pembentukan Sinyal Perbedaan Warna.

Sinyal perbedaan warna dibentuk dari warna primer yang dikurangi dengan sinyal luminan melalui rangkaian matrik.

11) Ir. S. Reka Kio, locit.

Dengan kata lain, sinyal luminan dengan polaritas negatif dicampur dengan sinyal warna primer. Sinyal perbedaan warna itu akan berubah sesuai dengan perubahan tingkat warna dari obyek.

Dibawa ini akan diuraikan proses pembentukan sinyal luminan dan sinyal perbedaan warna. 12)

$$E_Y = 0,299 E_R + 0,587 E_G + 0,114 E_B \quad (1)$$

$$E_R - E_Y = 0,701 E_R - 0,587 E_G - 0,114 E_B \quad (2)$$

$$E_G - E_Y = -0,299 E_R - 0,587 E_G - 0,889 E_B \quad (3)$$

$$E_B - E_Y = -0,299 E_R + 0,413 E_G - 0,114 E_B \quad (4)$$

Pada persamaan tersebut sinyal $(E_G - E_Y)$ dibuat dengan mencampur sinyal $(E_R - E_Y)$ dan $(E_B - E_Y)$ sebagai berikut :

Bentuk lain dari (1)

$$0,299 E_R + 0,587 E_G + 0,114 E_B - E_Y = 0 \quad (5)$$

dan (1) ditulis lagi sebagai (6)

$$E_Y = 0,299 E_R + 0,587 E_G + 0,114 E_B \quad (6)$$

Maka dari (5) dan (6) didapat :

$$0,299 (E_R - E_Y) + 0,587 (E_G - E_Y) + 0,114 (E_B - E_Y) = 0$$

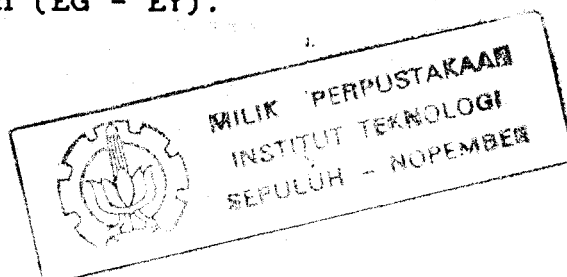
$$0,587 (E_G - E_Y) = -0,299 (E_R - E_Y) - 0,114 (E_B - E_Y)$$

$$(E_G - E_Y) = - \frac{0,299}{0,587} (E_R - E_Y) - \frac{0,114}{0,587} (E_B - E_Y)$$

$$(E_G - E_Y) = - 0,51 (E_R - E_Y) - 0,19 (E_B - E_Y)$$

Maka bila rangkaian mencampur 51% $(E_R - E_Y)$ dengan 19% $(E_B - E_Y)$ akan dihasilkan $(E_G - E_Y)$.

12) Ibid, hal.27.



Jadi hanya dengan mengirimkan sinyal perbedaan warna ($E_R - E_Y$) dan ($E_B - E_Y$) maka pada penerima dapat dibangkitkan ($E_G - E_Y$). Dan untuk memudahkan, dalam sistim baku PAL, sinyal ($E_B - E_Y$) dan ($E_R - E_Y$) masing-masing disebut sinyal U dan sinyal V.

2.3.3. Sub Carrier.

Mengingat bahwa sinyal gambar berwarna harus kompatibel dengan sinyal gambar hitam putih maka karakteristik lebar bidang video 5,5 MHz, frekuensi sinkronisasi vertikal 50 Hz dan horisontal 15.625 Hz tidak boleh berubah.

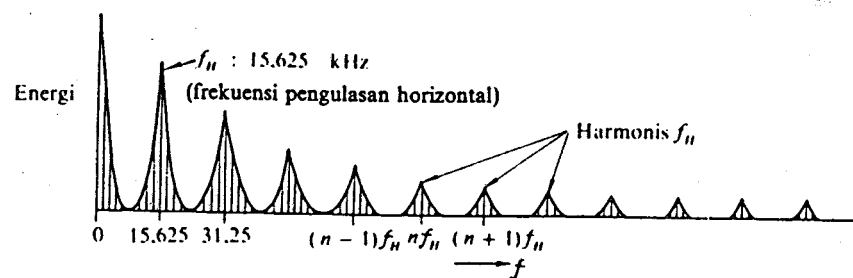
Seperti diuraikan sebelumnya, informasi warna dapat diwakili oleh dua buah sinyal perbedaan warna saja, selain sinyal luminan.

Mengingat hal tersebut diatas, sinyal krominan harus dikirimkan bersama sama dengan sinyal luminan dan tidak boleh saling berinterferensi satu dengan yang lain.

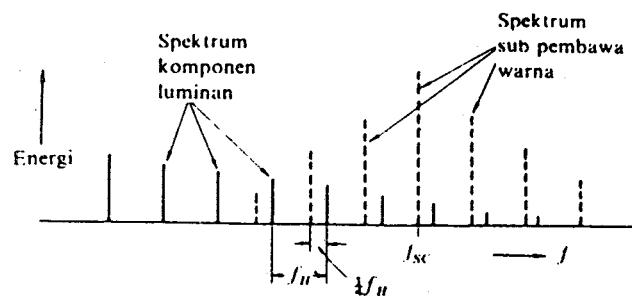
Untuk menghemat lebar saluran, kedua sinyal sub pembawa warna ini harus terletak pada frekuensi pembawa (carrier) yang sama akan tetapi mempunyai fasa yang berbeda. Untuk itu diperlukan sebuah modulator seimbang (Balance Modulator) untuk menumpangkannya pada gelombang pembawa. Output modulator seimbang ini selanjutnya akan disatukan dengan sinyal luminan menjadi sinyal video berwarna komposit.

Walaupun lebar bidang sub pembawa warna itu sempit, bila disatukan dengan sinyal luminan maka sinyal sub pembawa warna dapat menimbulkan gangguan pada gambar.

Untuk menghindarkan pengaruh gangguan itu, digunakan frekuensi sub pembawa warna yang setinggi mungkin dibandingkan frekuensi pembawa video, tetapi masih harus berada dalam lebar bidang frekuensi video. Dalam hal ini akan dipergunakan karakteristik distribusi frekuensi energi sinyal luminan yang terbagi sekitar harmonisa-harmonisa frekuensi pengulangan horisontal. Energi sinyal sub pembawa warna dimasukkan pada sela-sela antara frekuensi harmonis tersebut diatas.



(a)



(b)

Gambar 2.11. 13)
Penyisipan Sinyal Krominan

(a) Spektrum Sinyal Luminan.

(b) Spektrum Sinyal Komposit.

13) Ibid, hal 39.

Oleh CCIR, frekuensi subcarrier ditetapkan dengan hubungan 14)

$$f_{sc} = (284 - 1/4) f_H + \frac{f_v}{2}$$

$$= 4.43361875 \text{ MHz}$$

dimana $f_H = 15.625 \text{ KHz}$

$f_v = 50 \text{ Hz}$

Penambahan $f_v / 2$ atau 25 Hz ditujukan untuk menghilangkan gerakan titik sub pembawa warna pada gambar.

Distribusi respon frekuensi energi dari sinyal sub pembawa warna berjarak $1/4 f_H$ terhadap distribusi energi sebuah garis pengulasan horisontal (gambar 2.11).

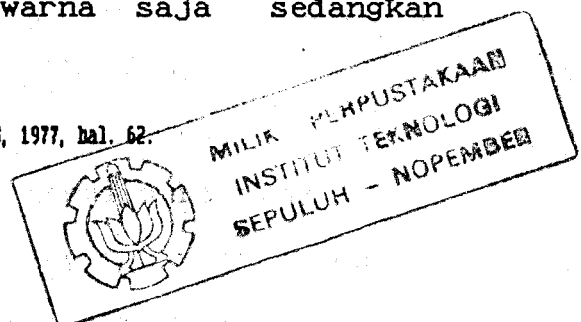
Pada garis pengulasan berikutnya, distribusi energi sinyal sub pembawa warna digeserkan ke $1/4 f_H$ oleh adanya "switching fasa 180°" sinyal ($E_R - E_Y$).

Dalam tiap garis pengulasan kejadian tersebut diatas diulangi maka gangguan pada gambar dapat dibuat sekecil kecilnya. Proses yang diuraikan diatas disebut sistim "off set $1/4$ ".

2.3.4. Burs Warna.

Informasi warna dipancarkan oleh sinyal sub pembawa warna, tetapi gelombang pembawanya sendiri tidak ikut serta. Jadi yang dipancarkan hanya jalur-jalur samping (side band) yang diisi pesan warna saja sedangkan pembawanya tidak.

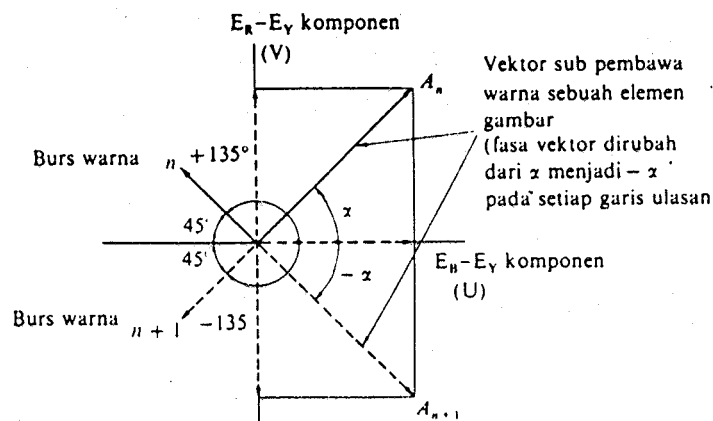
14) Moh. Salehudin, Color TV Encoder Unit, Fakultas Teknik Elektro ITS, 1977, hal. 62.



Pada penerima TV berwarna harus dibangkitkan getaran sub pembawa yang digunakan untuk memodulasikan sinyal-sinyal warna itu. Getaran ini disebut sub pembawa warna dan harus mempunyai frekuensi dan fasa yang sama dengan sub pembawa warna yang dipancarkan.

Oleh karena hal itu, sebagian dari sub pembawa warna disisipkan pada serambi belakang (back-porch) sinyal sinkronisasi horisontal sebagai acuan phase sinyal krominan. Getaran ini disebut burs warna.

Fasa burs warna dipilih $\pm 135^\circ$ dari sumbu ($E_B - E_Y$) sesuai dengan polaritas (fasa 180°) switching sinyal ($E_R - E_Y$). Dengan diagram vektor, hal ini ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.12. 15)
Diagram vektor sinyal warna

Lebih jelas lagi, saat terjadinya beda fasa itu pada tiap garis ulasan dapat dilihat pada gambar 2.13.

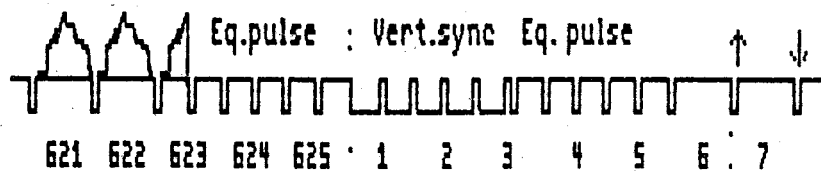
Pada gambar 2.13., beda fasa itu tampak pada saat vertikal blanking interval. Pada garis ke-7 dari bidang ganjil (pertama dan ketiga), fasa burs warna dipilih pada $+135^\circ$, -135° dan seterusnya.

15) Ir. S. Reza Rio, opcit, hal.33.

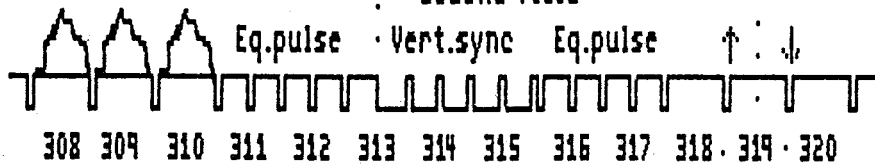
Beda phase antara sinyal sub pembawa warna dan burs warna berubah-ubah tergantung tingkat warna obyek yang diambil. Jadi dapat disimpulkan bahwa sinyal TV berwarna komposit (E_p) dibuat dengan menambahkan sinyal luminan (E_Y) pada sinyal pembawa warna pada persamaan :

$$E_p = E_Y + 0,4933 (E_B - E_Y) \sin \omega_p t \\ \pm 0,877 (E_R - E_Y) \cos \omega_p t. \\ = E_Y + E_U \sin \omega_p t \pm E_V \cos \omega_p t.$$

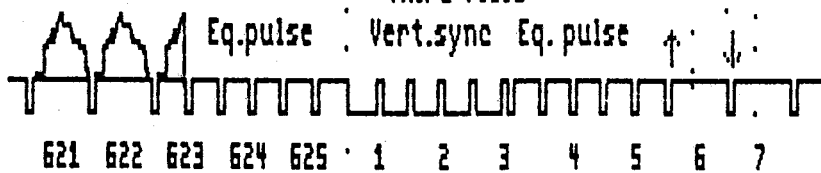
First Field



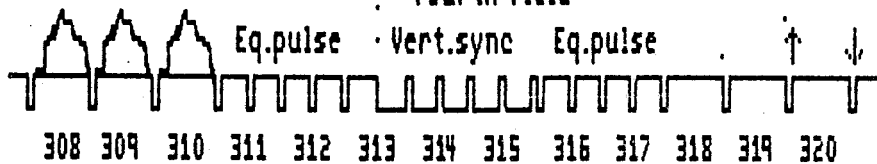
Second Field



Third Field



Fourth Field



↑ : Fase Burst + 135
↓ : Fase Burst - 135

Gambar 2.13. 16)
Fasa burs warna

16) Boris Townsend, opcit, hal 122.

2.4. SISTIM STANDAR TV BERWARNA.

2.4.1. Sistim Standard NTSC.

Sistim standard NTSC (National Television System Committee) digunakan di negara Amerika Utara dan Selatan termasuk Amerika Serikat, Kanada, Meksiko dan Jepang. Standard ini juga memiliki kompatibilitas dengan TV hitam putih yang sama seperti pada sistim baku PAL.

Perbedaan yang pokok adalah pada banyaknya garis ulasan tiap frame. Pada sistim NTSC hanya menggunakan 525 garis ulasan bersisipan dengan frekuensi sinkronisasi horisontal 60 Hz. Spasi antara sinyal gambar dan suara 4.5 MHz dengan lebar bidang sinyal luminan 4 MHz.

2.4.1.a. Sinyal luminan dan perbedaan warna.

Proses pembuatan sinyal luminan dan perbedaan warna standar NTSC sama dengan pembuatan sistim PAL. Proses ini dapat dilihat pada gambar 2.10. Sinar dari obyek yang diambil oleh kamera dibagi menjadi tiga cahaya gambar (merah, hijau dan biru) oleh cermin dichroic, selanjutnya dirubah menjadi sinyal listrik primer (E_R , E_G , E_B).

Ketiga sinyal listrik itu kemudian dirubah menjadi sinyal luminan dan dua sinyal perbedaan warna dengan menggunakan rangkaian matrik.

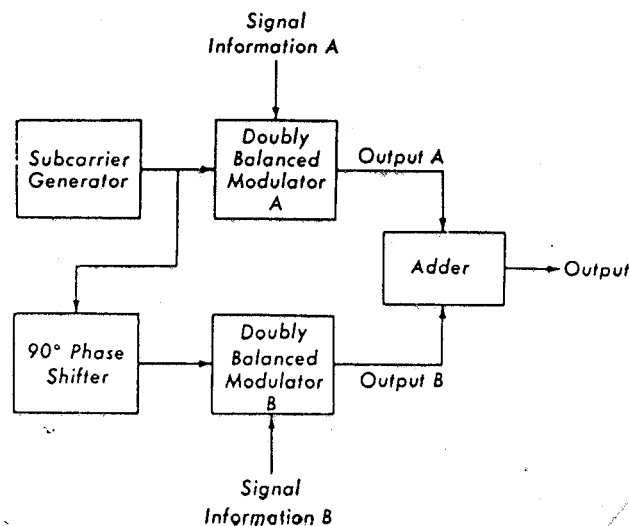
Sedangkan sinyal luminan (E_y) dapat dibuat dengan mencampur ketiga sinyal itu dengan perbandingan :

$$E_y = 0,299 E_R + 0,587 E_G + 0,114 E_B$$

Dengan demikian proses ini sama halnya dengan pembentukan sinyal gambar berwarna standar PAL. Lebar bidang sinyal perbedaan warna ditentukan pada 500 KHz agar memberikan warna-warna yang relatif luas karena mata manusia tidak dapat membedakan warna pada daerah sempit.

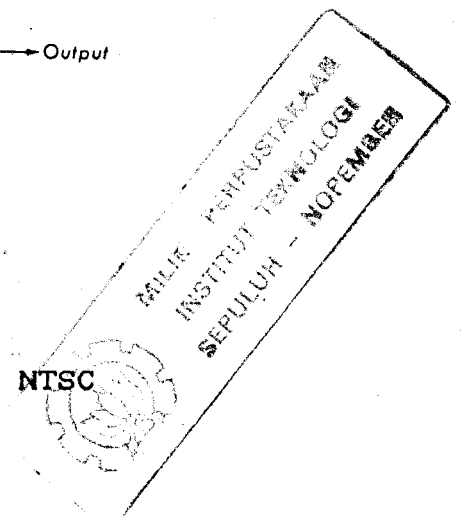
2.4.1.b. Sinyal Sub Pembawa Warna.

Agar dapat dipancarkan dua sinyal perbedaan warna yang menggunakan modulasi amplitudo maka diperlukan dua gelombang sub pembawa. Pada standar NTSC, digunakan dua gelombang sub pembawa warna dengan perbedaan fasa 90°. Kedua sub pembawa warna itu dimodulasikan pada dua buah balance modulator dan dicampur seperti terlihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.14. 17)
Modulasi perbedaan warna sistim NTSC

17) Howard V. Sams, Color TV Training Manual, Howard V. Sams & Co, 1971, Hal. 28



Untuk menentukan frekuensi sub pembawa warna,, dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut : 18)

Banyaknya ulasan pada sistem NTSC ini hanya 525 garis dengan proses bersisipan dan menampilkan 60 field setiap detik (30 frame). Dengan demikian frekuensi sinkronisasi vertikal adalah 60 Hz sehingga frekuensi ulasan horisontal sebanyak $(525/2) \times 60 = 15.750$ Hz.

Dikarenakan lebar band sinyal video monokrom NTSC 4,2 MHz dan sisi atas lebar band krominan sejauh 0,6 MHz maka frekuensi subcarrier harus disekitar 3,6 MHz.

Untuk itu, dipilih frekuensi yang merupakan separuh dari kelipatan ganjil frekuensi sinkronisasi horisontal atau pada

$$(1/2 \times 455) \times 15.750 \text{ Hz} = 3.583.125 \text{ Hz.}$$

Akan tetapi hal ini dapat mengganggu frekuensi pembawa suara 4.5 MHz. Sebab harmonisa ke 286 dari frekuensi 15.750 adalah 4.504.500 Hz. Untuk menghindari itu dipilih frekuensi sinkronisasi horisontal yang baru sebesar $4.5 \text{ Mhz} / 286 = 15.734.264$ Hz. Karena tiap field terdiri dari 262.5 garis maka frekuensi sinkronisasi vertikal menjadi $15.734.264 \text{ Hz} / 262.5 = 59,94$ Hz.

Dengan demikian frekuensi subcarrier menjadi:

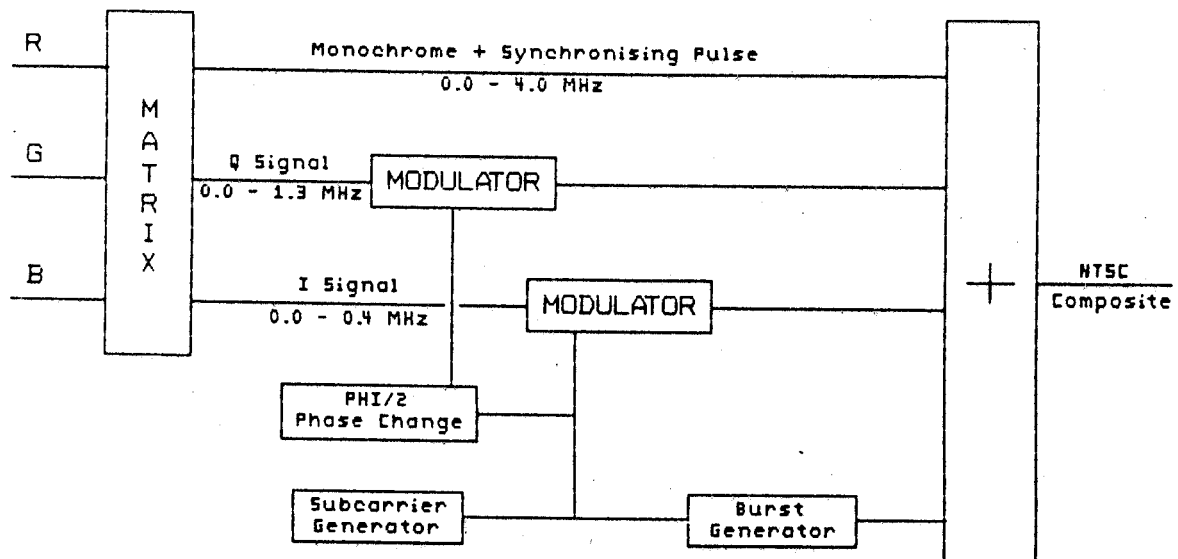
$$f_{sc} = (1/2 \times 455) \times 15.734.264 = 3.579.545 \text{ Hz}$$

Untuk menjaga kompatibilitas dengan penerima hitam putih, toleransi yang f_{sc} ditentukan sebesar $\pm 0.0003 \%$ atau ± 10 Hz saja.

18) Ibid, hal 27.

Dengan menggunakan oscilator tunggal sebagai pembangkit maka frekuensi yang lain dapat dikembangkan dari oscilator tersebut untuk menghindari perbedaan antara sinyal sinkronisasi.

Secara keseluruhan, sinyal gambar standard NTSC dibentuk dengan proses seperti gambar dibawah ini.



Gambar 2.15. ¹⁹⁾ Blok Diagram System NTSC

¹⁹⁾ Boris Townsend, opcit, hal. 7.

2.4.2. Sistim Standar PAL.

Proses pembentukan sinyal luminan dan krominan serta sub pembawa warna telah diuraikan pada pembahasan sebelumnya. Mirip dengan NTSC, dengan frekuensi sinkronisasi horisontal 15.625 Hz, vertikal 50 Hz dan frekuensi sub pembawa warna yang dihasilkan adalah 4.433.618,75 Hz.

Ketentuan yang ditetapkan dalam standard CCIR - PAL antara lain : ²⁰⁾

- | | |
|--|----------------|
| 1. Jumlah garis tiap gambar | 625 |
| 2. Jumlah gambar tiap detik | 25 |
| 3. Line Frequency | 15.625 ± 0,1% |
| 4. Lebar pulsa sync. horisontal | 0.09 H |
| 5. Lebar serambi depan | 0.015 H |
| 6. Lebar serambi belakang | 0.08 H |
| 7. Lebar pulsa penyama (equalizing) | 0.045 H |
| 8. Banyaknya pulsa penyama | 2 x 5 |
| 9. Format 4/3 ; 1H | 64 μs |
| 10. Lebar bidang | 7 MHz |
| 11. Frekuensi sinyal burst | 4.43361825 MHz |
| 12. Jumlah sinyal burst | 10±1 cycles |
| 13. Deviasi maximum pemancar FM | ±50 KHZ |
| 14. Sinyal Luminance dimodulasi secara QAM. | |
| 15. Menggunakan negatif modulasi untuk sinyal gambar dan dipancarkan berupa VSB. | |
| 16. Audio fequency carrier lebih tinggi 5.5 MHz dari video frequency carrier. | |

²⁰⁾ Moh. Salehudin, opcit, hal. 11.

BAB TIGA TEKNIK PENYANDIAN

3.1. UMUM

Sinyal TV pada sistem siaran terbatas harus disandikan (Scrambled) untuk melindungi informasi gambar sehingga hanya dapat diterima oleh pelanggan saja. Sedangkan pada pelanggan yang membayar iuran harus terdapat " Descrambler " untuk membaca sandi yang dikirimkan oleh stasiun pemancar.

Di luar negeri (khususnya di Amerika Serikat), perkembangan teknik televisi sangat pesat. Terdapat banyak stasiun TV kabel dengan berbagai teknik penyandian yang lazimnya menggunakan teknik scrambling yang terkenal dengan sebutan Suppressed Synchronization (Peredaman sinkronisasi). Sedangkan pada Descrambler-nya dapat membangkitkan kembali pulsa sinkronisasi yang dikirimkan melalui saluran frekuensi tersendiri atau pada saluran yang sama.

Dalam perencanaan dan pembuatan penyandi sinyal TV kali ini akan digunakan teknik yang mirip. Akan tetapi untuk meningkatkan keamanan informasi dari orang yang tidak berhak maka pulsa sinkronisasi akan diredam secara acak.

Pada dasarnya penyandian adalah pengubahan informasi asli dengan kode-kode tertentu yang disebut kunci sandi. Penerima tertentu yang mengetahui rahasia kunci tersebut saja yang dapat menerima informasi sebenarnya.

Sinyal sandi digunakan untuk mengirimkan pesan rahasia dari seseorang, instansi pemerintah, pengusaha dan sejenisnya. Terutama jaringan komunikasi pada instansi militer dan transmisi data dari suatu bank ke bank yang lain.

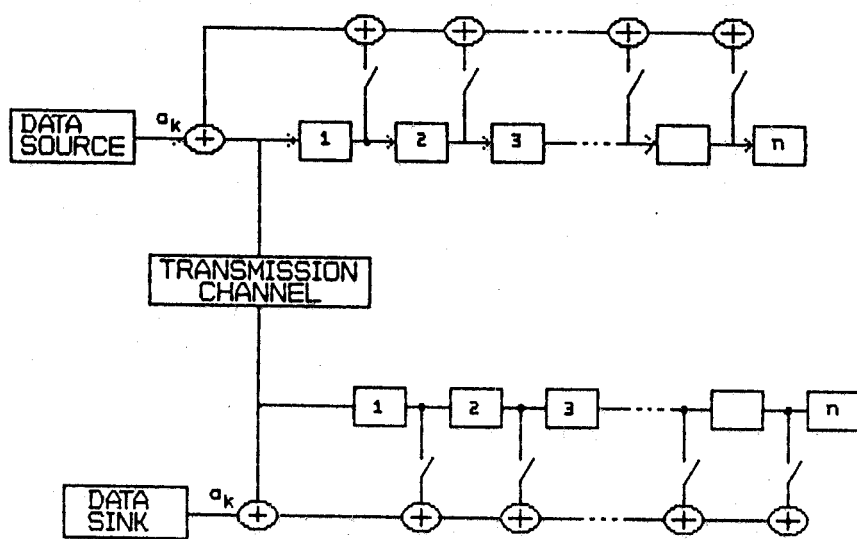
Pada penerapannya, teknik penyandian ternyata dapat berfungsi pula sebagai pelacak kesalahan sehingga data yang dikirim mempunyai kemungkinan salah yang lebih kecil.

3.2. SCRAMBLER DAN DESCRAMBLER

Dalam teknik transmisi digital, istilah scrambler diartikan sebagai penghasil kode tertentu yang dapat dimanfaatkan antara lain sebagai pelacak kesalahan, meningkatkan unjuk kerja sistim transmisi digital (memperkecil P_e), dan atau sebagai peng-kode saluran (Channel Coding).

Pada prinsipnya, scrambler menghasilkan pulsa acak yang semu (Pseudo Random Generator) yaitu pulsa yang acak akan tetapi mempunyai periode tertentu.

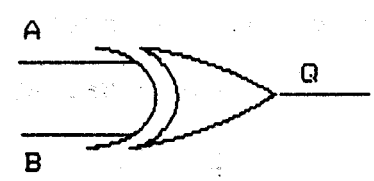
Rentetan sinyal acak semu yang dihasilkan oleh pembangkit pulsa acak semu (PRG) dapat digunakan untuk membentuk scrambler, menyandikan data dengan penambahan modulo dua pada data seperti tergambar dibawah ini:



Gambar 3.1. 21)
Block diagram sistem
Scrambler dan Descrambler

Dan penjumlahan modulo dua dapat dibentuk secara mudah dengan menggunakan gerbang exclusive-OR yang mempunyai simbol dan tabel kebenaran sebagai berikut :

A	B	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



Gambar 3.2. 22)
Exclusive OR

21) David R. Smith, Digital Transmission System, Van Nostrand Reinhold Company Inc., 1985, hal 232.
22) TTL Data Book.

Dengan scrambler, sinyal pada saluran transmisi tidak dapat dibaca oleh setiap orang karena sudah ditambahkan kode-kode acak oleh PRG pada pengirim (tersandikan). Akan tetapi bila pada penerima terdapat PRG yang sesuai dengan PRG pengirim maka data yang dikirimkan akan terbaca sesuai aslinya.

Sebagai contoh misalnya terdapat informasi data sebenarnya 1110101 kemudian ditambahkan kode 10101101 secara modulo dua menjadi

Data sebenarnya	:	11101011	
Tambahan Kode Sandi	:	10101101	
		10101101	+
Data yang dikirimkan	:	01000110	

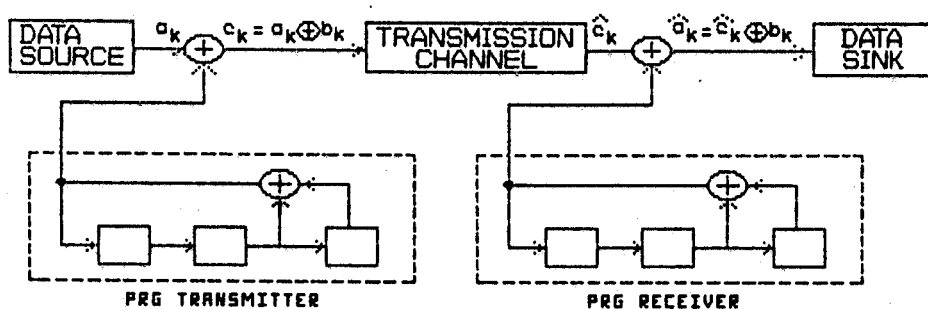
Terlihat bahwa data yang dikirimkan sangat berbeda dengan data sebenarnya. Pengirim yang mengubah data sebenarnya dengan kode tertentu seperti itu disebut sebagai Scrambler.

Pada penerima harus terdapat pembangkit kode sandi 10101101 yang ditambahkan pada data, sehingga

Data yang dikirimkan	:	01000110	
Tambahan Kode Sandi	:	10101101	
		10101101	+
Data yang diterima	:	11101011	

Ternyata data yang diterima akan sama dengan data sebenarnya. Atau dengan kata lain bila pada pengirim diberikan informasi sebenarnya berupa a_k dan informasi yang dikirimkan menjadi $c_k = a_k + b_k$ maka pada penerima harus ditambahkan kode b_k sehingga akan terbaca kembali informasi sebenarnya berupa a_k dengan menjumlahkan c_k dan b_k secara modulo dua.

Penerima yang dapat membangkitkan kode sandi sendiri dan membaca informasi yang sebenarnya tanpa menerima sandi dikenal dengan nama Self Synchronizing Descrambler.



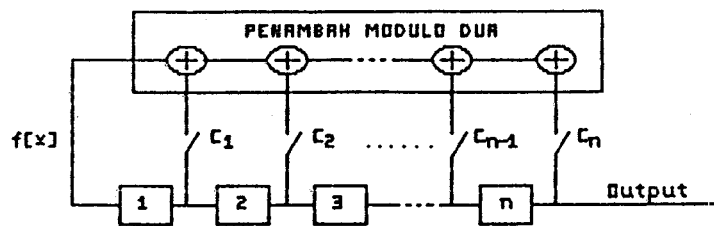
Gambar 3.3. 23)
Blok Diagram Self Synchronizing
Scrambler dan Descrambler

3.3. PSEUDO RANDOM GENERATOR

Pseudo random generator banyak digunakan dalam teknik telekomunikasi antara lain pada teknik spread spectrum. Pseudo random generator memegang peranan yang sangat penting dalam menebarkan sinyal informasi ke dalam spectrum yang lebih luas.

Generator ini pada prinsipnya terdiri atas Binary Linear Feedback Shift Register (Binary LFSR). Salah satu konfigurasi binary LFSR ini diperlihatkan pada gambar 3.4.

23) David R. Smith, *opcit*, hal 233.



Gambar 3.4. 24)
Konfigurasi binary LFSR

Shift register yang terdiri dari n-tahap elemen penunda akan mentransfer isi masing-masing elemen penunda ke tahap berikutnya setiap kali pulsa clock digerakkan. Output tiap-tiap register dikombinasikan secara linear (operasi penambahan modulo 2) melalui koefisien jaringan umpan balik C dan hasilnya diumpankan ke elemen shift register tahap pertama. Output akhir dari pembangkit kode ini didapat dari output shift register yang terakhir (register ke-n).

Output dari konfigurasi LFSR seperti gambar 3.4. (input pada register 1) memenuhi persamaan rekursi : 25)

$$f(x) = \sum_{i=1}^n C_i \cdot x_i \quad (\text{modulo-2}) \dots\dots\dots (7)$$

Dimana C_i = Koefisien biner lintasan feedback dari elemen register tahap ke-i. Jika $C_i = 1$, maka output register ke-n dihubungkan dengan penambah modulo, bila $C_i = 0$ sebaliknya.

x_i = Output shift register ke-i

24) Marvin K. Simon Cs, Spread Spectrum Communications, Computer Science Press Inc, 1985, Volume I hal 270.

25) Ibid, hal. 269.

Panjang periode rentetan kode yang dihasilkan PRG ini ditentukan status awal (initial state) dari masing-masing shift register, nilai koefisien C_1 (posisi jalur-jalur umpan balik yang digunakan) dan panjang elemen shift register.

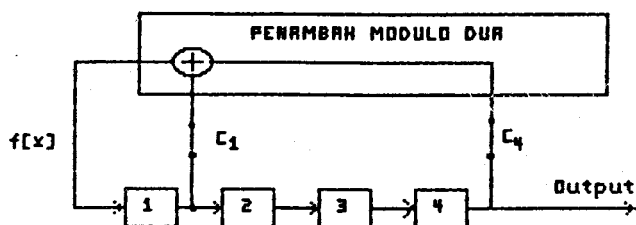
Suatu binary LFSR dengan n-tahap register dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan polinomial berderajat-n dengan koefisien biner sebagai : 26)

$$f(\lambda) = \sum_{i=0}^n C_i \cdot \lambda^i \dots\dots\dots (8)$$

dengan catatan bahwa : $C_0 = C_n = 1$

Suku λ^i dapat dinyatakan dengan elemen shift register tahap ke-i sedangkan koefisien C_i menandakan adanya umpan balik dari output elemen itu.

Sebagai contoh, suatu pembangkit kode dengan persamaan polinomial $f(\lambda) = 1 + \lambda + \lambda^4$ memiliki jalur-jalur umpan balik yang diambil dari output elemen shift register tahap ke-1 dan ke-4, dinyatakan dengan notasi PRG [4,1] dengan rangkaian seperti pada gambar 3.5.



Gambar 3.5.
 $f(\lambda) = 1 + \lambda + \lambda^4$ atau PRG [4,1]

26) Ibid, hal 369.

Dengan demikian maka output akhir dari pembangkit kode PRG [4,1] dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan rekursi

$$f(x) = x_1 + x_4 \dots\dots\dots (9)$$

yang menghasilkan deretan bilangan biner sebagai :

0 1 0 1 1 0 0 1 0 0 0 1 1 1 1 ...

Urut-urutan proses pembangkitan ini dapat dilihat lebih jelas lagi dapat pada tabel 3.1. Setelah 15 clock, output PRG [4,1] akan berulang lagi. Dengan demikian panjang periode kode yang dihasilkan adalah 15 chip.

Tabel 3.1.

Clock ke	x_1	x_2	x_3	x_4	$f(x) = x_1 + x_4$
0	1	1	1	1	0
1	0	1	1	1	1
2	1	0	1	1	0
3	1	1	0	1	1
4	1	1	1	0	1
5	1	1	0	1	0
6	0	1	1	0	0
7	0	0	1	1	1
8	1	0	0	1	0
9	0	1	0	0	0
10	0	0	1	0	0
11	0	0	0	1	1
12	1	0	0	0	1
13	1	1	0	0	1
14	1	1	1	0	1
15	1	1	1	1	1
					siklus berulang

3.3.1. Kode Maksimal.

Kode maksimal didefinisikan sebagai kode terpanjang yang dapat dihasilkan oleh shift register atau elemen penunda dengan panjang tertentu. Panjang perioda kode maksimal dirumuskan sebagai : ²⁷⁾

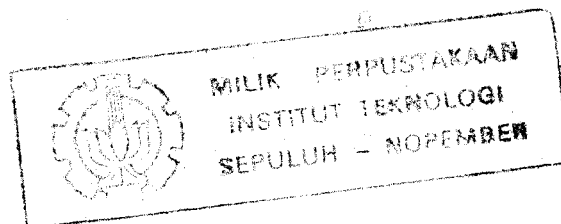
$$N = 2^n - 1 \quad \text{Chip}$$

Kode maksimal dihasilkan oleh pembangkit kode yang memiliki persamaan polinomial primitif. Suatu polinomial yang irreducible (tidak dapat difaktorkan), $h(\lambda)$, berderajat n dikatakan primitif jika dan hanya jika polinomial tersebut dapat membagi $\lambda^m - 1$, untuk semua $m \geq 2n - 1$.

Suatu contoh dari polinomial primitif adalah :

$h(\lambda) = 1 + \lambda + \lambda^4$. Polinomial ini dapat membagi $\lambda^{15} - 1$ tetapi tidak dapat membagi setiap $\lambda^m - 1$ yang lain untuk $m < 15$. Oleh karenanya pembangkit kode dengan persamaan polinomial $h(\lambda) = 1 + \lambda + \lambda^4$ akan menghasilkan kode dengan panjang perioda maksimum sebanyak $2^4 - 1 = 15$ chip.

Beberapa penulis buku telah menyusun tabel-tabel berisi bentuk-bentuk polinomial primitif, diantaranya yang cukup lengkap dibuat oleh Peterson dan Weldon (terdapat pada lampiran B).



²⁷⁾ Dixon, Robert Clyde, Spread Spectrum Systems, John Wiley & Sons Inc, 1976, hal 54.

3.3.2. Tabel Polinomial Irreducible.

Pada tabel yang dibuat oleh Peterson & Weldon, seluruh bentuk polinomial disajikan dalam suatu bilangan oktal (bilangan delapan-an) yang menyatakan koefisien dari suku-suku persamaan polinomial $h(\lambda)$.²⁰⁾

Dengan bantuan tabel ini dapat dibuat suatu PRG yang dapat menghasilkan deret maksimum. Dengan mengetahui koefisien suku-suku persamaan polinomial maka letak komponen umpan balik modulo dua dapat ditentukan.

Sebagai contoh misalnya diinginkan pembangkit kode yang mampu menghasilkan kode dengan panjang periode maksimum 127 chip. Hal ini dapat dipenuhi bila terdapat paling sedikit $\log_2(127+1)$ atau 7 buah register. Untuk ini diperlukan persamaan polinomial primitif berderajat 7 dalam tabel dan ditemukan sebagai data berikut :

DEGREE 7	1	211E	3	217E	5	235E	7	367H	9	277E
11	325G	13	203F	19	313H	21	345G			

Simbol E, F, G, H di belakang bilangan oktal menunjukkan polinomial tersebut adalah primitif. Sedangkan bilangan desimal didepan ketiga bilangan oktal merupakan akar dari polinomial tersebut.

Untuk merancang pembangkit kode yang diinginkan, misalkan dipilih bentuk polinomial primitif yang dinyatakan dengan bilangan oktal 235.

²⁰⁾ W. Wesley Peterson & E.J. Weldon Jr, Error Correcting Codes, Massachusetts Institute of Technology, 1970, hal 472.

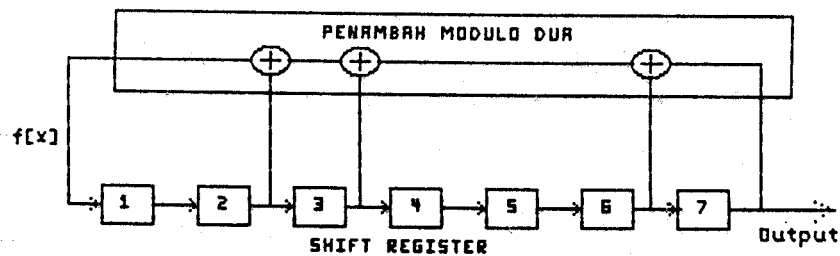
Dengan mengubah bilangan oktal 235 dalam bilangan biner diperoleh koefisien suku-suku polinomial sebagai berikut :

2		3		5		Oktal
0 1 0		0 1 1		1 0 1		Biner
$C_7 C_6$		$C_5 C_4 C_3$		$C_2 C_1 C_0$		

Dengan demikian persamaan polinomial yang bersesuaian adalah :

$$\begin{aligned}
 h(\lambda) &= 1 + 0 \lambda^1 + 1 \lambda^2 + 1 \lambda^3 + 1 \lambda^4 + 0 \lambda^5 + 0 \lambda^6 + 1 \lambda^7 \\
 &= 1 + \lambda^2 + \lambda^3 + \lambda^6 + \lambda^7
 \end{aligned}$$

Dan konfigurasi PRG maksimal yang diinginkan adalah : PRG (7, 6, 3, 2) yang mempunyai susunan sebagai tertera pada gambar 3.6.

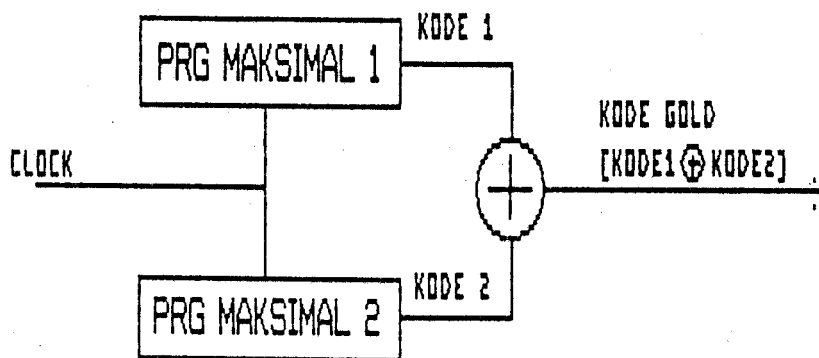


Gambar 3.6.
PRG maksimal [7, 6, 3, 2]

3.4. KODE - KODE GOLD.

Pembangkit kode Gold sangat bermanfaat karena banyaknya perioda yang dapat dihasilkan dan hanya membutuhkan sepasang kode maksimal dengan satu terminal umpan balik saja.

Kode Gold dihasilkan dengan penjumlahan modulo dua dari sepasang kode maksimal seperti diperlihatkan pada gambar 3.7.



Gambar 3.7. 29)
Konfigurasi pembangkit kode Gold

Kedua pembangkit kode maksimal yang membentuk kode Gold harus mempunyai perioda yang sama dengan pemberian pulsa pewaktuan (clock) yang sinkron.

Suatu pembangkit kode Gold dengan panjang kedua shift register sebanyak n , mampu membangkitkan sejumlah $2^n + 1$ kode. Kode-kode tersebut dapat diperoleh dengan memberikan kondisi awal yang berbeda-beda pada kedua shift register PRG maksimal.

29) Dixon, Robert Clyde, opcit, hal 73.

3.4.1. Kriteria Pasangan yang diharapkan.

Suatu deretan kode maksimal b dan b' merupakan pasangan yang diharapkan (preferred pair) jika memenuhi kondisi-kondisi berikut : 30)

- a. Panjang shift register n bukan kelipatan dari 4.
- b. Jika akar polinomial dari PRG maksimal b adalah 1, maka akar polinomial PRG maksimal b' adalah bilangan ganjil q yang memenuhi :

$$q = 2^k - 1 \quad \text{atau} \quad q = 2^{2k} - 2^k + 1$$

- c. $Gcd(n, k) = \begin{cases} 1 & \text{untuk } n \text{ ganjil} \\ 2 & \text{untuk } n \text{ genap} \end{cases}$

dimana $Gcd(n, k)$ didefinisikan sebagai pembagi bersama terbesar (the greatest common divisor) dari bilangan n dan k .

Sebagai contoh akan dicari preferred pairs dari PRG maksimal dengan panjang register 5 buah. Dari tabel diperoleh bentuk polinomial berderajat-5 sebagai berikut :

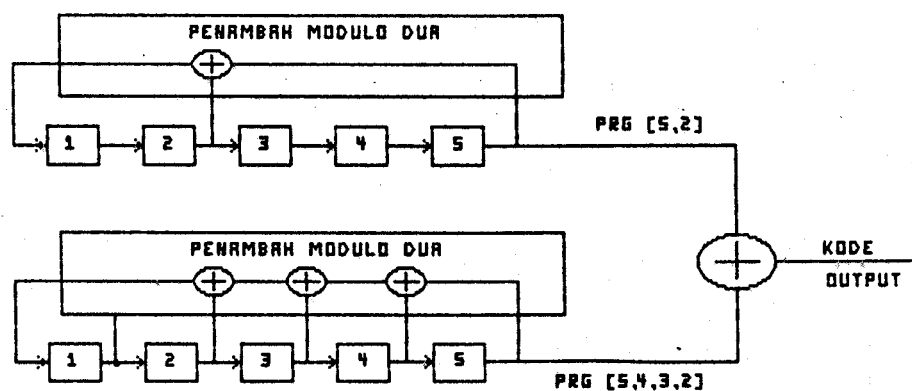
DEGREE 5	1	45E	3	75G	5	67H
----------	---	-----	---	-----	---	-----

Dengan memilih PRG maksimal yang memiliki persamaan polinomial 45 maka PRG maksimal dengan persamaan polinomial 75 merupakan pasangannya. Untuk itu akan dibuktikan bahwa ketiga kondisi diatas dipenuhi.

30) Ziener, Rodger E. and Peterson, Roger L, Digital Communications and Spread Spectrum Systems, Mc Graw-Hill, 1986, hal 202.

Kondisi pertama dipenuhi, karena 7 dan 5 bukan merupakan kelipatan dari 4. Kondisi kedua juga dipenuhi, karena akar dari polinomial 75 adalah bilangan ganjil $q = 3$ dan $q = 2^k + 1$ untuk $k = 1$. Akhirnya pembagi bersama terbesar dari $n=5$ dan $k=1$ adalah sama dengan 1, yang memenuhi kondisi ketiga.

Konfigurasi dari pembangkit kode Gold yang dibentuk oleh preferred pair PRG maksimal dengan polinomial 45 yakni PRG [5,2] dan 75 (PRG [5,4,3,2,1]) ditunjukkan gambar 3.8.



Gambar 3.8.
Pembangkit Kode Gold
Dari PRG maksimal [5,2] dan [5,4,3,2,1].

3.5. TEKNIK PENGKODEAN

Pada dua dasa warsa terakhir ini, perkembangan teknik penyandian data sangat pesat sekali. Hal ini disebabkan semakin banyaknya pemakaian komputer digital dan piranti lain yang menunjangnya.

Pada masa yang akan datang, prospek pengembangan teknik penyandian akan berkesinambungan dan akan semakin banyak diterapkan pada berbagai bidang yang sangat luas.

Teknik pengiriman data digital memerlukan penyandian (encoding) untuk menghemat daya, bandwidth dan durasi dengan tujuan untuk lebih mendaya gunakan saluran transmisi atau sistem penyimpanan.

Pada dasarnya, kode penyandi dapat berupa sebagai kode pelacak kesalahan (error detection code) atau kode yang dapat memperbaiki data sehingga menjadi benar (error correcting code).

3.5.1. Error Detection Code.

Penambahan bit pada aliran data dengan tujuan untuk melacak kesalahan berdasarkan pada metoda redundancy error check. Bit pelacak dianggap sebagai redundansi karena bagian ini sebenarnya tidak termasuk sebagai pesan informasi sebenarnya. Metoda redundancy yang sederhana adalah penambahan bit parity pada setiap data karakter yang dikirim.

Metoda untuk pelacak kesalahan ini dapat digolongkan menjadi 2 kelompok besar yaitu Longitudinal Redundancy Check (LRC) dan Cyclic Redundancy Check (CRC). Kode LRC atau CRC yang dikirim bersama sama sekelompok data dinamakan Block Check Character (BCC).

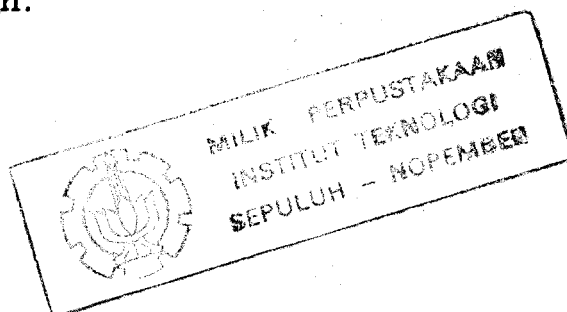
Dinamakan LRC karena penambahan kode pelacak pada tempat longitudinal (horizontal) dari urutan data yang dikirim. Karena LRC memeriksa jumlah rentetan data pada satu kelompok bit pesan maka LRC disebut juga sebagai Checksum. LRC ini mudah diimplementasikan akan tetapi masih terdapat kemungkinan salah.

Sebagai contoh misalnya kesalahan bit ganda (double bit error) dapat terjadi pada posisi yang sama pada dua karakter dari satu frame dan akan menghasilkan BCC yang benar.

Untuk menghindari kelemahan LRC, dibuatlah metoda CRC. Metoda ini menggeser bit pesan ke kiri dan membagi dengan bilangan biner yang telah ditentukan. Hasil bagi (yaitu CRC) akan dikirim bersama sama dengan pesan informasi sebagai BCC.

Pada penerima, membentuk pembagi yang identik untuk sinyal pesan dan membandingkannya terhadap BCC. Bila dua buah telah sama maka dikatakan bebas dari kesalahan. Biasanya CRC terdiri dari 12 hingga 32 bit.

Bila CRC digunakan bersama-sama dengan protokol Automatic Repeat Request (ARQ), keduanya sangat efektif untuk mengurangi laju bit salah (bit-error rate) pada saluran. Sebagai contoh, dalam penerapannya 16 bit CRC hanya menghasilkan satu bit salah yang tidak terlacak pada 10^{14} bit yang ditransmisikan.



Untuk memahami proses pembangkitan CRC ini dapat dilakukan prosedur penghitungan sebagai berikut 31):

Mencari Output CRC.

1. Bila sinyal pesan adalah 10101, $M(x) = x^5 + x^4 + x^2 + 1$.

Ditentukan panjang kode CRC, dinotasikan sebagai

"c". Misalnya $c = 3$ bit, maka CRC mempunyai

orde 3, dan memilih persamaan $G(x) = x^3 + 1$.

2. Kalikan $M(x)$ dengan x^c (dimana $c=3$) sehingga

$$x^3 \cdot M(x) = x^8 + x^7 + x^5 + x^3$$

Hal ini sama dengan menggeser data pesan ke kiri

sebanyak "c" bit (menghasilkan 110101000).

3. Hasil diatas akan dibagi dengan $G(x)$ menggunakan

penjumlahan modulo 2, menghasilkan $Q(x)$ dengan

sisanya $R(x)$:

$$x^c \cdot M(x) / G(x) = Q(x) + R(x) / G(x)$$

Sehingga

$$\begin{array}{r}
 x^5 + x^4 + x + 1 \\
 \underline{x^3 + 1 } \\
 x^8 + x^7 + x^5 + x^3 \\
 \underline{x^8 + x^5} \\
 x^7 + x^3 \\
 \underline{x^7 } \\
 x^4 + x^3 \\
 \underline{x^4 + x} \\
 x^3 + x \\
 \underline{x^3 + 1} \\
 x + 1
 \end{array}$$

menghasilkan $Q(x) = x^5 + x^4 + x + 1$

dan $R(x) = x + 1$.

31) Paul Bates, Practical Digital and Data Communications, Prentice-Hall Inc, 1987, hal 137.

4. Sisa ini akan ditambahkan pada data pesan yang telah tergeser dan hasilnya ditulis sebagai $T(x)$. Karena itu,

$$T(x) = x^C M(x) + R(x)$$

atau

$$T(x) = x^8 + x^7 + x^5 + x^3 + x + 1$$

sebagai urutan data 110101011

Tiga bit terakhir berasal dari kode CRC, dan enam bit sebelumnya adalah data pesan yang akan disampaikan.

Untuk melacak adanya kesalahan, maka pada penerima dibangkitkan pembagi yang sama $G(x) = x^3 + 1$ sehingga data yang diterima $T(x) = x^8 + x^7 + x^5 + x^3 + x + 1$ akan dibagi dengan $G(x)$ menjadi :

$$\begin{array}{r}
 \quad \quad \quad x^5 + x^4 \quad + x + 1 \\
 \underline{x^3 + 1 \quad \quad \quad x^8 + x^7 + x^5 + x^3 + x + 1} \\
 \quad \quad \quad x^8 \quad + x^5 \\
 \quad \quad \quad \underline{x^7} \\
 \quad \quad \quad x^7 \quad + x^4 \\
 \quad \quad \quad \underline{x^4} + x^3 + x \\
 \quad \quad \quad x^4 \quad + x \\
 \quad \quad \quad \underline{x^3} + 1 \\
 \quad \quad \quad x^3 \quad + 1 \\
 \quad \quad \quad \underline{0}
 \end{array}$$

Hasil bagi tanpa sisa menandakan data yang diterima adalah benar.

Untuk membuktikan ini dapat dilihat pada :

$$\text{Persamaan (1)} \quad T(x) = X^C M(x) + R(x)$$

$$\text{Persamaan (2)} \quad \frac{X^C M(x)}{G(x)} = \frac{Q(x)}{G(x)} + \frac{R(x)}{G(x)}$$

Dengan mengkombinasikan kedua persamaan (1) dan (2) akan didapatkan:

$$\begin{aligned} \frac{T(x)}{G(x)} &= \frac{X^c M(x)}{G(x)} + \frac{R(x)}{G(x)} \\ &= Q(x) + \frac{R(x)}{G(x)} + \frac{R(x)}{G(x)} \\ &= Q(x) \text{ tanpa sisa.} \end{aligned}$$

Jadi bila tanpa sisa maka $Q(x)G(x) = T(x)$ tanpa error.

3.5.2. Error Correcting Codes.

Akan lebih efisien bila untuk mengirimkan sekumpulan 2^n karakter hanya dibutuhkan n bit tiap karakter akan tetapi hal ini tidak memungkinkan untuk melacak kesalahan pada penerima.

Bila kita menambahkan 1 bit redundan tiap karakter dan menggunakan $n+1$ bit, akan dapat melacak kesalahan bit tunggal pada penerima. Richard Hamming dari Bell Laboratories mengemukakan konsep Kode Jarak (Code Distance). Dikatakannya bahwa jarak antara 2 kode adalah sama dengan banyaknya bit yang berbeda. Sebagai contoh misalnya : jarak antara kode ASCII untuk B (1000010) dan untuk C (1000011) adalah 1 karena hanya terdapat 1 bit yang berbeda.

Bila ditambahkan even parity check, kode itu menjadi 01000010 dan 11000011. Sekarang terdapat 2 lokasi yang berbeda dan jarak Hamming bertambah menjadi 2.

Dengan berdasarkan konsepnya itu, ternyata dapat ditemukan teknik penyandian yang tidak hanya untuk mendeteksi saja akan tetapi juga memperbaiki kesalahan yang terjadi pada tiap karakter. Hamming mengembangkan prosedur untuk tujuan ini, dan kode yang dihasilkannya dikenal dengan sebutan : Kode Hamming. Ia memperkenalkan persamaan yang dapat mengetahui banyaknya bit pemeriksa yang dibutuhkan tiap karakter, nilainya dan lokasinya pada urutan-urutan pengirimannya.

Bila informasi data sebanyak k bit akan disandikan sehingga menghasilkan n bit data yang telah tersandikan maka bit pemeriksa yang dibutuhkan adalah $r = n - k$.

Secara umum data yang akan dikirimkan berupa :

$$a_1 a_2 a_3 \dots a_k c_1 c_2 \dots c_r$$

dimana a_1 = data pada posisi ke-1.

c_j = parity check pada posisi ke- j .

Bit pemeriksa dipilih sedemikian rupa sehingga memenuhi persamaan linear :

$$0 = h_{11}a_1 + h_{12}a_2 + \dots + h_{1k}a_k + c_1$$

$$0 = h_{21}a_1 + h_{22}a_2 + \dots + h_{2k}a_k + c_2$$

$$0 = h_{31}a_1 + h_{32}a_2 + \dots + h_{3k}a_k + c_3$$

$$0 = \dots$$

$$\dots$$

$$0 = h_{r1}a_1 + h_{r2}a_2 + \dots + h_{rk}a_k + c_r$$



Persamaan linear diatas dapat pula dinyatakan dalam matrik sebagai

$$[H][T] = 0$$

dimana

$$[H] = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1k} & 1 & 0 & \dots & 0 \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2k} & 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ h_{r1} & h_{r2} & \dots & h_{rk} & 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

dan

$$[T] = \begin{bmatrix} a \\ \cdot \\ \cdot \\ a \\ c_k \\ \cdot \\ \cdot \\ c \\ r \end{bmatrix}$$

Bila data yang diterima berupa [R] maka perkalian matrik [H][R] harus = 0 karena diharapkan [R] = [T]. Bila tidak maka dapat dipastikan bahwa data [R] mempunyai paling sedikitnya satu bit yang salah.

Hal ini akan menyebabkan data yang diterima [R] akan berupa [T] + [E] dimana [E] adalah matrik kolom (nx1) penyebab kesalahan. Bila isi dari [E] = [0 0 0 ... 0] maka tidak akan ada bit yang salah.

Sebuah matrik [S] dikatakan sebagai Syndrome dari data yang diterima [R] dalam hubungan : ³²⁾

$$\begin{aligned} [S] &= [H][R] \\ &= [H][T] + [H][E] \\ &= [H][E] \end{aligned}$$

³²⁾ Ferrel G. Stenler, Introduction to Communication Systems, Addison Wesley Publishing Company Inc, 1982 hal. 558.

Matrik syndrome [S] ini akan mempunyai orde (rx1) dan akan menunjukkan lokasi bit yang salah.

Suatu misal kode Hamming mempunyai matrik

$$[H] = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

menyandikan data informasi 0011c₁c₂c₃ maka

$$[H][T] = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \\ c_1 \\ c_2 \\ c_3 \end{bmatrix}$$

atau

$$[H][T] = \begin{bmatrix} 1 + c_1 \\ 1 + c_1^1 \\ 0 + c_3^2 \end{bmatrix}$$

Dengan catatan bahwa operasi penjumlahan adalah modulo-2. Karena $[H][T] = 0$ maka $c_1=1$, $c_2=1$ dan $c_3=0$ sehingga kode yang dikirimkan adalah 0011110.

Sebagai contoh penerapan kode Hamming ini, misalnya akan disandikan bilangan heksa desimal 0 s/d F. Dengan menggunakan kode 7 bit tiap word, disamping minimum 4 bit, kita dapat mendeteksi kesalahan bit ganda dan memperbaiki kesalahan bit tunggal. Ketujuh bit ini terdiri dari empat buah data pesan $m_3m_2m_1m_0$ dan tiga buah bit koreksi $c_2c_1c_0$. Urut-urutan bit tiap word dirangkai sebagai $m_3m_2m_1c_2m_0c_1c_0$.

Tiga bit koreksi dihitung dengan rumus :

$$c_0 = m_0 + m_1 + m_3$$

$$c_1 = m_0 + m_2 + m_3$$

$$c_2 = m_1 + m_2 + m_3$$

Bila Kode A = 1010 (heksadesimal) = $m_3m_2m_1m_0$ maka

$$c_0 = 0 + 1 + 1 = 0$$

$$c_1 = 0 + 0 + 1 = 1$$

$$c_2 = 1 + 0 + 1 = 0$$

Sehingga data yang dikirimkan sekarang menjadi

$$1010010 \text{ (} m_3m_2m_1c_2m_0c_1c_0 \text{)}$$

Pada penerima akan diproses oleh bit parity dengan prosedur :

$$P_0 = c_0 + m_0 + m_1 + m_3$$

$$P_1 = c_1 + m_0 + m_2 + m_3$$

$$P_2 = c_2 + m_1 + m_2 + m_3$$

Bila tidak terjadi kesalahan penerima, $P_0=P_1=P_2=0$.

Bila terjadi kesalahan, bilangan biner yang dihasilkan dari $P_2P_1P_0$ akan menunjukkan letak bit yang salah pada bit ke-0 hingga ke-7.

Sebagai contoh misalnya dikirimkan data A (1010010) diterima dengan data yang salah pada bit yang terletak pada posisi ke - 6 yaitu 1110010. Dengan persamaan diatas, menghasilkan

$$P_0 = 0 + 0 + 1 + 1 = 0$$

$$P_1 = 1 + 0 + 1 + 1 = 1$$

$$P_2 = 0 + 1 + 1 + 1 = 1$$

Terlihat bahwa ada kesalahan pada bit yang terletak pada bit ke $(110)_2$ atau ke - 6.

BAB EMPAT PERENCANAAN

4.1. KONSEP.

Teknik penyandian sinyal informasi dapat dilakukan secara analog maupun digital sesuai bentuk informasi data asal dan proses pengolahannya. Secara umum, hasil dari penyandian sinyal gambar agar tidak mudah diperoleh setiap orang dapat digolongkan sebagai berikut :

1. Gambar yang bertumpukan.
2. Bagian gambar yang berpindah.
3. Gambar yang tersayat.

Dalam perencanaan ini akan dilakukan penyandian agar gambar tersayat.

Seperti yang diuraikan pada bab sebelumnya, sinyal sinkronisasi memegang peranan penting dalam pembentukan kembali sinyal gambar. Sinyal sinkronisasi ini berupa sinyal sinkronisasi horisontal dan sinkronisasi vertikal. Bila penerima sinyal video kehilangan pulsa sinkronisasi horisontal maka gambar yang dihasilkan akan tersayat.

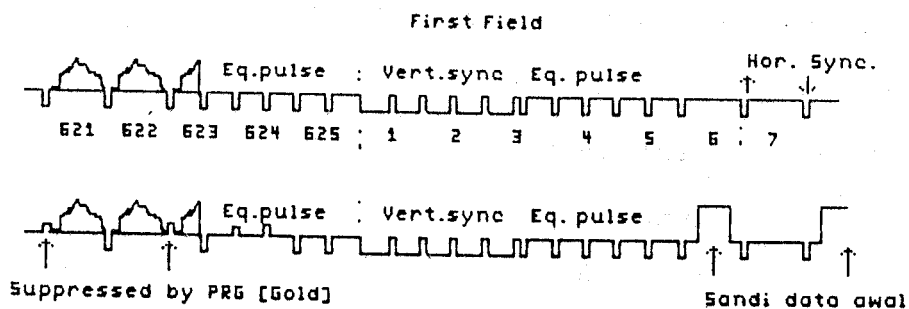
Untuk itu pada sisi pengirim akan dilakukan penekanan pulsa sinkronisasi horisontal dengan pulsa acak yang dibangkitkan oleh PRG sehingga tidak mudah dibaca oleh setiap orang.

4.1.1. Penyandi (Encoder).

Mengingat bahwa sinyal video merupakan sinyal analog akan tetapi mempunyai pulsa sinkronisasi yang dapat dianggap sebagai pulsa digital maka dalam penyandian ini sinyal informasi video akan tetap berupa sinyal analog sedangkan pulsa sinkronisasinya akan diolah sebagai pulsa digital yang acak.

Pengacakan pada sinkronisasi horisontal ini akan menggunakan PRG sebagai pembangkit sinyal acak semu. Pseudo Random Generator yang dipilih harus berupa PRG maksimal, untuk kemudian dikembangkan menjadi pembangkit kode Gold agar semakin sulit untuk ditemukan sandinya.

Mengingat bahwa kombinasi output PRG ditentukan oleh data awal yang diberikan pada tiap register maka untuk meningkatkan variabilitas kombinasi penekanan pulsa sinkronisasi horisontal diperlukan sandi data awal. Sandi ini akan ditempatkan pada VBI (Vertikal Blanking Interval).



Gambar 4.1.
Konsep Sinyal Penyandian

4.1.2. Pemecah Sandi (Decoder).

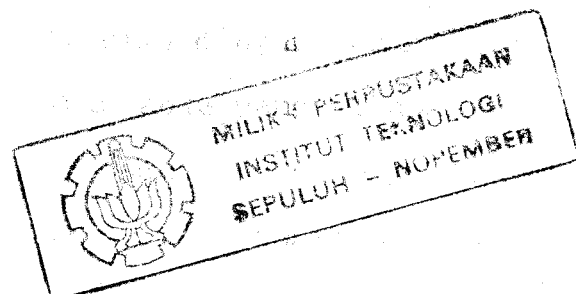
Pada sisi penerima harus mempunyai rangkaian pemecah sandi (decoder) yang mengembalikan bentuk sinyal gambar seperti asalnya.

Data yang diterima dari VBI akan sangat menentukan kombinasi pulsa sinkronisasi yang dihasilkan. Bila salah satu dari data ini tidak dapat diterima dengan benar maka penerima (decoder) akan menghasilkan kode yang salah.

Mengingat bahwa noise pada saluran dapat menyebabkan kesalahan (error) pada penerima maka dibutuhkan suatu teknik yang benar benar dapat menjamin keaslian data awal pada Vertikal Blanking Interval.

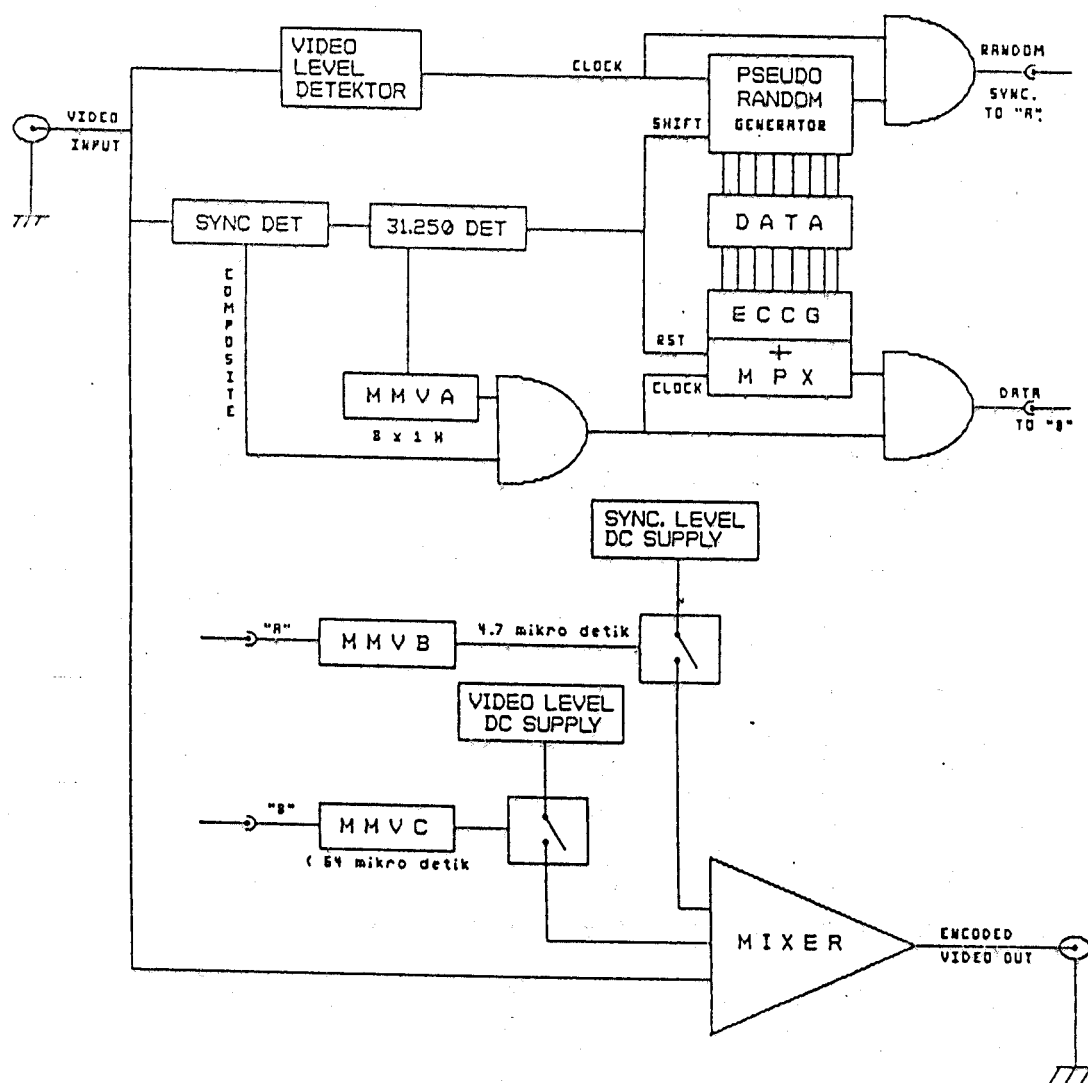
Memenuhi persyaratan itu, pada data awal akan diterapkan teknik penyandian yang tidak hanya mengetahui data yang diterima berupa data yang salah (Error Detection) akan tetapi juga harus dapat memperbaikinya. Untuk itu akan dibuat teknik penyandian dengan prinsip kode Hamming sebagai Error Correcting Code (kode pembenar kesalahan) pada sisi pengirim. Kode ini dipilih dengan pertimbangan kemampuannya untuk mengkoreksi dan implementasinya.

Konsep sistem teknik perencanaan penyandi mula-mula akan dibahas berupa blok diagram secara menyeluruh dan kemudian akan diuraikan setiap sub blok yang menunjang sistem ini.



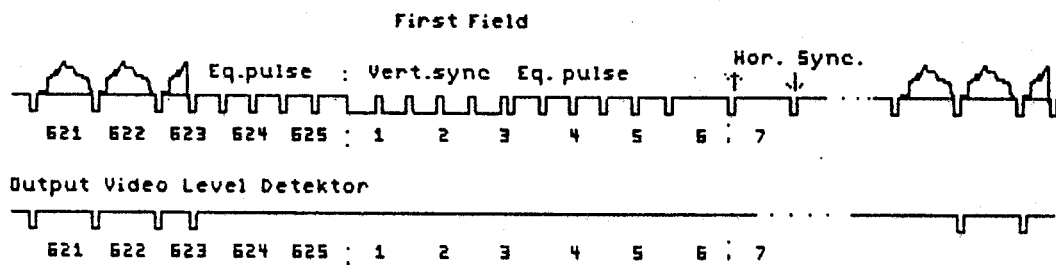
4.1.3. Blok Diagram.

Blok diagram sistem yang dirancang untuk dapat memenuhi konsep diatas adalah sebagai berikut :



Gambar 4.2.
Blok Diagram Encoder

Video level detektor berfungsi mendeteksi adanya informasi sinyal gambar. Pada perioda sinkronisasi vertikal (VBI), tidak terdapat informasi gambar, dengan demikian output yang akan dihasilkan berupa :



Gambar 4.3.
Output Video Level Detektor

Pulsa ini dimanfaatkan sebagai sumber clock untuk PRG yang selanjutnya juga akan membentuk pulsa sinkronisasi horisontal buatan yang acak yang mempunyai lebar pulsa $4.7 \mu s$ (dibangkitkan oleh MMVB).

Pembangkit pulsa acak semu (PRG) menghasilkan pulsa dengan kombinasi yang ditentukan oleh data awal. Untuk membentuk data awal biner 8 bit dapat dilakukan dengan memasang DIP Switch Data BCD 4 bit. Output dari PRG ini selanjutnya akan disalurkan melalui titik sambung "A".

Sedangkan pemisah sinkronisasi (Sync. Separator) mendeteksi setiap pulsa yang berada dibawah level sinyal gambar dan output yang dihasilkan berupa pulsa sinkronisasi horisontal, vertikal dan pulsa penyama (ketiganya disebut sinkronisasi composite).

Untuk menentukan awal penyisipan kode pada VBI diperlukan suatu pulsa yang dimiliki baik oleh field genap maupun ganjil berupa pulsa sinkronisasi vertikal bersama pulsa penyamanya. Karena pulsa-pulsa ini mempunyai frekuensi 31.250 Hz maka rangkaian yang ditunjukkan untuk ini disebut detektor 31.250.

Output dari detektor ini akan mempersiapkan data yang akan disisipkan pada VBI berupa reset pada multiplexer dan menggeser (shift) data awal pada PRG.

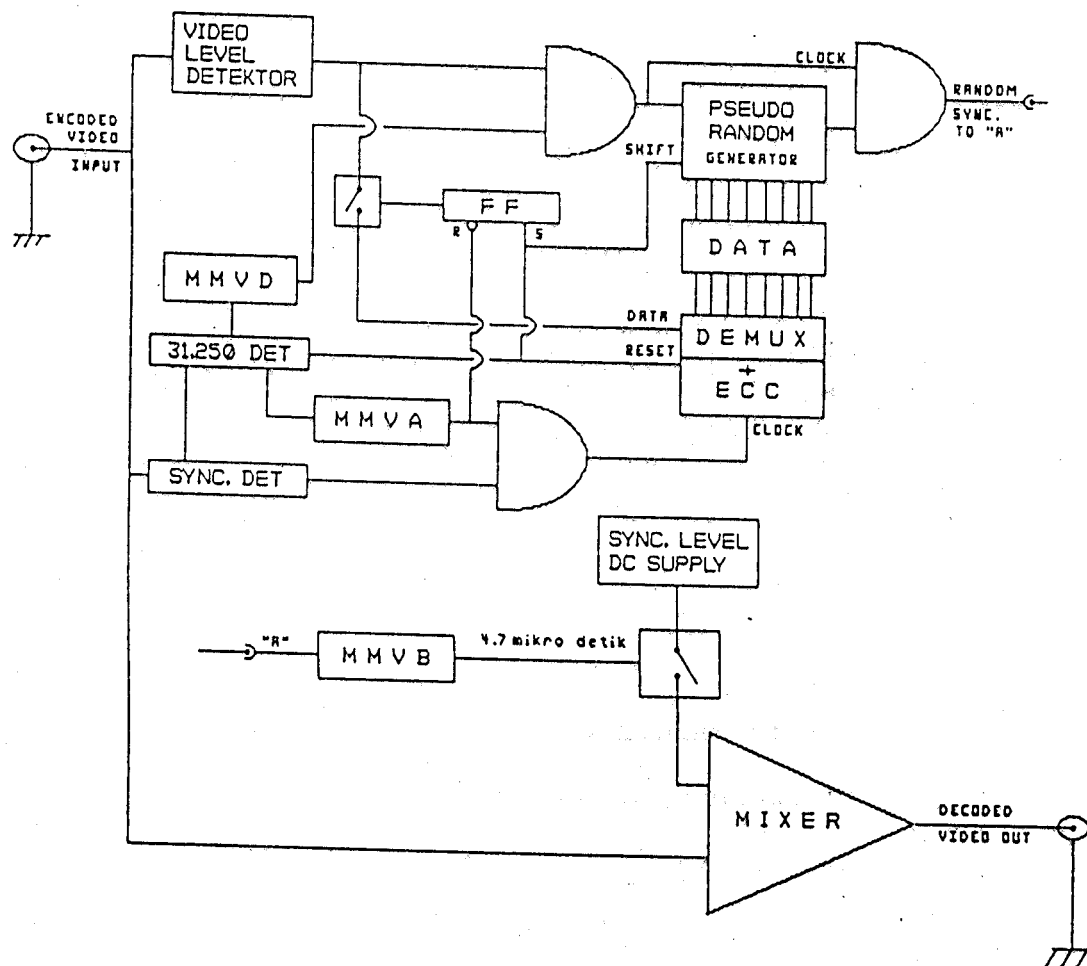
Monostabil MMVA berfungsi untuk memberikan batas waktu pengiriman data dari Multiplexer. Untuk 8 bit data yang direncanakan memerlukan waktu tunda $\pm 8 \times 64 \mu\text{s}$ atau 512 μs .

Data paralel dari DIP Switch 4 bit akan disandikan terlebih dahulu oleh ECCG (Error Correcting Code Generator) menjadi data 8 bit dan akan dikirim secara serial oleh Multiplexer (MPX) dengan waktu yang sinkron pada pulsa sinkronisasi composite. Data awal PRG ini keluar pada titik sambung "B".

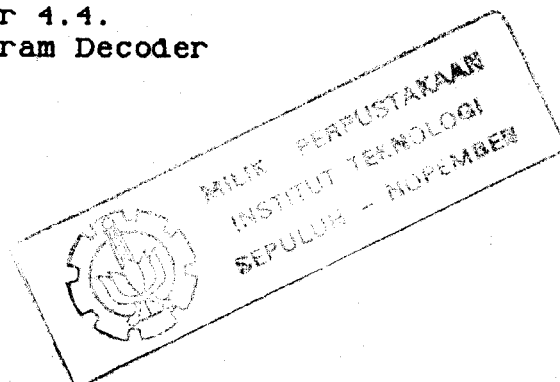
Monostabil MMVB dan MMVC masing-masing membentuk waktu tunda selebar waktu pulsa sinkronisasi horisontal (4.7 μs) dan periode informasi sinyal gambar (64 μs -12 μs = 52 μs).

Bagian Mixer akan mencampur sinyal informasi gambar sebenarnya dengan pulsa peredam dan pulsa data awal. Output yang dihasilkan telah berupa sinyal video yang telah disandikan.

Pada bagian penerima akan dibuat sistem yang dapat mengembalikan sinyal yang diterima menjadi sinyal gambar yang sebenarnya. Blok diagram decoder akan berupa :



Gambar 4.4.
Blok Diagram Decoder



Pada penerima (decoder) mempunyai bagian yang hampir sama dengan penyandi. Perbedaan hanya terletak pada Demultiplexer (Demux) yang membutuhkan data awal yang terdapat pada VBI, data ini dapat diperoleh dari output video level detektor..

Output detektor 31.250 akan memberikan isyarat agar Demux mulai menerima data awal selama selang waktu yang ditentukan oleh MMVB (8x 1H).

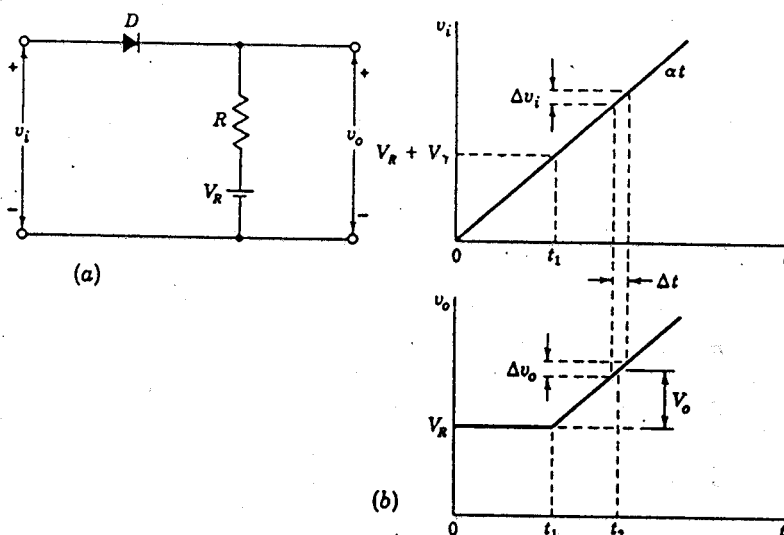
Data ini akan diperiksa kebenarannya oleh Rangkaian ECC (Error Correcting Circuit) yang akan memperbaiki data yang salah. Selanjutnya data yang telah diperbaiki akan dipergunakan sebagai data awal pada PRG.

4.2. RANGKAIAN PENUNJANG.

4.2.1. Video Level Detektor.

Rangkaian untuk mendeteksi level sinyal video berupa penguat analog nonlinear yang lebih dikenal dengan sebutan Clamped Comparator. Pada dasarnya, prinsip kerja sebuah Clamped Comparator merupakan gabungan antara pembanding dan penjepit (comparator & clamper).

Sebuah komparator merupakan rangkaian yang membandingkan sinyal input dengan tegangan referensi yang ditentukan. Prinsip kerja rangkaian ini dapat dilihat pada gambar 4.5.



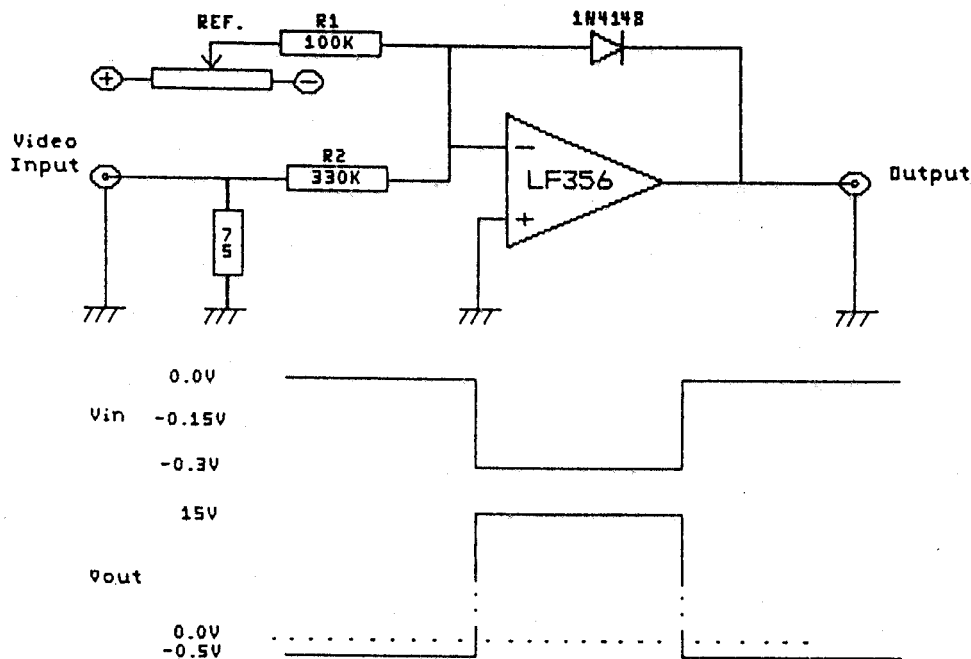
Gambar 4.5. 33)
Prinsip Komparator

Bila sebuah sinyal linear diberikan pada rangkaian itu dan terlihat pada saat $0 \leq t < t_1$, jumlah sinyal input V_i yang jatuh pada dioda D_1 kurang dari V_R (V_R = tegangan referensi) maka pada output akan terdapat tegangan V_o yang sebesar tegangan V_R .

Bila sinyal V_i melampaui batas referensi V_R maka pada dioda terjadi tegangan arah maju (forward bias) sehingga bentuk output V_o akan sama dengan V_i .

Rangkaian diatas masih menggunakan komponen pasif. Agar menghasilkan penguatan, diperlukan rangkaian aktif. Salah satu konfigurasi komparator aktif yang menggunakan Operasional Amplifier diperlihatkan pada gambar 4.6.

33) Jacob Millman & C.C. Halkias, Integrated Electronics, McGraw-Hill Inc, 1972, hal. 100.



Gambar 4.6. 31)
Negatif Clamped Comparator

Bila jumlah arus I_{ref} dan I_{in} yang masuk pada titik "A" adalah positif maka rangkaian diatas akan menyerupai rangkaian logaritmis amplifier yang memenuhi persamaan :

$$I_f = I_0 e^{V_f / \tau V_T} \quad 35)$$

dan

$$V_o = -V_f = -\tau V_T [\ln (V_{in}/R) - \ln I_0]$$

Untuk $V_{in}/R < 1 \text{ mA}$, nilai $V_o > -0.5 \text{ Volt}$.

Akan tetapi bila jumlah arus $I_{ref} + I_{in}$ menjadi negatif maka rangkaian diatas merupakan open loop gain amplifier karena dioda dalam keadaan reverse bias. Dan beda tegangan antara input invertng dan non-invertng akan menghasilkan tegangan output $V_o = -V_{SS}$.

Bentuk sinyal output yang dihasilkan sesuai masukannya dapat dilihat pada gambar 4.6. diatas.

31) Fredrick W. Hughes, *Op Amp Handbook*, Prentice-Hall Inc, 1981, hal. 192.

Besarnya nilai resistor R1 dan R2 ditentukan dengan prosedur sebagai berikut : 35)

1. Ditentukan nilai R1, umumnya sebesar 100 K Ω .
2. Besarnya tegangan input (sinyal video) V_{in} diketahui sebesar 1 Vpp (standar EIA).
3. Dihitung

$$R2 = \frac{R1 \cdot V_{in}}{V_{ref}}$$

dimana V_{ref} akan diatur sehingga tepat berada sedikit diatas level sinkronisasi (± 0.3 V).

Dari prosedur diatas, diperoleh nilai R1 = 100 K Ω dan nilai R2 = 330 K Ω .

Mengingat bahwa impedansi output dari video pattern generator sebesar 75 Ω (standar EIA), maka untuk menyesuaikan diperlukan tahanan terminasi sebesar 75 Ω (terpasang 47 Ω dan 27 Ω).

Pada sumber tegangan referensi, terdapat tahanan geser (trim potensiometer) yang berfungsi sebagai attenuator. Tegangan output yang dihasilkannya akan memberikan arus melalui R1 menuju input operasional amplifier.

Operasional amplifier yang dipilih sebagai video level detektor adalah Op-Amp dengan nomer tipe LF 356 yang mempunyai karakteristik noise lebih baik daripada LM 741.

35) locit.

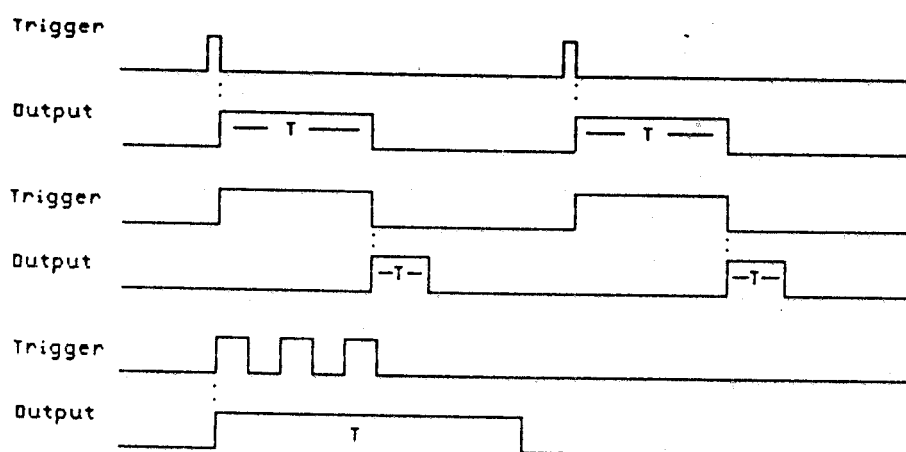
4.2.2. Monostabil Multivibrator.

Sesuai dengan namanya, monostabil multivibrator adalah multivibrator yang stabil pada satu keadaan tertentu. Multivibrator ini sering disebut juga sebagai rangkaian single shot.

Rangkaian ini dapat dimanfaatkan untuk :

- Memperlebar pulsa sempit dan menghasilkan lebar pulsa sesuai yang diinginkan.
- Mempersempit lebar pulsa.
- Bloking pulsa yang tidak diinginkan.

Timing diagram fungsi multivibrator ini diperlihatkan pada gambar 4.7.



Gambar 4.7. 36)
Fungsi Multivibrator

36) Louis Nashelsky, Introduction to Digital Computer Technology, John Wiley & Sons Inc, 1972, hal. 247.

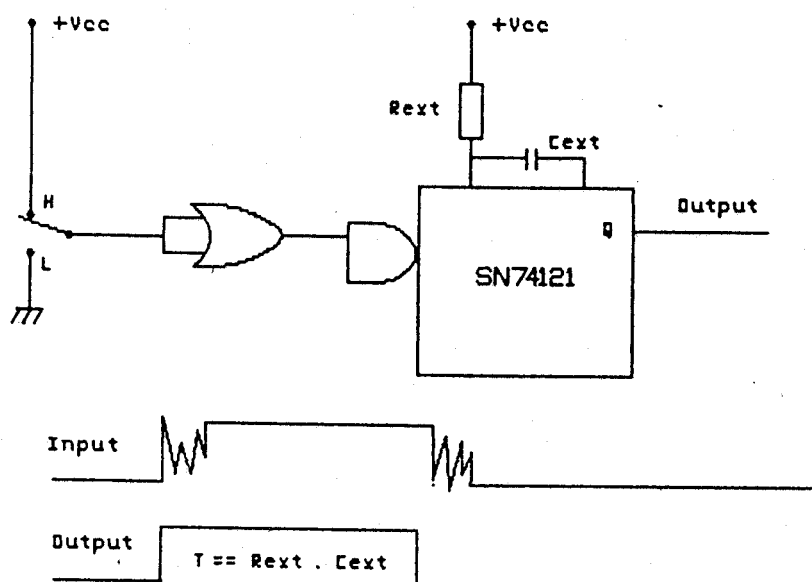
Untuk menghasilkan fungsi multivibrator ini dapat digunakan beberapa macam rangkaian elektronika akan tetapi saat ini sudah tersedia rangkaian terintegrasi (IC) single shot unit.

IC ini hanya memerlukan beberapa komponen pasif yang akan menentukan waktu tunda yang diinginkan. Dengan melihat lembar data yang diberikan oleh pembuatnya, rumusan interval waktu yang sebanding dengan komponen pasif tambahan dapat dihitung.

Single shot multivibrator dapat dibedakan menjadi :

- a. Nonretrigerable Single Shot.
- b. Retrigerable Single Shot.

Salah satu IC yang termasuk nonretrigerable berupa IC TTL tipe SN 74121 seperti tergambar dibawah ini :

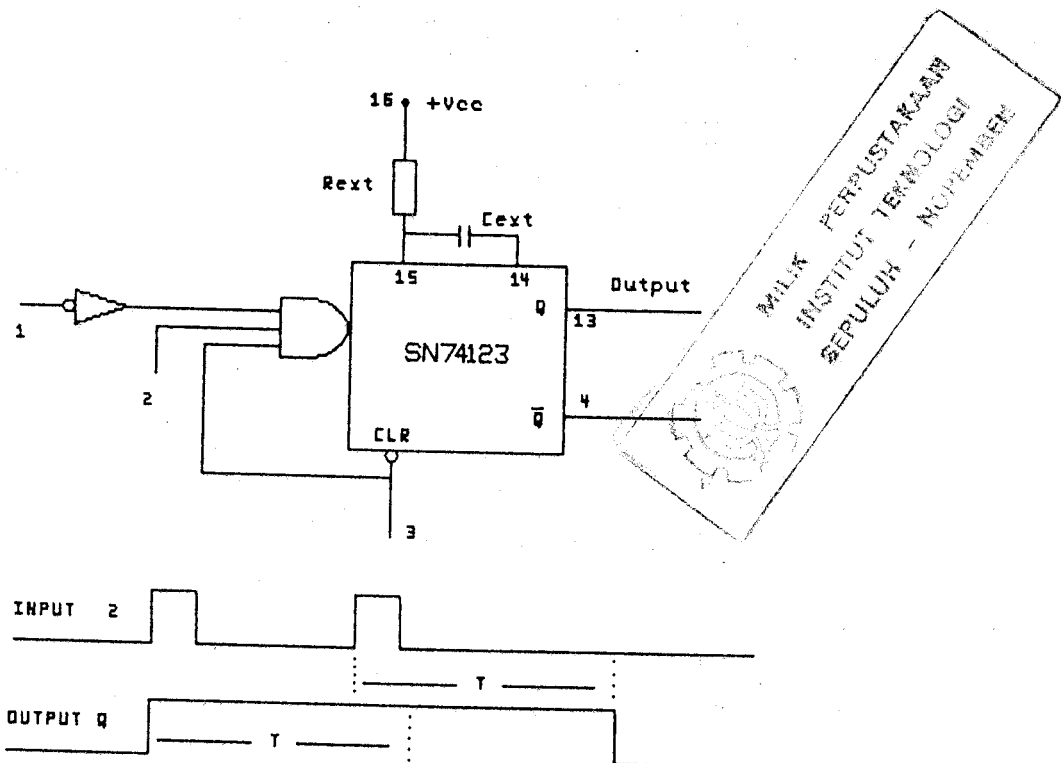


Gambar 4.8. 37)
Nonretrigerable MMV

37) Ibid, hal. 251.

Nonretrigerable single shot banyak dipakai sebagai bloking pulsa berulang yang tidak diinginkan, biasanya terjadi pada perubahan posisi saklar yang mengakibatkan contact bouncing. Pulsa berulang yang tidak diinginkan ini (lihat gambar 4.8) tidak akan berpengaruh pada output MMV.

Untuk mendeteksi adanya pulsa sinkronisasi vertikal dari sinyal video maka pulsa triger berikutnya diharapkan dapat memperpanjang waktu aktif dari output MMV, karena itu lebih tepat bila digunakan yang retrigerable. Pengaruh input pada output single shot tipe ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini ;

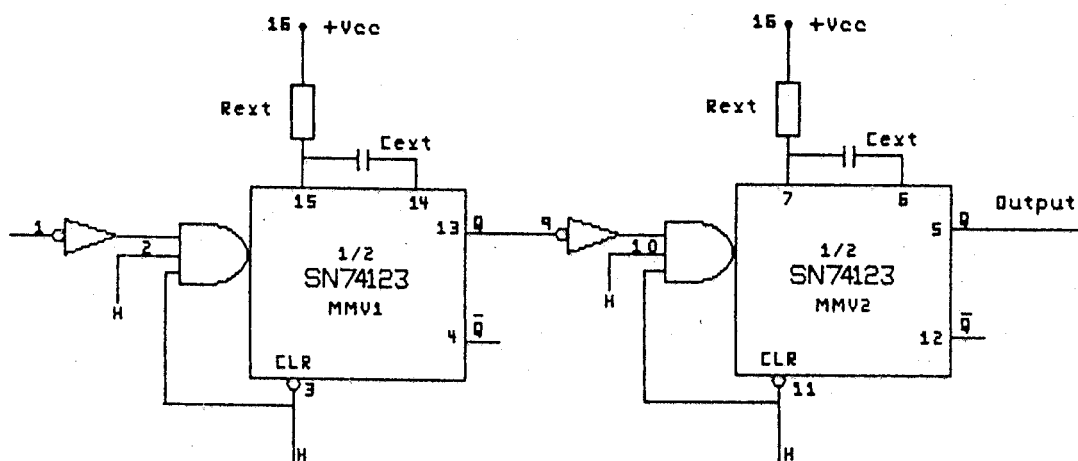


Gambar 4.9. 30)
Retrigerable MMV

30) Ibid, hal. 252.

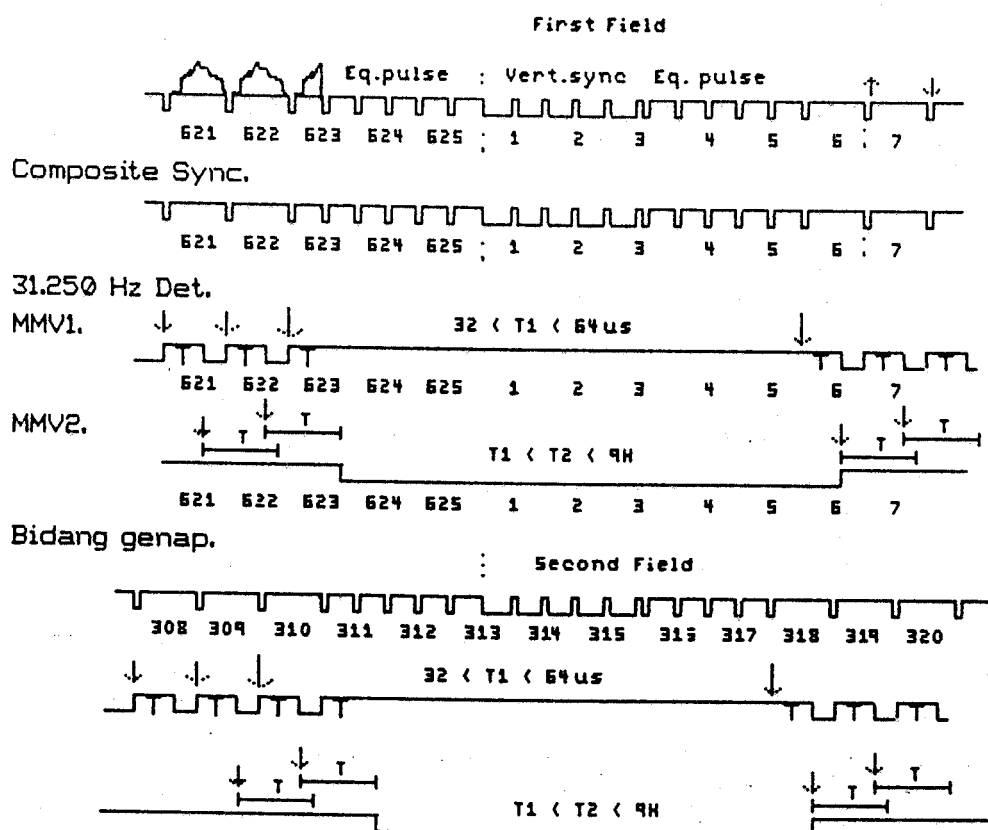
Dengan melihat karakteristik kedua tipe MMV itu maka dipilih tipe retrigerable yang memenuhi kriteria sesuai konsep disain yang diinginkan.

Pemakaiannya antara lain pada detektor 31.250 yang terdiri dari dua buah MMV, dengan konfigurasi sebagai berikut :



Gambar 4.10.
Detektor 31.250.

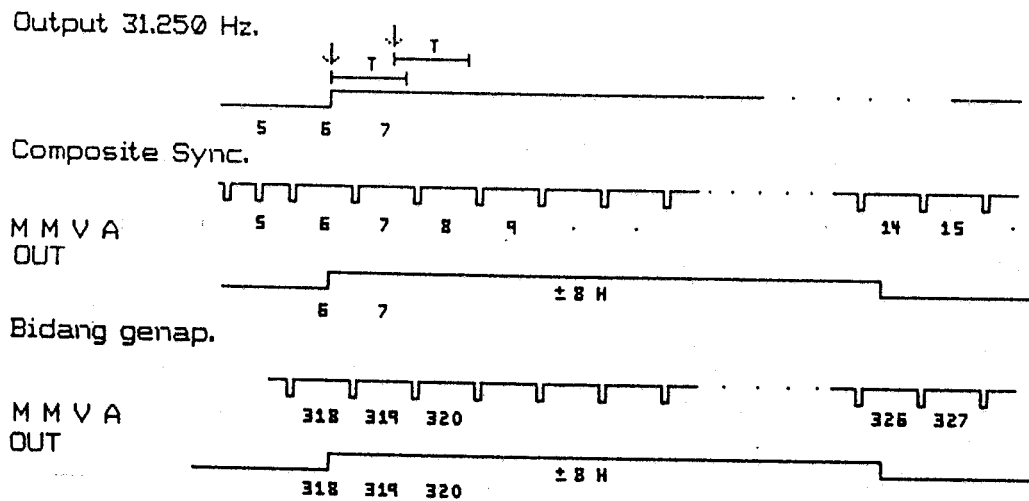
Interval waktu yang dibutuhkan oleh MMV1 adalah antara 32 μ s dan 64 μ s. Sedangkan MMV2 antara T1 dan 9H (1H = 64 μ s). Timing diagram proses pendeteksian ini diperlihatkan pada gambar 4.11.



Gambar 4.11.
Timing Diagram Detektor 31.250.

MMVA harus mempunyai lebar pulsa $\pm 8 H$ (panjang data awal 8 bit), dengan titik awal yang sesuai output detektor 31.250. Dari gambar 4.13, terlihat bahwa pada akhirnya sinkronisasi komposit hanya dapat memberikan pulsa clock pada MPX atau DEMUX hanya dan hanya bila terdapat output aktif dari pulsa MMVA ini.

Yang terakhir, MMVB sebagai pembentuk pulsa sinkronisasi horisontal harus mampu menghasilkan waktu tunda $4.7 \mu s$ dan MMVC mempunyai lebar pulsa maksimum sinyal informasi gambar (kurang dari $52 \mu s$).



Gambar 4.12.
 Timing Diagram MMVA

Seluruh MMV yang digunakan pada sistem penyandi ini menggunakan IC TTL tipe SN 74123. Waktu yang dihasilkan oleh single shot ini ditentukan oleh lembar data yang ada sebagai berikut :

$$T = 0.45 \cdot RT \cdot C_{ext}$$

, untuk $C_{ext} > 1000 \text{ pF}$ dan $5K \Omega \leq RT \leq 260 K\Omega$.

Dimana T dalam nano detik, RT dalam K Ω dan Cext dalam pF.

Dari rumus itu, dengan mudah diperoleh nilai komponen tunda pada detektor 31.250 adalah :

Pada MMV1, $T_1 = 48 \mu s$, $C_{ext} = 10000 \text{ pF}$, $R_{ext} = 10.6 K\Omega$ (trim potensiometer 20 K Ω) sedangkan pada T2 = 100 μs diperlukan $C_{ext} = 22.000 \text{ pF}$, $R_{ext} = 10,1 K\Omega$ (trim potensiometer 20 K Ω).

Perioda MMVA adalah waktu penyisipan data pada VBI selama $8 \times 64 \mu\text{s} = 512 \mu\text{s}$. Kapasitor Cext yang dipilih senilai 50000 pF, sehingga Rext = 22 K Ω , untuk itu diperlukan resistor tetap 10 K Ω dan trimpot 20 K Ω .

Dengan cara yang sama, MMVB yang membentuk pulsa sinkronisasi horisontal 4.7 μs memerlukan Cext = 820 pF dan RT 12.7 K Ω (trim potensiometer 20 K Ω).

Yang terakhir adalah MMVC akan membentuk pulsa kode pembenar kesalahan (Error Correcting Code) selama separuh sinyal informasi gambar ($\pm 26 \mu\text{s}$) memerlukan Cext 5000 pF dan Rext 11.56 K Ω (trim potensiometer 20 K Ω).

4.2.3. Rangkaian ECCG dan Multiplexer (MPX).

Rangkaian Error Correcting Code Generator berfungsi sebagai sumber data yang menentukan sandi awal dari PRG. Data ini berasal dari DIP Switch 4 bit yang dikodekan menjadi 7 bit oleh IC SN7447. Data dari DIP Switch berupa bit m0, m1, m2 dan m3.

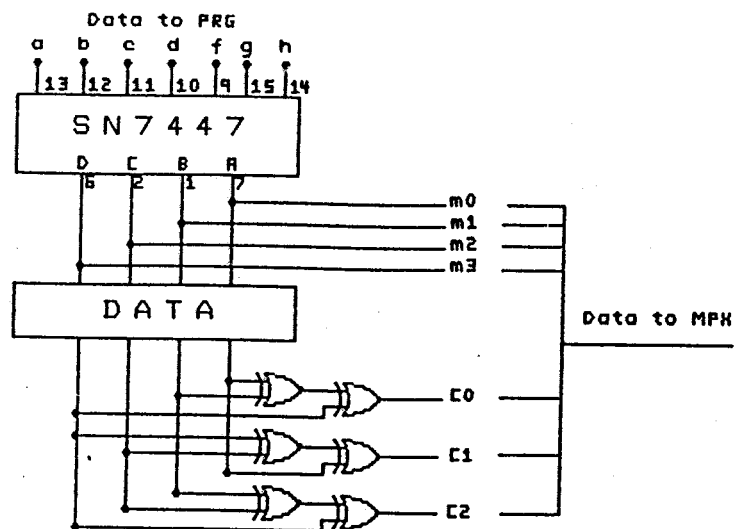
Selain itu untuk menghindari kesalahan yang mungkin dapat terjadi maka pada ECCG ini terdapat pembentuk redundancy bit c0, c1 dan c2. Persamaan yang membentuk bit ini adalah :

$$c0 = m0 + m1 + m3$$

$$c1 = m0 + m2 + m3$$

$$c2 = m1 + m2 + m3$$

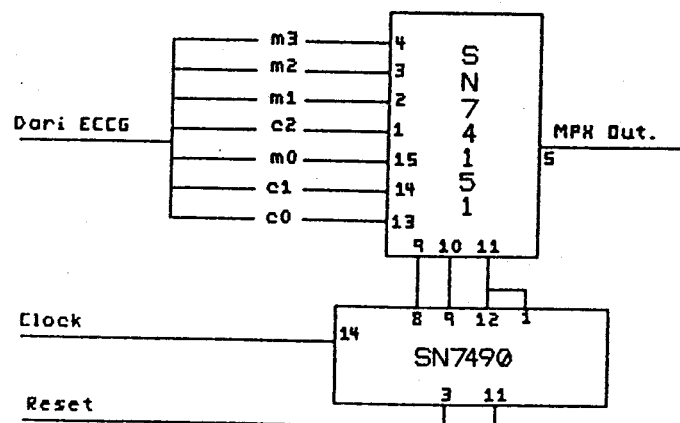
Rangkaian ECGG ini diperlihatkan pada gambar 4.13.



Gambar 4.13.
Rangkaian ECGG

Untuk selanjutnya data yang berupa $m_3m_2m_1c_2m_0c_1c_0$ akan dikirimkan ke multiplexer (MPX).

Pada dasarnya sebuah multiplexer adalah selektor data yang akan memilih data sesuai input yang diberikan. Bagian ini mempunyai beberapa terminal input namun hanya satu jalan keluar seperti gambar 4.14.



Gambar 4.14.
Rangkaian Multiplexer.

Rangkaian multiplexer akan melewatkan data sesuai pilihan pada input select, pada SN 74151 terdapat 3 bit input select sehingga dapat memilih 8 bit input. Pemilihan data ini dapat terjadi bila terdapat clock yang diberikan dari sinkronisasi horisontal dan output MMVB.

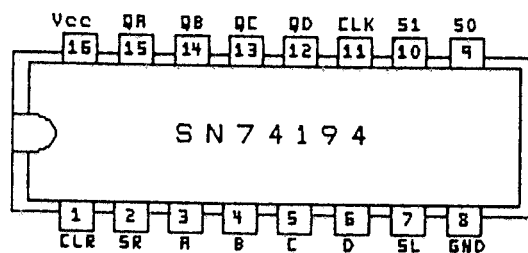
Dengan demikian data yang akan dikirimkan secara serial hanya terjadi pada saat pulsa aktif multivibrator MMVB.

Untuk mengembalikan input select pada posisi awal (000) maka pada penghitung IC SN 7490 akan diberikan pulsa reset setelah detektor 31.250 Hz.

4.2.4. Pseudo Random Generator (PRG).

Meskipun mempunyai persamaan yang rumit, PRG sangat mudah dibuat dengan rangkaian terintegrasi (IC) berupa shift register dan komponen feedback berupa gerbang exclusive OR.

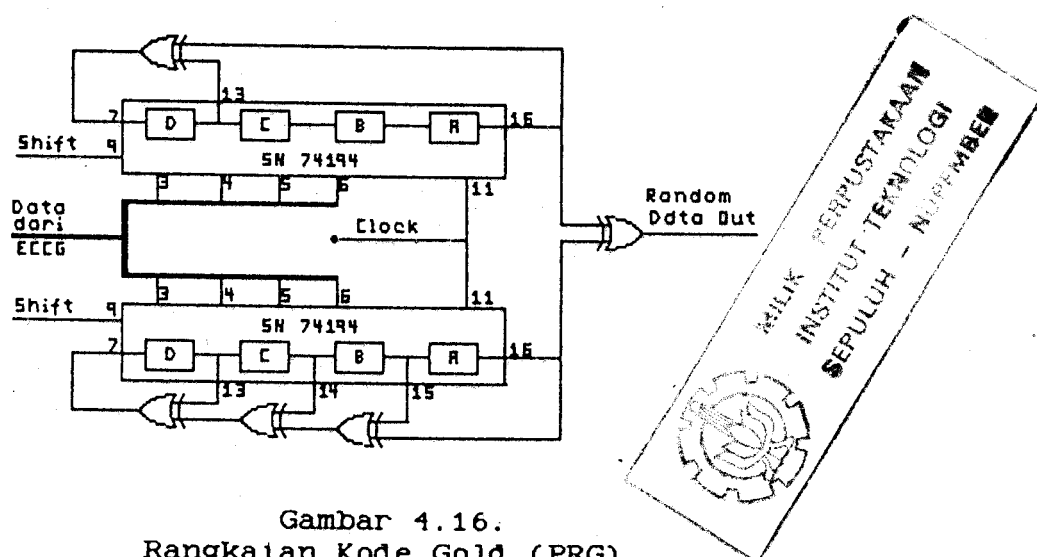
Salah satu rangkaian terintegrasi yang berfungsi sebagai register geser adalah IC TTL tipe SN 74194 yang mempunyai 4 buah register tiap kemasannya dengan susunan terminal sebagai berikut :



Gambar 4.15.
IC TTL SN 74LS194

IC ini setara dengan 46 gerbang dan memiliki serial input, paralel input, serial output, paralel output, saluran clear dan input clock sehingga data tidak akan berubah sebelum ada instruksi clock.

Dengan sarana itu akan dibentuk kode Gold yang berupa sepasang PRG maksimal dengan panjang register yang sama dan outputnya dijumlahkan pada modulo dua seperti terlihat pada gambar 4.16.



Gambar 4.16.
Rangkaian Kode Gold (PRG).

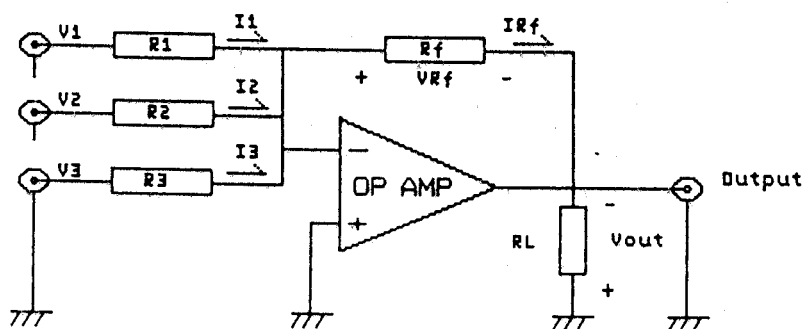
Pulsa clock didapatkan dari output video level detektor sehingga PRG akan tergeser pada saat adanya sinyal informasi gambar saja. Paralel data yang diberikan sebagai data awal pada PRG ini diambil dari rangkaian ECCG (Error Correcting Code Generator).

Isyarat untuk memindahkan (shift) data dari luar ke dalam SN 74194 didapatkan dari pulsa naik output detektor 31.250 Hz, sehingga data akan berpindah setelah pulsa vertikal dan penyamanya telah berlalu.

Selanjutnya output dari PRG ini akan dipakai untuk meredam pulsa sinkronisasi. Dengan mengumpankan output PRG ke rangkaian MMVA maka pulsa sinkronisasi dengan lebar 4.7 μ s dapat dihasilkan.

4.2.5. Rangkaian Mixer.

Semua pulsa yang dihasilkan dari pembangkit pulsa acak semu maupun penyandi data awal akan dimasukkan pada sebuah mixer penjumlah yang mempunyai prinsip kerja sebagai berikut :



Gambar 4.17.
Prinsip Rangkaian Mixer.

Dengan mengacu pada konsep virtual ground, arus yang masuk pada terminal input operasional amplifier adalah nol dikarenakan impedansi input amplifier yang sangat tinggi. Dengan demikian maka tegangan pada titik ini juga sama dengan nol.

Arus yang diberikan melalui masing-masing tahanan input adalah :

$$I_1 = V_1 / R_1$$

$$I_2 = V_2 / R_2$$

$$I_3 = V_3 / R_3$$

sesuai dengan hukum Kirchoff II, maka arus output menuju R_f adalah jumlah dari arus yang masuk (dari R_1 , R_2 dan R_3) sehingga

$$\begin{aligned} V_{Rf} &= I_{Rf} \times R_f \\ &= (I_1 + I_2 + I_3) \times R_f \\ &= \left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} \right) \times R_f \end{aligned}$$

Karena tegangan pada output (V_{RL}) terdapat pada satu loop terhadap V_{Rf} dan sesuai dengan hukum Kirchoff I jumlah tegangan dalam suatu loop harus sama dengan nol maka ;

$$\begin{aligned} V_{RL} &= - (V_{Rf}) \\ &= - \left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} \right) \times R_f \end{aligned}$$

dimana gain tiap saluran input ditentukan oleh perbandingan R_f terhadap resistor masing-masing saluran,

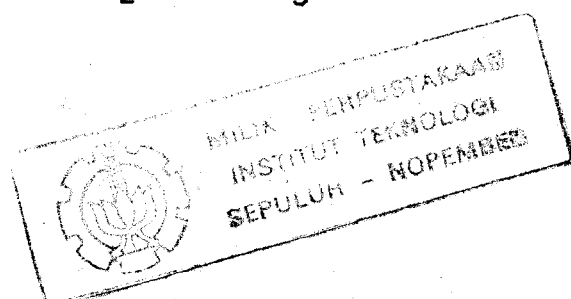
$$AV_1 = - (R_f / R_1)$$

$$AV_2 = - (R_f / R_2)$$

$$AV_3 = - (R_f / R_3)$$

sehingga

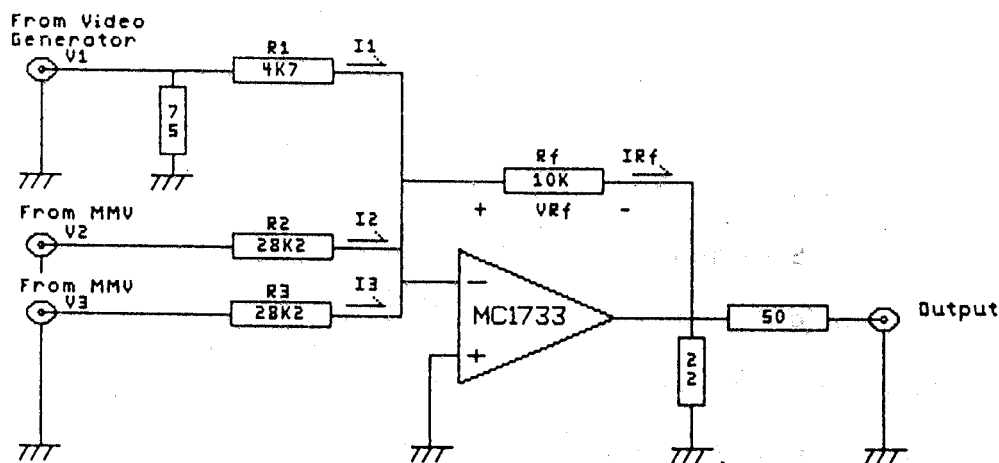
$$V_{out} = V_{RL} = AV_1 \cdot V_1 + AV_2 \cdot V_2 + AV_3 \cdot V_3$$



Dalam merencanakan mixer video ini dipilih tahanan input sumber sinyal video sebesar $4.7\text{ K}\Omega$ dengan penyesuai impedansi $75\ \Omega$ (terpasang seri $47\ \Omega$ dan $27\ \Omega$).

Untuk sumber input lainnya (catu daya pulsa sinkronisasi) yang berupa tahanan geser $100\text{ K}\Omega$, memerlukan tahanan seri sebesar $28.2\text{ K}\Omega$ (terpasang seri $27\text{ K}\Omega$ dan $1.2\text{ K}\Omega$).

Mixer video yang dirancang mempunyai rangkaian sebagai berikut :

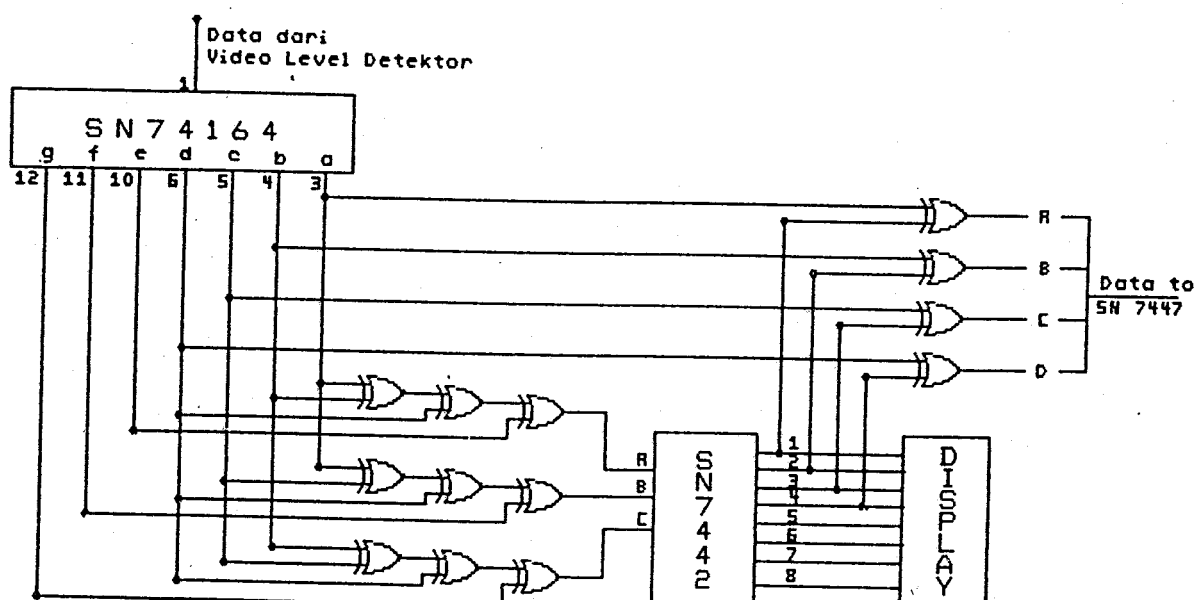


Gambar 4.18.
Rangkaian Mixer Video.

Dikarenakan impedansi output dari IC MC1733 ini sebesar $20\ \Omega$ maka diperlukan tahanan $22\ \Omega$ sebagai penyesuai impedansi dilihat dari IC Op-Amp. Untuk selanjutnya dari sisi penerima sinyal video memerlukan tahanan seri sebesar $56\ \Omega$ untuk mendekati impedansi input rangkaian berikutnya.

4.2.6. Rangkaian Decoder.

Rangkaian pada decoder (penerima) mempunyai bagian yang hampir sama dengan encoder, yaitu terdiri dari beberapa multivibrator, negatif clamped comparator, pembangkit pulsa acak dan mixer. Pada demultiplexer dan rangkaian pembenar kesalahan (Error Correcting Circuit) mempunyai susunan sebagai berikut :



Gambar 4.19.
Rangkaian Demultiplexer & ECC.

Pada demultiplexer menggunakan IC TTL tipe SN 74164 berupa register geser 8 bit dari sebuah saluran pada terminal input nomor 1. Setelah diproses dengan penjumlahan modulo 2 (Exor), data pada m0 hingga m3 dikoreksi apabila terjadi kesalahan. Nomor bit yang mengalami kesalahan akan ditampakkan pada display.

Data yang telah benar selanjutnya akan diumpangkan pada IC SN 7447 sebagai data awal pembangkit pulsa acak semu.

BAB LIMA PENGUKURAN

Prosedur pengukuran dalam tugas akhir ini dilakukan pada tiap blok rangkaian dengan urutan dari input hingga sampai pada tahap akhir berupa mixer video.

Sebagai sumber sinyal gambar dalam hal ini menggunakan Pattern Signal Generator model CB11A2 yang dibuat berdasarkan standard PAL oleh ShibaSoku Company, Japan. Level sinyal input yang diberikan sebesar 1 Vpp (standard EIA, Electronic Industrial Association) dengan berbagai macam informasi gambar.

Selain pengukuran level tegangan DC, hasil pengukuran ini dilakukan dengan pengamatan yang menggunakan Digital Storage Oscilloscope dual trace type DSS5020 (Kikusui, Japan) yang mempunyai coupling input untuk TV dan Low Pass Filter sehingga dapat menampilkan seluruh sinyal video komposit termasuk VBI atau mengamati beberapa field tertentu saja.

Selain itu keunggulan Digital Storage Oscilloscope ini dibandingkan Oscilloscope biasa lainnya adalah kemampuannya untuk mengamati suatu perubahan sinyal selama waktu yang relatif lama (storage & save system).

5.1. PERALATAN ENCODER

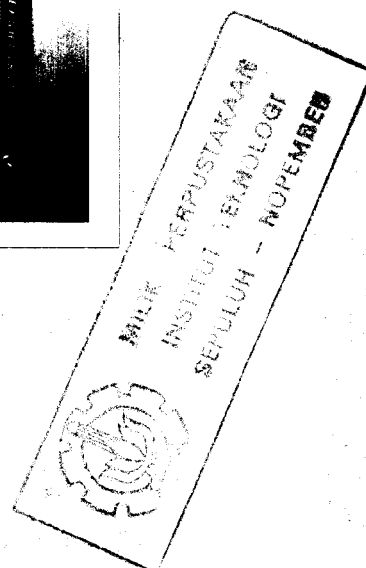
Pada peralatan penyandi (Encoder) yang dibuat, pencatu daya diletakkan pada tempat yang tersendiri agar Encoder mempunyai bentuk yang kecil. Encoder yang telah dirancang diperlihatkan pada gambar 5.1.



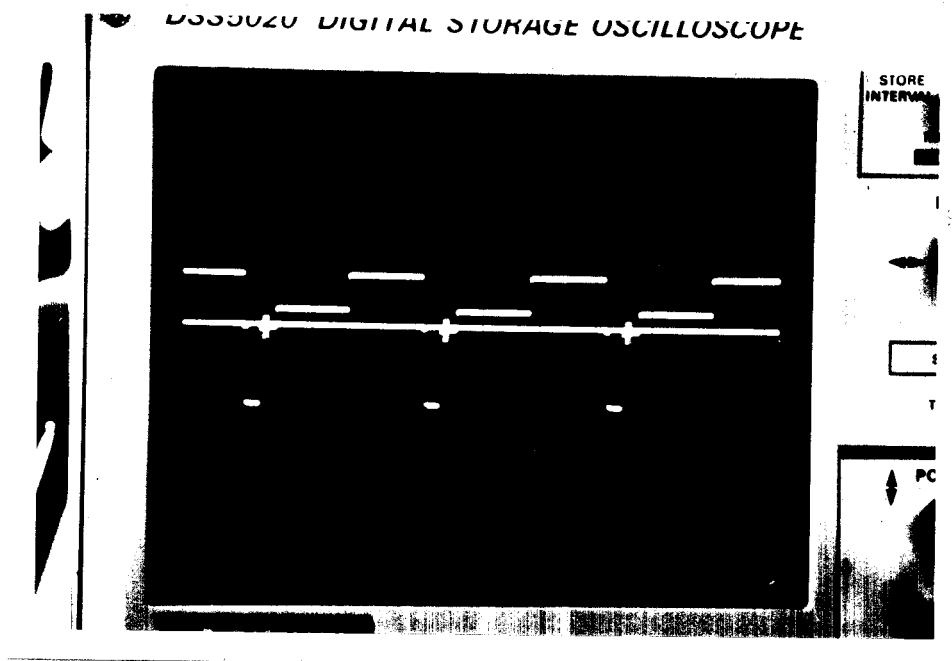
Gambar 5.1.
Penyandi (Encoder).

5.2. VIDEO LEVEL DETEKTOR

Catu daya yang dipasang pada bagian ini adalah tegangan simetri sebesar +15 dan -15 Volt DC dengan referensi ground 0 Volt DC. Input yang berupa sinyal video diberikan sebesar 1 Vpp.



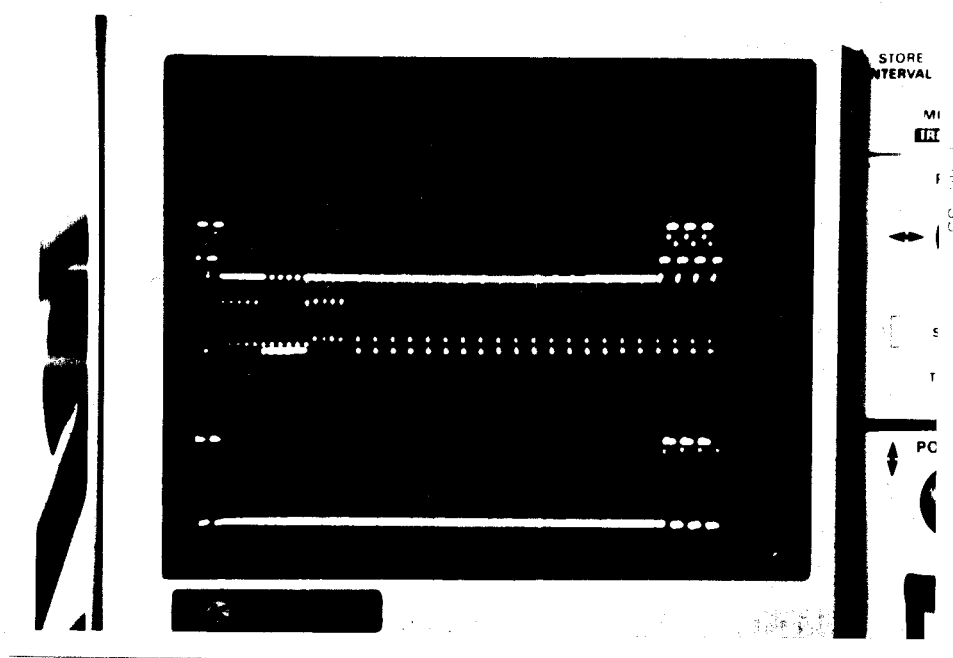
Tegangan referensi yang terpasang sebesar 0.35 Volt diukur dari titik 0 Volt. Taraf tegangan referensi dibandingkan terhadap sinyal video diperlihatkan pada gambar 5.2



Gambar 5.2
Tegangan Referensi Video Level Detektor

Pada setiap level sinyal input yang lebih rendah dari referensi yang dipasang akan menghasilkan output sebesar tegangan catu daya positif yang dipasang. Sebaliknya bila lebih besar dari tegangan referensi akan menghasilkan output sebesar -0.6 Volt.

Bentuk pulsa output rangkaian video level detektor ini diperlihatkan pada gambar 5.3.



Gambar 5.3.
Output Video Level Detektor

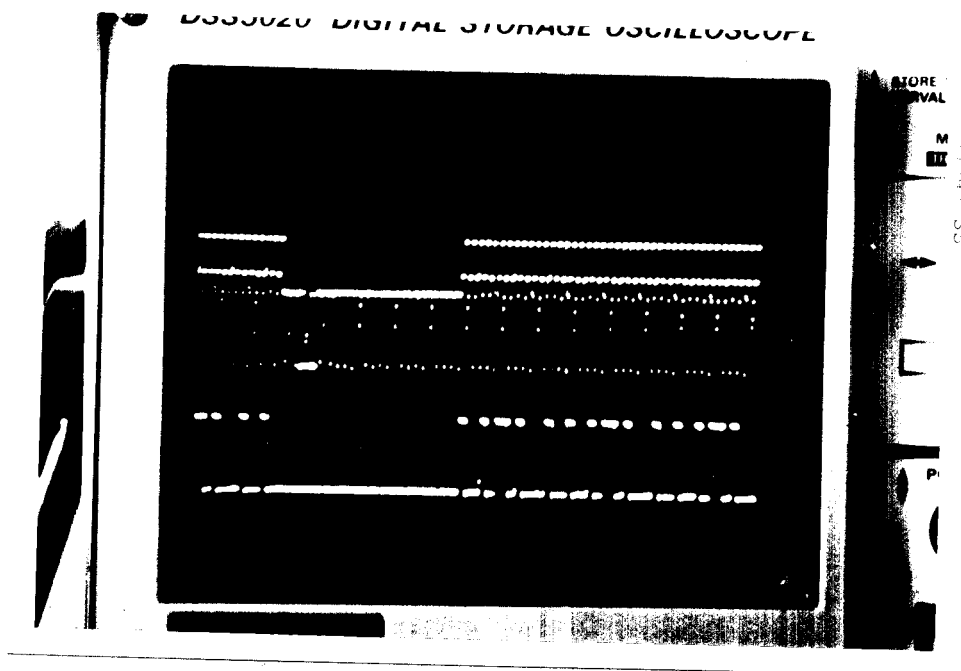
Pada vertikal blanking interval (VBI) tidak terdapat sinyal video sehingga pada hanya menghasilkan tegangan output 0.6 Volt (level rendah) saja. Sedangkan pada pulsa sinkronisasi horisontal lainnya, akan menghasilkan pulsa output setinggi tegangan catu daya positif.

Mengingat bahwa rangkaian berikutnya menggunakan IC TTL yang mempunyai level aktif sebesar 5 Volt saja maka diperlukan penyesuaian berupa Transistor yang berfungsi pula sebagai pembalik (inverter).

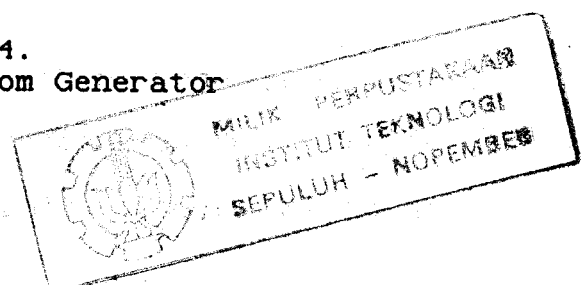
5.3. PSEUDO RANDOM GENERATOR

Shift register yang mendapatkan input clock dari video level detektor akan menggeser data input menuju output setiap kali pulsa clock diberikan. Data output akan dikembalikan pada bagian input sehingga akan menghasilkan suatu siklus tertentu sesuai dengan persamaan polinomial yang diuraikan sebelumnya.

Data awal dari register akan menentukan bentuk pulsa output. Data awal ini dimasukkan pada register secara paralel pada saat adanya pulsa tinggi pada terminal masukan "shift"



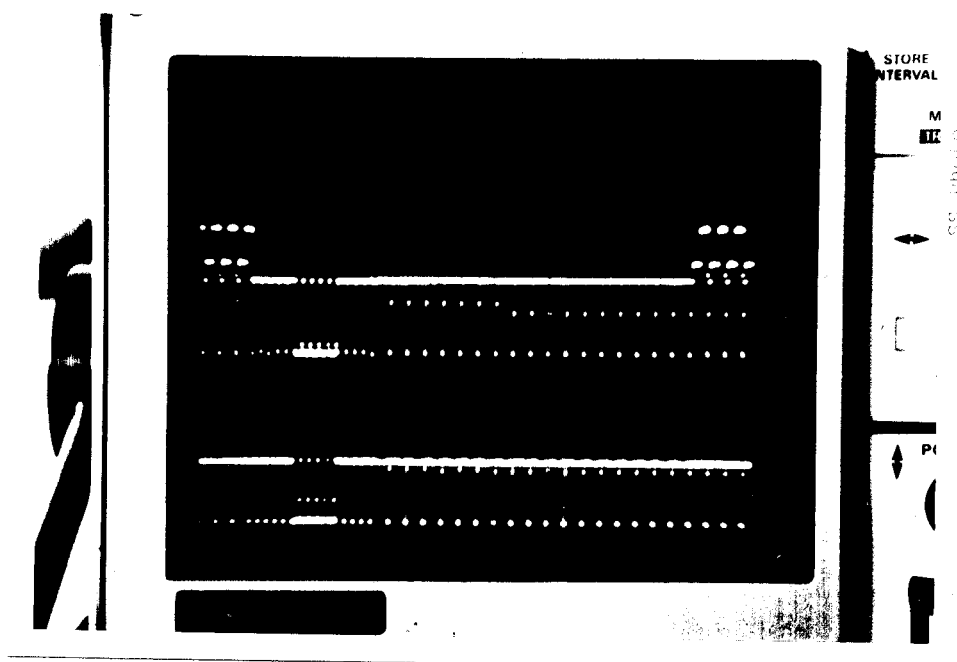
Gambar 5.4.
Output Pseudo Random Generator



Selanjutnya pulsa acak ini akan dikirimkan pada multivibrator yang akan memperbaiki lebar pulsa sinkronisasi horisontal ($\pm 4.7 \mu s$). Lebar pulsa yang telah sesuai akan dijumlahkan bersama sama dengan sinyal video komposit pada mixer video MC1733.

5.4. DETEKTOR SINKRONISASI

Mirip dengan Output Video Level Detektor akan tetapi tegangan referensi mempunyai level yang lebih rendah. Untuk tujuan mendeteksi semua pulsa sinkronisasi yang ada maka tegangan referensi dipasang antara - 0.3 Volt hingga - 0.2 Volt.

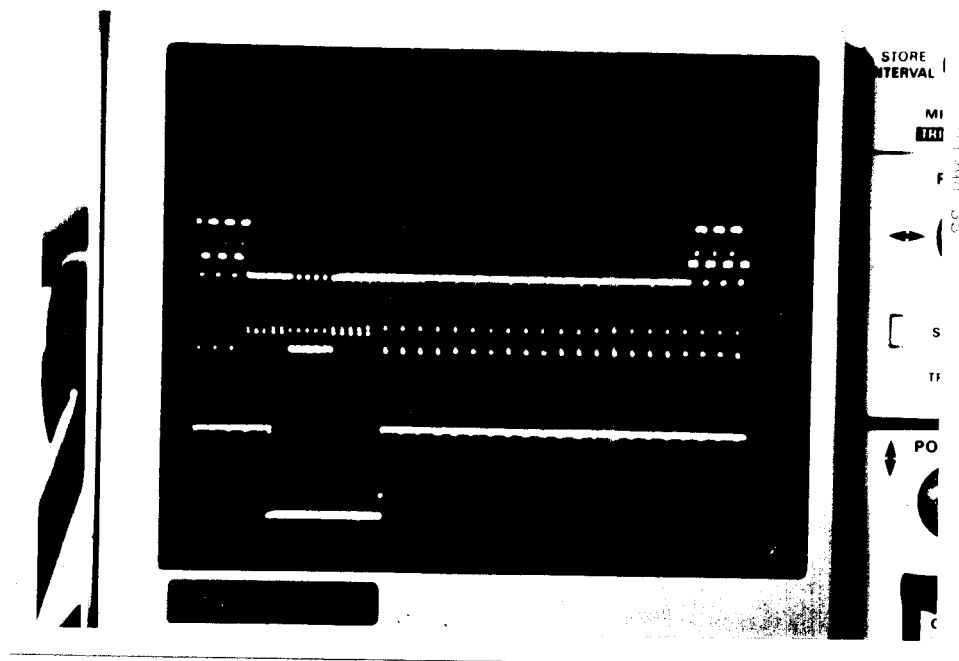


Gambar 5.5.
Output Detektor Sinkronisasi.

Berbeda dengan video level detektor, pada Vertikal Blanking Interval' juga terdapat pulsa sinkronisasi, sehingga Detektor Sinkronisasi menghasilkan pulsa pada daerah ini.

5.5. DETEKTOR 31.250 Hz.

Kode sandi sebagai data awal akan disisipkan pada VBI akan tetapi tidak terletak pada sinkronisasi vertikal maupun pulsa penyama dengan tujuan untuk mempertahankan karakteristik sinyal yang dibutuhkan penerima televisi sebagai sinkronisasi vertikal.



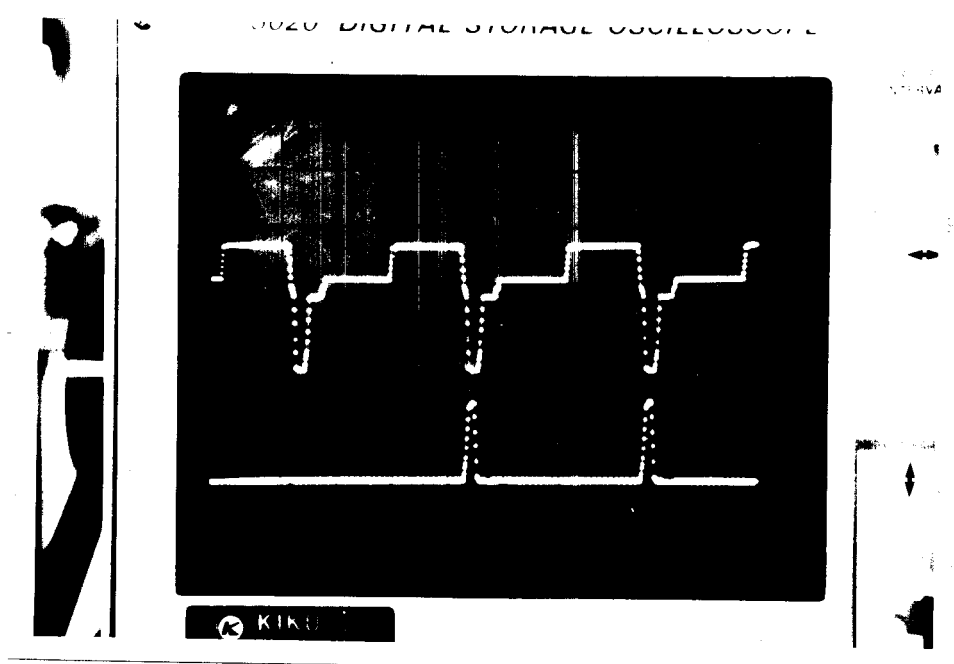
Gambar 5.6.
Output Detektor 31.250 Hz.

5.6. SINYAL VIDEO TERSANDI.

Peralatan penyandi sinyal TV diharapkan dapat menekan sinkronisasi horisontal pada field tertentu saja sesuai dengan pulsa acak yang dihasilkan PRG. Oscilloscope biasa akan menampilkan pembacaan sesuai kecepatan perubahan pulsa peredaman sehingga tidak dapat diikuti oleh mata biasa .

Oleh karena itu pada pengukuran ini digunakan Digital Storage Oscilloscope yang dapat mencuplik bentuk sinyal pada saat tertentu dan menampilkan pada periode waktu yang relatif lama.

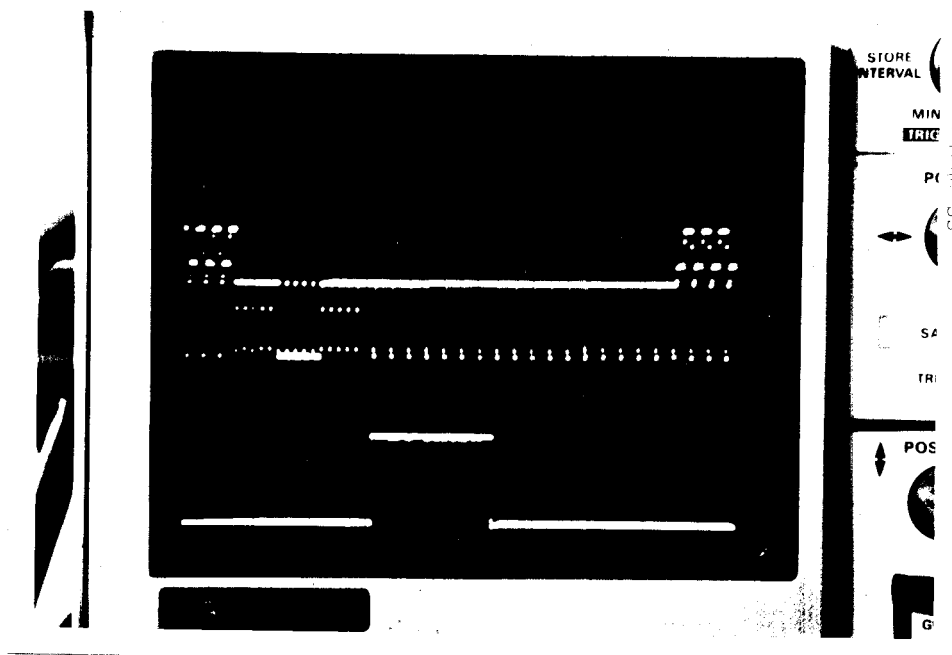
Saat penekanan pulsa sinkronisasi horisontal oleh output dari PRG secara acak diperlihatkan pada gambar 5.8.



Gambar 5.8.
Saat Penekanan Pulsa Sinkronisasi.

Pulsa sinkronisasi komposit yang berasal dari detektor sinkronisasi mempunyai dua macam perioda, pada sinkronisasi horisontal terjadi setiap $64 \mu\text{s}$ sekali sedangkan pada pulsa penyama dan sinkronisasi vertikal setiap $32 \mu\text{s}$ sekali (frekuensi 31.250 Hz).

Data awal hanya dapat disisipkan sesudah pulsa sinkronisasi vertikal dan penyamannya akan tetapi sejauh mungkin dari field awal yang tampak di layar. Mengingat data awal hanya 7 bit maka data yang disisipkan hanya memerlukan waktu selama 7 field seperti yang terlihat pada gambar 5.7.



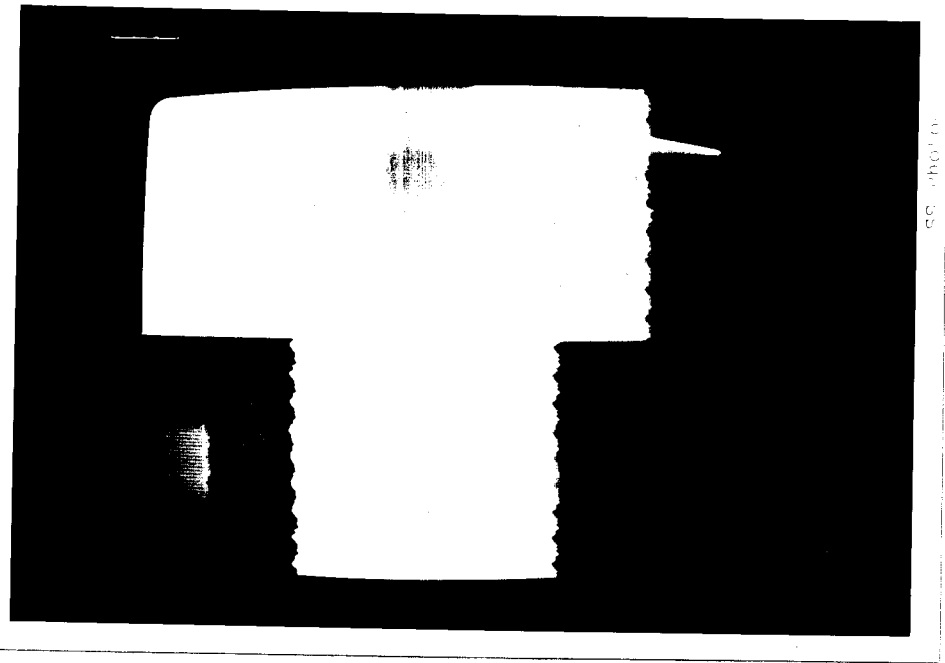
Gambar 5.7.
Perioda aktif penyisipan data awal.

Sedangkan sinyal video yang telah teredam diperlihatkan pada gambar 5.9.



Gambar 5.9.
Sinyal Video Tersandi.

Gambar dari bentuk sinyal itu adalah :



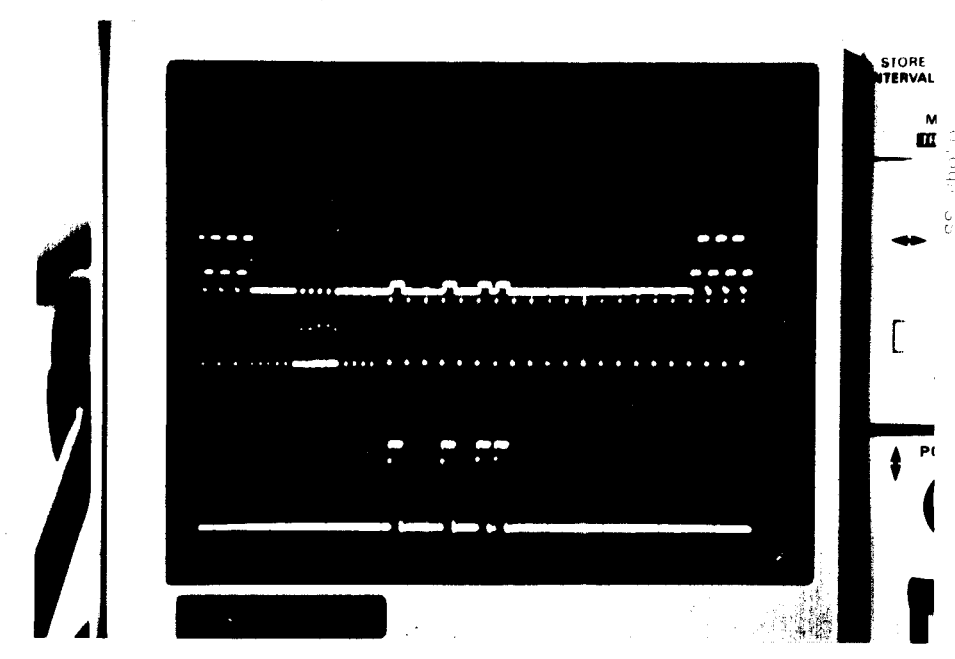
Gambar 5.10.
Gambar tersandi.

Karena pulsa sinkronisasi horisontal mengalami peredaman yang acak, pesawat penerima televisi tidak dapat menghasilkan gambar yang sempurna. Meskipun bagian gambar yang polos tampaknya seperti tidak tersayat akan tetapi sebenarnya bagian ini sudah tidak selaras dengan gambar sebenarnya.

5.7. PENYISIPAN SANDI AWAL

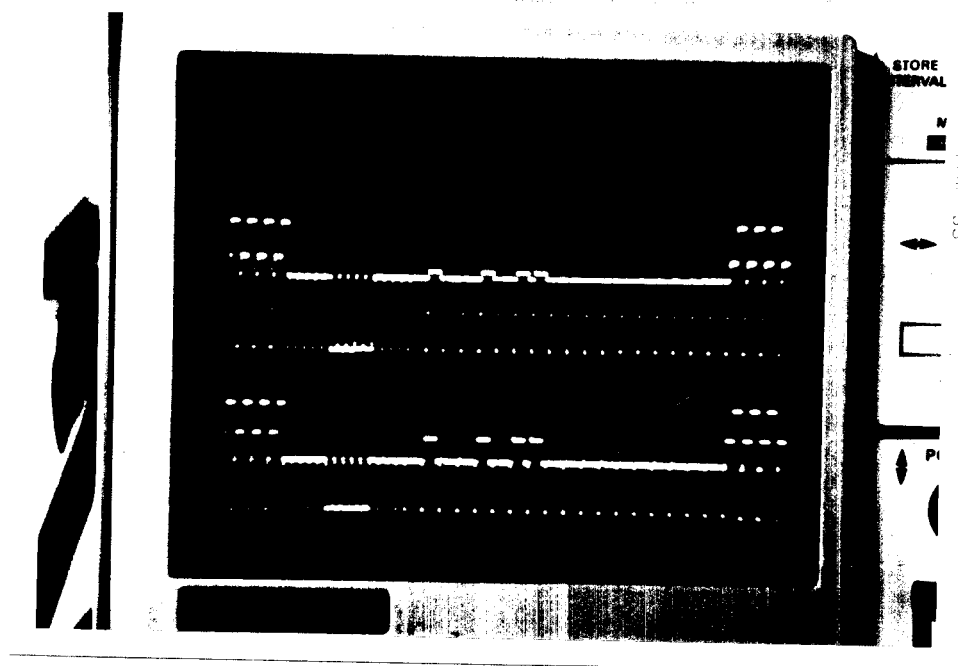
Sandi awal yang disisipkan pada vertikal blanking interval berupa kode biner Return to Zero dengan perioda 50 μ s (informasi video) tiap bit. Sandi awal ini secara keseluruhan berupa kode Hamming yang berjumlah 7 bit terdiri dari 4 bit data dan 3 bit pemeriksa.

Sandi awal kode Hamming ini diperlihatkan pada gambar 5.11.



Gambar 5.10. Data Awal PRG

Sandi itu kemudian disisipkan pada VBI dan menghasilkan sinyal output seperti gambar 5.11.



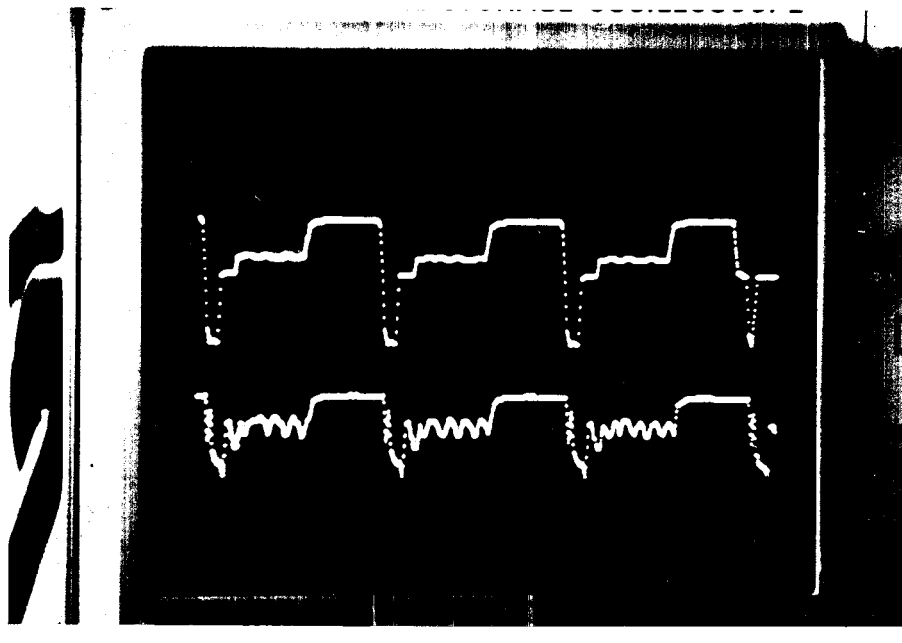
Gambar 5.11.
Kode Hamming yang disisipkan pada VBI.

5.8. PERALATAN DECODER

Pada Decoder dibangkitkan pulsa acak dan mempunyai saat penekanan yang tepat sama seperti pula penyandinya. Saat penekanan itu sama seperti pada gambar 5.8.

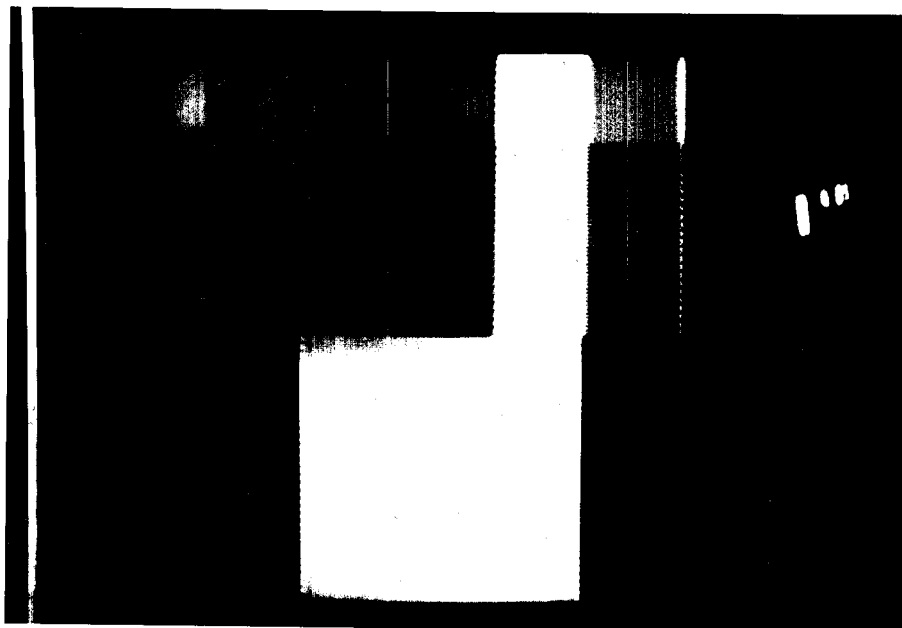
Rangkaian penunjang sistem Decoder ini mempunyai beberapa bagian yang sama dengan rangkaian Decoder (sesuai blok diagram). Pada setiap rangkaian yang mempunyai fungsi yang serupa, hasil pengukurannya adalah sama.

Sinyal video tersandi akan diproses sedemikian rupa sehingga dapat dihasilkan sinyal yang mendekati sinyal video yang sebenarnya.

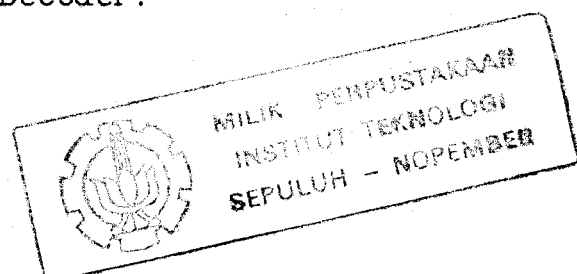


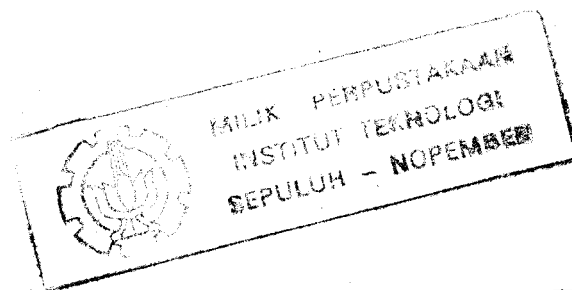
Gambar 5.12.
Output Decoder

Gambar tersandi yang sudah diproses pada bagian decoder akan menghasilkan gambar sebagai berikut :



Gambar 5.13.
Gambar Output Decoder.





BAB ENAM KESIMPULAN dan SARAN

Dengan selesainya pembuatan rangkaian penyandi sinyal televisi, konsep perencanaan sistem penyandian sinyal televisi dengan metoda suppressed synchronizing telah dapat diwujudkan.

Teknik pelacak kesalahan yang sekaligus dapat memperbaiki data (Error Correcting, Hamming Code) sudah dapat diperagakan dengan peralatan ini.

Rangkaian yang menunjang konsep penyandian ini cukup sederhana dan masih mempunyai kelemahan pada beberapa bagian, oleh karena itu masih memerlukan pengembangan lebih lanjut.

Hasil yang didapat dengan penyandian sinyal video analog ini berupa gambar yang tersayat saja. Masih terdapat bagian yang dapat dilihat pada penerima tanpa pembaca sandi (decoder), hal ini terutama terlihat pada bagian yang tidak mengandung garis vertikal.

Mengingat bahwa penerima televisi standar komersil yang ada dipasaran dapat menampilkan kembali sinyal video seperti semula maka dapat dikatakan bahwa sistem penyandian ini tidak merubah standar sinyal video yang telah ditetapkan.

Rangkaian pembangkit pulsa acak semu yang dibuat dengan meng-kombinasikan PRG maksimal menghasilkan rentetan pulsa acak dan tidak mudah diketahui sandinya.

Kombinasi output pulsa peredam dapat juga dibangkitkan dari rangkaian lain, misalnya kombinasi tersebut dipasang pada beberapa register dengan isi yang tetap dan kemudian akan dikeluarkan isinya satu per satu saat pulsa sinkronisasi. Cara yang lain untuk membenuk pulsa ini adalah dengan memanfaatkan mikroprosesor, akan tetapi kedua cara alternatif ini lebih mahal disamping keunggulan yang dimilikinya.

Untuk membentuk satu frame yang membutuhkan 625 garis (575 garis tampak) dengan benar, seseorang yang mencoba menemukan format peredaman hanya mempunyai kesempatan satu diantara kemungkinan yang terjadi (2^{575}).

Sedangkan kemungkinan untuk membaca sandi awal dengan benar (pada konfigurasi PRG yang tepat), terdapat 2^n kemungkinan (untuk n bit data tiap field).

S A R A N

Dengan meningkatnya nilai informasi pada masa yang akan datang, teknik penyandian sinyal video akan semakin berkembang dan konsep dasar ini perlu ditingkatkan lagi sehingga lebih efisien dan bermanfaat untuk berbagai keperluan. Pada perencanaan ini, sandi awal yang disisipkan pada Vertikal Blanking Interval berupa kode RZ-L dan hanya terdiri dari satu bit tiap field.

Untuk selanjutnya data ini dapat dikembangkan menjadi beberapa bit tiap field sehingga dapat menampilkan sebaris karakter pada layar monitor setiap ulasan. Sistem ini lebih dikenal dengan nama Teletext yang sudah dikembangkan di beberapa negara untuk melayani informasi ekonomi, meteorologi, hiburan dan sebagainya.

Dengan perkembangan teknik komputer yang sangat pesat, penyandian yang menggunakan sinyal digital akan lebih mudah dan aman dibandingkan pengolahan sinyal analog.

Bagian gambar dapat dirubah bentuk dan tempatnya setelah mengalami proses pada bagian memori, setelah itu secara serial dikirimkan pada penerima. Sedangkan pada bagian penerima diperlukan proses yang sebaliknya.

Dalam hal ini disarankan bagi yang berminat untuk mengembangkan teknik konversi analog ke digital (Analog to Digital Converter) yang mempunyai kecepatan dan bandwidth yang sesuai dengan sinyal video (5 MHz). Selain itu dalam proses real time, juga membutuhkan komputer dengan kecepatan proses yang sangat tinggi.

Mengingat bahwa Kode Hamming yang menggunakan rangkaian piranti keras (hard ware) pada pembuatan ini hanya dapat memperbaiki kesalahan bit tunggal (single bit error) maka disarankan pula pada yang berminat untuk mengembangkan sistem ini dengan teknik Error Correcting Code yang memanfaatkan piranti lunak (soft ware) untuk memperbaiki semua kesalahan yang dapat terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Boris Townsend, PAL Colour Television, Cambridge AT The University Press, Cambridge, 1970.
2. David R. Smith, Digital Transmission System, Van Nostrand Reinhold Company Inc, New York, 1985.
3. Dixon, Robert Clyde, Spread Spectrum Systems, John Willey & Sons Inc, Newyork, 1976.
4. Garry M. Miller, Modern Electronic Communication, Prentice Hall Inc, New Jersey, 1983.
5. Gulati, R.R., Colour Television Principles and Practice, Wiley Eastern Limited, New Delhi, 1988.
6. Howard W. Sams, Color TV Training Manual, Howard W. Sams & Co, Indianapolis, 1971.
7. John E. Cunningham, Cable Television, Howard W. Sams & Co, Indianapolis, 1986.
8. Kenneth T. Deschler, Cable Television Technology, Mc Graw Hill Inc, Singapore, 1987.
9. Louis Nashelsky, Introduction to Digital Computer Technology, John Wiley & Sons, New York, 1977.

10. Morris, Robert L., Miller, John R., Designing with TTL Integrated Circuits, Mc Graw Hill Inc, Tokyo, 1975.
11. Paul Bates, Practical Digital and Data Communication with LSI applications, Prentice Hall Inc, New Jersey, 1987.
12. Peyton Z., Peebles, Jr., Digital Communication System, Prentice Hall Inc, New Jersey, 1987.
13. S. Reka Rio, Ir, Teknik Reparasi Televisi Berwarna, PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 1983.
14. Simon, Marvin K & Co, Spread Spectrum Communications, Volume I, Computer Science Press, Maryland, 1985.
15. Suhana, Ir, Buku Pegangan Teknik Telekomunikasi, PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 1977.
16. Tugal, Dogan A., Tugal Osman, Data Transmission, Mc Graw Hill Inc, New York, 1982.
17. Wesley Peterson, W., E.J. Weldon, Jr, Error Correcting Codes, Massachusetts Institut Technology, Masachusetts, 1978.

Lampiran A

SISTEM STANDAR TELEVISI INTERNASIONAL

	AMERIKA UTARA DAN SELATAN TERMASUK AS, KANADA, MEKSIKO DAN JEPANG	EROPA BARAT TERMASUK JERMAN, ITALIA DAN SPANYOL	INGGERIS	PERANCIS	RUSIA
Garis setiap kerangka	525	625	625	625	625
Kerangka setiap detik	30	25	25	25	25
Frekuensi medan, Hz	60	50	50	50	50
Frekuensi garis, Hz	15.750	15.625	15.625	15.625	15.625
Lebar bidang video, MHz	4,2	5 atau 6	5,5	6	6
Lebar saluran, MHz	6	7 atau 8	8	8	8
Modulasi video	Negatif	Negatif	Negatif	Positif	Negatif
Sinyal suara	FM	FM	FM	AM	FM
Sistem berwarna	NTSC	PAL	PAL	SECAM	SECAM
Pembawa tambahan warna, MHz	3,58	4,43	4,43	4,43	4,43

* Pengecualian adalah Argentina dan Brasil, yang menggunakan PAL.

† Inggris juga menggunakan sistem 405 garis dalam saluran 5 MHz.

‡ Perancis juga menggunakan sistem 819 garis dalam saluran 14 MHz.

Perhatikan: NTSC adalah National Television System Committee; PAL adalah Phase Alternation by Line, dan SECAM adalah Sequential Chrominance and Memory.

Catatan :

Indonesia memakai standard PAL dengan lebar saluran 7 MHz.

Lampiran B

TABEL POLINOMIAL IRREDUCIBLE

DEGREE 2	1 7H				
DEGREE 3	1 13F				
DEGREE 4	1 23F	3 37D	5 07		
DEGREE 5	1 45E	3 75G	5 67H		
DEGREE 6	1 103F	3 127B	5 147H	7 111A	9 015
11 155E	21 007				
DEGREE 7	1 211E	3 217E	5 235E	7 367H	9 277E
11 325G	13 203F	19 313H	21 345G		
DEGREE 8	1 435E	3 567B	5 763D	7 551E	9 675C
11 747H	13 453F	15 727D	17 023	19 545E	21 613D
23 543F	25 433B	27 477B	37 537F	43 703H	45 471A
51 037	85 007				
DEGREE 9	1 1021E	3 1131E	5 1461G	7 1231A	9 1423G
11 1055E	13 1167F	15 1541E	17 1333F	19 1605G	21 1027A
23 1751E	25 1743H	27 1617H	29 1553H	35 1401C	37 1157F
39 1715E	41 1563H	43 1713H	45 1175E	51 1725G	53 1225E
55 1275E	73 0013	75 1773G	77 1511C	83 1425G	85 1267E
DEGREE 10	1 2011E	3 2017B	5 2415E	7 3771G	9 2257B
11 2065A	13 2157F	15 2653B	17 3515G	19 2773F	21 3753D
23 2033F	25 2443F	27 3573D	29 2461E	31 3043D	33 0075C
35 3023H	37 3543F	39 2107B	41 2745E	43 2431E	45 3061C
47 3177H	49 3525G	51 2547B	53 2617F	55 3453D	57 3121C
59 3471G	69 2701A	71 3323H	73 3507H	75 2437B	77 2413B
83 3623H	85 2707E	87 2311A	89 2327F	91 3265G	93 3777D
99 0067	101 2055E	103 3575G	105 3607C	107 3171G	109 2047F
147 2355A	149 3025G	155 2251A	165 0051	171 3315C	173 3337H
179 3211G	341 0007				
DEGREE 11	1 4005E	3 4445E	5 4215E	7 4055E	9 6015G
11 7413H	13 4143F	15 4563F	17 4053F	19 5023F	21 5623F
23 4757B	25 4577F	27 6233H	29 6673H	31 7237H	33 7335G
35 4505E	37 5337F	39 5263F	41 5361E	43 5171E	45 6637H
47 7173H	49 5711E	51 5221E	53 6307H	55 6211G	57 5747F
59 4533F	61 4341E	67 6711G	69 6777D	71 7715G	73 6343H
75 6227H	77 6263H	79 5235E	81 7431G	83 6455G	85 5247F
87 5265E	89 5343B	91 4767F	93 5607F	99 4603F	101 6561G
103 7107H	105 7041G	107 4251E	109 5675E	111 4173F	113 4707F
115 7311C	117 5463F	119 5755E	137 6675G	139 7655G	141 5531E
147 7243H	149 7621G	151 7161G	153 4731E	155 4451E	157 6557H
163 7745G	165 7317H	167 5205E	169 4565E	171 6765G	173 7535G
179 4653F	181 5411E	183 5545E	185 7565G	199 6543H	201 5613F
203 6013H	205 7647H	211 6507H	213 6037H	215 7363H	217 7201G
219 7273H	293 7723H	299 4303B	301 5007F	307 7555G	309 4261E
331 6447H	333 5141E	339 7461G	341 5253F		
DEGREE 12	1 10123F	3 12133B	5 10115A	7 12153B	9 11765A
11 15647E	13 12513B	15 13077B	17 16533H	19 16047H	21 10065A
23 11015E	25 13377B	27 14405A	29 14127H	31 17673H	33 13311A
35 10377B	37 13565E	39 13321A	41 15341G	43 15053H	45 15173C
47 15621E	49 17703C	51 10355A	53 15321G	55 10201A	57 12331A
59 11417E	61 13505E	63 10761A	65 00141	67 13275E	69 16663C
71 11471E	73 16237E	75 16267D	77 15115C	79 12515E	81 17545C
83 12255E	85 11673B	87 17361A	89 11271E	91 10011A	93 14755C
95 17705A	97 17121G	99 17323D	101 14227H	103 12117E	105 13617A
107 14135G	109 14711G	111 15415C	113 13131E	115 13223A	117 16475C
119 14315C	121 16521E	123 13475A	133 11433B	135 10571A	137 15437G
139 12067F	141 13571A	143 12111A	145 16535C	147 17657D	149 12147F
151 14717F	153 13517B	155 14241C	157 14675G	163 10663F	165 10621A

Lampiran B

Tabel Polinomial Irreducible.

DEGREE 12--CONTINUED

167 16115G	169 16547C	171 10213B	173 12247E	175 16757D	177 16017C
179 17675E	181 10151E	183 14111A	185 14037A	187 14613H	189 13535A
195 00165	197 11441E	199 10321E	201 14067D	203 13157B	205 14513D
207 10603A	209 11067F	211 14433F	213 16457D	215 10653B	217 13563B
219 11657B	221 17513C	227 12753F	229 13431E	231 10167B	233 11313F
235 11411A	237 13737B	239 13425E	273 00023	275 14601C	277 16021G
279 16137D	281 17025G	283 15723F	285 17141A	291 15775A	293 11477F
295 11463B	297 17073C	299 16401C	301 12315A	307 14221E	309 11763B
311 12705E	313 14357F	315 17777D	325 00163	327 17233D	329 11637B
331 16407F	333 11703A	339 16003C	341 11561E	343 12673B	345 14537D
347 17711G	349 13701E	355 10467B	357 15347C	359 11075E	361 16363F
363 11045A	365 11265A	371 14043D	397 12727F	403 14373D	405 13003B
407 17057G	409 10437F	411 10077B	421 14271G	423 14313D	425 14155C
427 10245A	429 11073B	435 10743B	437 12623F	439 12007F	441 15353D
455 00111	585 00013	587 14545G	589 16311G	595 13413A	597 12265A
603 14411C	613 15413H	619 17147F	661 10605E	683 10737F	685 16355C
691 15701G	693 12345A	715 00133	717 16571C	819 00037	1365 00007

DEGREE 13

1 20033F	3 23261E	5 24623F	7 23517F	9 30741G
11 21643F	13 30171G	15 21277F	17 27777F	19 35051G
23 34047H	25 32535G	27 31425G	29 37505G	31 36515G
35 35673H	37 20635E	39 33763H	41 25745E	43 36575G
47 21133F	49 22441E	51 30417H	53 32517H	55 37335G
59 23231E	61 25511E	63 26533F	65 33343H	67 33727H
71 25017F	73 26041E	75 21103F	77 27263F	79 24513F
83 31743H	85 24037F	87 30711G	89 32641G	91 24657F
95 20213F	97 25633F	99 31303H	101 22525E	103 34627H
107 21607F	109 25363F	111 27217F	113 33741G	115 37611G
119 21263F	121 31011G	123 27051E	125 35477H	131 34151G
135 34641G	137 32445G	139 36375G	141 22675E	143 36073H
147 36501G	149 33057H	151 36403H	153 35567H	155 23167F
159 22233F	161 32333H	163 24703F	165 33163H	167 32757H
171 24031E	173 30025G	175 37145G	177 31327H	179 27221E
183 22203F	185 37437H	187 27537F	189 31035G	195 24763F
199 20503F	201 20761E	203 25555E	205 30357H	207 33037H
211 32715G	213 21447F	215 27421E	217 20363F	219 33501G
223 32347H	225 20677F	227 22307F	229 33441G	231 33643H
235 27427F	237 24601E	239 36721G	241 34363H	243 21673F
247 21661E	265 33357H	267 26341E	269 31653H	271 37511G
275 22657F	277 25035E	279 23267F	281 34005G	283 34555G
291 26611E	293 32671G	295 25245E	297 31407H	299 33471G
303 35645G	305 32371G	307 34517H	309 26225E	311 35561G
315 24043F	317 30643H	323 20157F	325 37151G	327 24667F
331 32467H	333 30667H	335 22631E	337 26617F	339 20275E
343 20341E	345 37527H	347 31333H	349 31071G	355 23353F
359 21453F	361 36015G	363 36667H	365 34767H	367 34341G
371 35465G	373 24421E	375 23563F	377 36037H	391 31267H
395 30705G	397 30465G	399 35315G	401 32231G	403 32207H
407 22567F	409 21755E	411 22455E	413 33705G	419 37621G
423 30117H	425 23021E	427 21525E	429 36465G	431 33013H
435 24675E	437 33133H	439 34261G	441 33405G	443 34655G
455 33455G	457 35165G	459 22705E	461 37123H	463 27111E
467 31457H	469 23055E	471 30777H	473 37653H	475 24325E
547 35163H	549 33433H	551 37243H	553 27515E	555 32137H
563 30277H	565 20627F	567 35057H	569 24315E	571 24727F
583 34273H	585 23207F	587 31113H	589 36023H	595 27373F
599 36235G	601 21575E	603 26215E	605 21211E	611 20311E
615 34027H	617 20065E	619 22051E	621 22127F	627 23621E
651 26457F	653 31201G	659 34035G	661 27227F	663 22561E
667 22013F	669 23365E	675 26213F	677 26775E	679 32635G
683 32743H	685 31767H	691 34413H	693 22037F	695 30651G
711 22141E	713 22471E	715 35271G	717 37445G	723 22717F
727 24411E	729 24575E	731 23707F	733 25173F	739 21367F
743 24147F	793 36307H	795 24417F	805 20237F	807 36771G
811 27735E	813 31223H	819 36373H	821 33121G	823 32751G
				825 33523H

Lampiran B

Tabel Polinomial Irreducible.

DEGREE 13--CONTINUED

839 26415E	841 23737F	843 25425E	845 34603H	851 31047H	853 37305G
855 21315E	857 35777H	859 32725G	869 20571E	871 30301G	873 34757H
875 21067F	877 25151E	1171 27513F	1173 33721G	1179 34775G	1189 23571E
1195 27411E	1197 20457F	1203 21557F	1205 30177H	1227 26347F	1229 27477F
1235 34243H	1237 27235E	1323 25175E	1325 31231G	1331 31131G	1333 25503F
1355 33045G	1357 24253F	1363 35351G	1365 26053F		

DEGREE 14

1 42103F	3 40547B	5 43333E	7 51761E	9 54055A
11 40503F	13 77141G	15 47645A	17 62677G	19 44103F
21 45145E	25 76303G	27 62603D	29 64457G	31 57231E
35 64167F	37 60153F	39 62115C	41 55753F	43 72427D
47 70423H	49 47153F	51 67653D	53 53255E	55 41753F
59 40725E	61 42667F	63 65301A	65 67517H	67 45653F
71 67425G	73 42163F	75 73757D	77 45555E	79 74561G
83 53705E	85 40123E	87 41403B	89 56625E	91 70311E
95 45627F	97 67335G	99 56733A	101 53253F	103 66411E
107 65551G	109 43017F	111 62125A	113 71073E	115 67333H
119 52215E	121 44177F	123 70535C	125 46327F	127 71747D
131 61335G	133 43161E	135 46047B	137 60645G	139 40317F
143 65001G	145 54335E	147 76175C	149 65153H	151 50351E
155 41625E	157 44435E	159 41163A	161 47667F	163 41441E
167 45713F	169 75267H	171 72051C	173 64223H	175 42337F
179 65155E	181 63015E	183 57521A	185 67173H	187 50661E
191 50645E	193 72433F	195 47043B	197 65133H	199 53543F
203 42777F	205 47203F	207 46605A	209 64377H	211 73725G
215 42301A	217 51145E	219 44307B	221 73647H	223 74427H
227 45511E	229 42637F	231 63117D	233 40363E	235 75201G
239 72717G	241 56557F	243 75363D	245 70553F	247 66675G
251 60263H	261 53043B	263 75303F	265 74315E	267 66031A
271 60057H	273 54473A	275 60253F	277 45671E	279 71525C
283 64635G	285 64475C	287 67401G	289 44203F	291 50343A
295 54101E	297 65645A	299 41177F	301 65661A	303 42361A
307 45563F	309 50717A	311 53233E	313 67101G	315 62251C
323 40635E	325 46113E	327 44367B	329 40665E	331 63331G
335 73107H	337 42727F	339 43775A	341 65667E	343 61677H
347 52723F	349 42323F	351 41433B	353 43173E	355 46305E
359 71315E	361 44031E	363 73457B	365 52577E	367 52621E
371 52027F	373 45201E	375 77001C	377 45737E	379 64035G
387 00253	389 60765G	391 66545G	393 71323A	395 62767G
399 40145A	401 63265G	403 47551E	405 71711C	407 40353F
411 70065C	413 73527F	415 67201G	417 43723B	419 61251E
423 62261C	425 50575E	427 61267H	429 40511A	431 71721G
435 61053D	437 45371E	439 54627E	441 77703A	443 65057H
451 73071G	453 52553B	455 60025E	457 60471G	459 53513B
463 42763F	465 52261A	467 53657F	469 75443F	471 67267D
475 65165E	477 44037B	479 54737F	481 61175E	483 65031A
487 57627F	489 57251A	491 44073F	493 45761E	495 63463C
531 55247B	533 56171E	535 63513H	537 43377B	539 45641E
547 54243F	549 62055C	551 53061E	553 46321E	555 51431A
559 64053D	561 41551A	563 75521E	565 46701E	567 53763B
571 77057G	573 41105A	579 41171A	581 41307F	583 70425E
587 50135E	589 67737H	591 47615A	593 53057F	595 55103F
599 53051E	601 61555G	603 64157D	605 57407F	611 64653F
615 73603D	617 47525E	619 55165E	621 64215C	623 76377H
627 50557B	629 45725E	631 71301G	633 56465A	635 51745A
647 47233F	649 53015E	651 53361A	653 46215E	655 50613E
659 46565E	661 44141E	663 55771A	665 71263G	667 41315E
675 51565A	677 76267H	679 62467H	681 64003C	683 71645G
687 52627A	689 70665G	691 45773F	693 64033D	695 45533E
699 45257B	701 45311E	707 44023F	709 72153G	711 60117D
715 70461G	717 47513B	719 65575E	721 56435E	723 67157C
727 46107F	729 65007A	731 50667B	733 55331E	739 52017F
743 66163F	745 70767G	747 70215C	749 76401G	751 63043H
755 43317F	781 77031G	783 45617B	785 52603F	787 57503F
791 75761G	793 60075G	795 72307B	797 51633F	803 57475E
				805 61533G

Lampiran B

Tabel Polinomial Irreducible.

DEGREE 14--CONTINUED

807	60561C	809	53575E	811	62027H	813	64633C	815	67123F	817	43445A
819	73655C	821	54003F	823	62347F	825	63271C	827	71337F	837	57715A
839	54635E	841	46505E	843	64407C	845	57017E	847	54751E	849	42417A
851	57033F	853	54077F	855	42567B	857	50455E	859	62533H	861	42411A
867	74133D	869	72441G	871	43577F	873	52353B	875	55325E	877	67527G
879	75605C	881	52467F	883	61757F	885	66105C	887	51261E	889	62723D
903	00375	905	63537H	907	52457E	909	44735A	911	62413H	913	51671E
915	41001A	917	70773H	919	56031E	921	60227D	923	71345G	925	46125E
931	40655E	933	44221A	935	55323F	937	76005E	939	55435A	941	42531E
943	62671E	945	74277D	947	64617G	949	52137F	951	56637B	953	47753F
955	46773F	1093	72155G	1095	56067A	1097	63007E	1099	47111E	1101	54021A
1107	44523B	1109	54257F	1111	63567H	1113	43215A	1115	73665G	1117	45335E
1123	44147E	1125	62731C	1127	41657F	1129	77235G	1131	65643B	1133	51055E
1139	47637F	1141	40071E	1143	47771A	1145	00271	1147	57541E	1149	57107F
1171	61621G	1173	51511A	1175	57201E	1177	70251G	1179	43633B	1181	53315E
1187	44343F	1189	55705E	1191	40413E	1193	64641E	1195	44567E	1197	46451A
1203	60241C	1205	65705E	1207	71117H	1209	66703D	1211	53477F	1213	45355A
1223	74531G	1225	74607H	1227	71763C	1229	76707H	1231	60235G	1233	47673F
1239	54321A	1241	75571G	1243	77515G	1245	57611A	1247	55643B	1249	46175E
1255	74357H	1257	70267D	1259	46461E	1301	77345G	1303	51243F	1305	76151C
1307	56061E	1309	66427G	1311	54517F	1313	72465C	1315	50733F	1317	74045G
1323	71057D	1325	73143F	1327	51231E	1329	70201C	1331	77631C	1333	64021G
1351	72643H	1353	41777B	1355	71675G	1357	63073H	1359	47537E	1361	61261A
1367	65227H	1369	55073F	1371	77277B	1373	61363H	1375	43701E	1377	65147H
1383	52267B	1385	63153F	1387	72337G	1389	56607A	1391	40371A	1393	42721A
1419	00211	1421	75273F	1423	73555G	1425	67225G	1427	76617C	1429	74711E
1435	50325E	1437	70713C	1439	72513D	1441	57737F	1443	61333G	1445	40327A
1451	55111E	1453	40633F	1455	61641G	1457	65315C	1459	43647F	1461	67621G
1479	62745C	1481	41755E	1483	65727F	1485	74263D	1487	41573B	1489	55631E
1591	66405A	1593	60121C	1607	71615E	1609	77615G	1611	41447B	1613	46437F
1619	70633H	1621	65615G	1623	64605C	1625	55075E	1627	73151G	1629	75033H
1639	57327F	1641	66277D	1643	56007F	1645	55703F	1647	77277D	1649	00345
1683	57743A	1685	42645E	1687	50045E	1689	74255C	1691	53623E	1701	50477B
1703	52071E	1705	61237H	1707	67533B	1709	55417F	1711	45173E	1713	61461G
1719	43731A	1721	56717E	1723	54041E	1725	44613A	1727	70341G	1729	52065E
1747	56345E	1749	44441A	1751	76663H	1753	50777F	1755	70443D	1757	55471E
2347	53727F	2349	65637C	2351	57143B	2353	44741E	2355	67627D	2357	77177G
2387	51213E	2389	70273H	2391	62101G	2405	50241E	2411	65263H	2413	41241A
2451	00357	2453	76047H	2455	75723F	2469	73145C	2475	61377D	2477	41357F
2643	56421A	2645	76213H	2667	64213D	2709	00313	2731	41235E	2733	67605C
2739	44537B	2741	76505G	2763	65375C	2765	50721E	2771	75517H	2861	65357G
2867	47121E	5461	00007								

DEGREE	15	1	100003F	3	102043F	5	110013F	7	125253B
9	102067F	11	104307F	13	100317F	15	177775E	17	103451E
19	110075E	21	127701A	23	102061E	25	114725E	27	103251E
29	163005G	31	103437A	33	112611E	35	137733B	37	120265E
39	117423F	41	106341E	43	161007H	45	174003E	47	113337E
49	125263B	51	126007E	53	105257E	55	114467E	57	177207G
59	147047F	61	111511E	63	127635A	65	114633E	67	133663F
69	102171E	71	170465G	73	131427E	75	161615E	77	136143A
79	115155E	81	123067F	83	102561E	85	170057H	87	125235E
89	173117E	91	125747B	93	124677B	95	134531E	97	125507F
99	171737G	101	152417F	103	142305G	105	146255C	107	120043F
109	136173F	111	122231E	113	164705G	115	177757F	117	146637E
119	177535C	121	102643F	123	103145E	125	112751E	127	151537G
129	115135E	131	137067E	133	122707A	135	174443E	137	100541E
139	112273F	141	145573F	143	114273F	145	124511E	147	122563B
149	140703F	151	101361A	153	103125E	155	150451C	157	147303G
159	123023F	161	103751A	163	154463H	165	177541G	167	101561E
169	144473G	171	162375G	173	131013F	175	117767A	177	160521G
179	164727G	181	102367E	183	147363F	185	132367E	187	172431E
189	133627B	191	156333E	193	114505E	195	176561G	197	152235G
199	127143F	201	176133E	203	123075A	205	173357G	207	117143E
209	144461E	211	151447G	213	173661E	215	151043F	217	142327B

Lampiran B

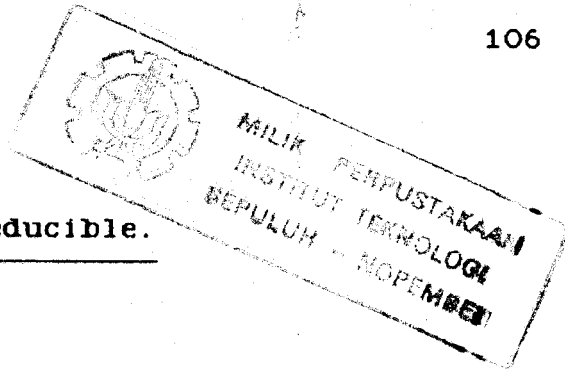
Tabel Polinomial Irreducible.

DEGREE 15--CONTINUED

219	166775E	221	153143G	223	172213F	225	105213E	227	156053H
229	156745G	231	170623B	233	140373G	235	152361G	237	142157H
239	117633F	241	103605E	243	116361E	245	137523A	247	101705E
249	116135E	251	102337E	253	173515G	259	136321A	261	120447F
263	117511E	265	115141E	267	173613F	269	131735E	271	114225E
273	121125A	275	136577F	277	113227E	279	114533B	281	166151E
283	112231E	285	165033E	287	120177B	289	117547F	291	126051E
293	111335E	295	177101G	297	143703G	299	106047E	301	137427B
303	110427F	305	131211E	307	110037F	309	160511G	311	153731G
313	144275G	315	151513C	317	133775E	319	134447E	321	127347E
323	163767H	325	110717E	327	175001E	329	100377A	331	125121E
333	136237F	335	132103F	337	171035G	339	132651E	341	134105A
343	100261A	345	170227H	347	101233F	349	100445E	351	144707G
353	165355E	355	150243H	357	163353C	359	114041E	361	113025E
363	104447F	365	143301G	367	165011G	369	137361E	371	117201A
373	141655G	375	160113G	377	106715E	379	140575E	381	112123E
387	140733F	389	124243E	391	116073E	393	147321E	395	123721E
397	150225G	399	134741A	401	157111G	403	134411A	405	172317G
407	153327E	409	140573H	411	113625E	413	101673B	415	170543F
417	176735E	419	115307F	421	141635E	423	157241G	425	153005E
427	167051A	429	177175G	431	146331G	433	166541G	435	102513F
437	123121E	439	162463G	441	134037B	443	174571E	445	123433F
447	150167H	449	175465E	451	113255E	453	137325A	455	123045A
457	133571E	459	135215E	461	110221E	463	157435E	465	121437A
467	177707G	469	143501C	471	161667F	473	157427G	475	150671G
477	112407F	479	165563E	481	112053E	483	135363B	485	130617F
487	125613F	489	114713F	491	165113G	493	143733G	495	162155E
497	135017B	499	126753F	501	137765E	503	106577E	521	112113F
523	105555E	525	153425C	527	115313A	529	105761E	531	132165E
533	176147H	535	114621E	537	135751E	539	152763C	541	124757F
543	112245E	545	123221E	547	141757G	549	160547F	551	101331E
553	156065C	555	156725G	557	113373E	559	137643F	561	156237G
563	141151G	565	126015E	567	171335C	569	146717H	571	130305E
573	121355E	579	166021G	581	145361C	583	134325E	585	157155E
587	124647E	589	163761C	591	114457E	593	155243G	595	153137D
597	137253F	599	151551G	601	113645E	603	150305G	605	163745G
607	165473F	609	113057B	611	160173H	613	177663F	615	161117H
617	144115E	619	156635G	621	150633H	623	115061A	625	143253H
627	165451G	629	160305E	631	146025E	633	106751E	635	132625E
637	160553D	643	123561E	645	116637F	647	111423E	649	117107E
651	166761C	653	153555G	655	132127F	657	112333E	659	135267F
661	146727H	663	132753F	665	143343A	667	131705E	669	141005E
671	113147F	673	125323F	675	123235E	677	103653F	679	173025C
681	120661E	683	154545G	685	133553F	687	132001E	689	153773G
691	175241G	693	160237B	695	171131E	697	172415E	699	145111G
701	122603F	707	170507C	709	160757G	711	171207G	713	147553B
715	112365E	717	146111E	719	122003F	721	121273B	723	122005E
725	135401E	727	102441E	729	175515G	731	132507E	733	130223F
735	142713C	737	102615E	739	105713F	741	134241E	743	173643F
745	163617G	747	175043E	749	132051A	751	104217F	753	115523F
755	120247B	757	164447H	759	173667F	761	137051E	775	104073B
777	177065C	779	117071E	781	115537E	783	135201E	785	146643F
787	113465E	789	152263G	791	177617D	793	104755E	795	147415G
797	126001E	799	170307F	801	174425E	803	112475E	805	173263C
807	176643H	809	130303F	811	125471E	813	173711G	815	165547E
817	163723G	819	116075A	821	150677G	823	175227G	825	166407H
827	152447H	829	126205E	835	120557E	837	160335A	839	125543E
841	144377H	843	100713E	845	121251E	847	141123D	849	174517F
851	106251E	853	116277F	855	106611E	857	174563H	859	140023H
861	132037A	863	147767G	865	164531G	867	155065E	869	146263F
871	160401G	873	102057F	875	146133C	877	117021E	879	147003F
881	127723F	883	120471E	885	162455G	887	130627F	889	152135C
891	157057H	901	162153F	903	151755C	905	170277H	907	165633H
909	173105E	911	102507F	913	176037H	915	171627G	917	162171C
919	130745E	921	177517H	923	114327F	925	127167F	927	133113E

Lampiran B

Tabel Polinomial Irreducible.



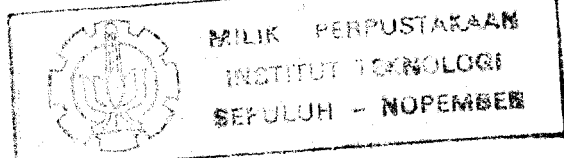
DEGREE 15--CONTINUED									
929	160461E	931	117137B	933	134323F	935	123361E	937	105237F
939	166737F	941	147571G	943	127743F	945	116351A	947	157315E
949	162645G	951	162403G	953	105335E	955	124767E	957	175301E
963	134755E	965	116645E	967	143307G	969	124125E	971	155261G
973	104163A	975	167753F	977	127423F	979	115667F	981	140171E
983	133041E	985	156767H	987	116037A	989	142267G	991	130635E
1057	000057	1059	104427F	1061	113075E	1063	162133H	1065	120717F
1067	144713F	1069	121605E	1071	122225A	1073	134657E	1075	130125E
1077	177621G	1079	110741E	1081	136745E	1083	152531G	1085	115455A
1091	161235G	1093	144137G	1095	140675E	1097	145277G	1099	114303B
1101	101507E	1103	115271E	1105	151735E	1107	157205G	1109	114011E
1111	171125E	1113	147071A	1115	134721E	1117	122123F	1123	104735E
1125	133011E	1127	162337A	1129	105261E	1131	101427E	1133	156563F
1135	103663E	1137	146043H	1139	151403H	1141	100157A	1143	163653E
1145	105413F	1147	143651C	1157	156157E	1159	102463F	1161	151025G
1163	176657H	1165	166425G	1167	103617E	1169	160021A	1171	161277H
1173	165565G	1175	152153F	1177	111243E	1179	165655G	1181	134165E
1187	171467H	1189	150161E	1191	122011E	1193	125403F	1195	170007H
1197	167765C	1199	103415E	1201	137703E	1203	111563F	1205	147305G
1207	156257F	1209	175177B	1211	141317B	1213	177467H	1219	140421G
1221	127071E	1223	142457F	1225	122021A	1227	146771E	1229	110211E
1231	134567F	1233	156321G	1235	114335E	1237	111603E	1239	121275A
1241	110103E	1243	127161E	1245	163273H	1251	144533F	1253	173135C
1255	155445E	1257	140441E	1259	103761E	1261	173523F	1263	167307F
1265	127457F	1267	102205A	1269	112251E	1291	106311E	1293	141633F
1295	135151A	1297	106641E	1299	102265E	1301	164453G	1303	163071G
1305	111641E	1307	134403E	1309	102667A	1315	177055E	1317	115373F
1319	150231G	1321	175651G	1323	160377B	1325	136063E	1327	101073F
1329	165303G	1331	116675E	1333	140221A	1335	100201E	1337	103223B
1339	105415E	1341	122445E	1347	143631E	1349	137441E	1351	104421A
1353	154023H	1355	127225E	1357	176427H	1359	151265C	1361	150215E
1363	144225G	1365	115205A	1367	123307E	1369	133437E	1371	166653E
1373	101515E	1379	126023B	1381	166553H	1383	172701E	1385	140271G
1387	121143E	1389	111577E	1391	132747E	1393	143057C	1395	111137B
1397	127401E	1399	150317E	1401	177731G	1415	155335G	1417	123057F
1419	117715E	1421	162657B	1423	171745G	1425	130527F	1427	144467G
1429	115045E	1431	177115G	1433	155751G	1435	103767A	1437	115127E
1443	176741E	1445	141475G	1447	112553E	1449	154307D	1451	105621E
1453	170051G	1455	147707F	1457	160445A	1459	161031E	1461	131405E
1463	164121A	1465	111003F	1467	167331E	1469	165311G	1475	157405G
1477	140557A	1479	156655G	1481	164561G	1483	114231E	1485	106407F
1487	111033F	1489	172123G	1491	146667D	1493	143523G	1495	170765G
1497	105725E	1499	132155E	1501	150261G	1507	122517E	1509	107567E
1511	166267E	1561	153461C	1563	166011G	1565	133445E	1571	156365G
1573	176111G	1575	137331A	1577	165407G	1579	106445E	1581	145551C
1583	124341E	1585	127215E	1587	135005E	1589	117731A	1591	110141E
1593	152345G	1595	164441G	1605	172621G	1607	143567G	1609	153443H
1611	146203E	1613	120417F	1615	103553F	1617	110567A	1619	126067F
1621	140747F	1623	107037F	1625	135503E	1627	126735E	1629	172445G
1635	117131E	1637	105173F	1639	105071E	1641	174167G	1643	114745A
1645	133407A	1647	136215E	1649	153113H	1651	141321E	1653	132523F
1655	136335E	1657	167255E	1671	146301G	1673	131265A	1675	120133F
1677	157557E	1679	107711E	1681	174751E	1683	133257F	1685	151217G
1687	144653C	1689	176203H	1691	155213H	1693	135207F	1699	131367F
1701	146543C	1703	130033F	1705	166311A	1707	150213G	1709	143227F
1711	176013G	1713	147751G	1715	131543B	1717	131111E	1719	111267F
1721	144151G	1723	110433F	1733	171173F	1735	116367F	1737	115421E
1739	112223F	1741	111635E	1743	157165C	1745	135223F	1747	106143F
1749	176015G	1751	142461G	1753	154233E	1755	114677F	1757	103363A
1763	150327F	1765	126325E	1767	126105A	1769	111713F	1771	172303B
1773	170763G	1775	124175E	1777	176357F	1807	164667E	1809	136611E
1811	163123E	1813	151037D	1815	121431E	1817	110165E	1819	172005G
1821	104265E	1827	154763A	1829	152703D	1831	163555G	1833	135021E
1835	124071E	1837	164247H	1839	166113H	1841	101625A	1843	145427H
1845	106633F	1847	155437E	1849	174633H	1851	161657H	1861	174605G

Lampiran B

Tabel Polinomial Irreducible.

DEGREE 15--CONTINUED

1863	136701E	1865	144425E	1867	126747F	1869	157441C	1871	167015E
1873	142737H	1875	152301E	1877	131727E	1879	120221E	1881	102147E
1883	106457B	1885	152253H	1891	157645A	1893	141541G	1895	170325E
1897	141677C	1899	102733E	1901	135443F	1903	124251E	1905	150731G
1907	127137F	1909	100347F	1911	130415A	2185	147161G	2187	154247F
2189	161205G	2195	101313E	2197	175203F	2199	154507G	2201	121055A
2203	113061E	2205	170211C	2211	102763E	2213	167367H	2215	106503F
2217	133641E	2219	160175C	2221	161061E	2227	103035E	2229	173037F
2231	130737F	2233	166137C	2235	130017F	2245	122213F	2247	144577D
2249	117027F	2251	106273F	2253	107217F	2259	146373F	2261	153445C
2263	145727D	2265	121451A	2267	146607F	2269	113543F	2275	161013A
2277	177131G	2279	112633E	2281	137545E	2283	140227F	2285	112377F
2323	123163F	2325	100725A	2327	162315G	2329	155027G	2331	173551C
2333	132357F	2339	141231E	2341	117457F	2343	143403H	2345	124005A
2347	137601E	2349	143271G	2355	143727F	2357	107447F	2359	136401A
2361	157711G	2363	170337E	2373	166257D	2375	131733E	2377	176453H
2379	116057F	2381	156773H	2387	114371A	2389	155505G	2391	100641E
2393	151573E	2395	106713F	2397	177751G	2403	175601G	2405	177563G
2407	155175G	2409	170367G	2411	132015E	2413	126375E	2419	170433F
2421	151747G	2443	173153B	2445	111505E	2451	127243F	2453	107323F
2455	106745E	2457	165327B	2459	153577H	2461	150341G	2467	155737H
2469	150005G	2471	146007A	2473	146155E	2475	117655E	2477	101023E
2483	126227F	2485	173163B	2487	103175E	2489	105143F	2491	174743G
2501	101433F	2503	155757H	2505	121017F	2507	100425E	2509	126657E
2515	172363H	2517	120463E	2519	154561G	2601	126771E	2603	156161E
2605	147725G	2611	177527D	2613	121641E	2615	111365E	2617	125057E
2631	142611G	2633	110435E	2635	104575A	2637	164313G	2643	126163E
2645	112347F	2647	126155E	2649	131667F	2651	141365G	2653	116307B
2659	143531E	2661	141445E	2663	104141E	2665	167001G	2667	110343A
2669	111047F	2675	107121E	2677	106125E	2699	167203G	2701	175337F
2707	165201G	2709	106767B	2711	152351G	2713	144731G	2715	161043G
2717	113171E	2723	133533A	2725	175405G	2727	177231G	2729	127653E
2731	165535G	2733	114701E	2739	146177H	2741	121327E	2743	132277F
2745	153175G	2759	155407A	2761	145433H	2763	167463H	2765	104263A
2771	127437F	2773	176255E	2775	134435E	2777	124335E	2779	143373D
2781	170501G	2787	126711E	2789	103257E	2791	120601E	2793	155773B
2839	134255E	2841	103737F	2843	164001G	2845	161147F	2851	135565E
2853	110573E	2855	175711E	2857	116631E	2859	131623E	2861	155725G
2867	154537F	2869	114347B	2871	140755G	2873	113515E	2887	120155E
2889	160137E	2891	163647B	2893	121725E	2899	157255G	2901	141401G
2903	141125G	2905	107337A	2907	117125E	2909	144603H	2915	147635E
2917	154331G	2919	115607A	2921	154411E	2923	154155E	2925	122275E
2931	136457F	2957	126433F	2963	154515E	2965	150371G	2967	173331E
2969	146753E	2971	132741E	2973	145477H	3171	000073	3173	124115E
3175	127365E	3177	107645E	3179	117443F	3181	163335E	3187	115675E
3213	131651A	3219	170523H	3221	167313H	3223	137127F	3225	140205E
3227	102357B	3237	163365G	3239	172027H	3241	131165A	3243	162241E
3245	142223G	3251	164155G	3253	176753H	3255	152433B	3257	125271E
3271	177377G	3273	100647E	3275	121101E	3277	142751E	3283	115721A
3285	144437G	3287	177443H	3289	101613F	3291	142633H	3301	156527H
3355	165725E	3365	110405E	3367	107675A	3369	115139E	3371	101551E
3373	133213E	3379	155621C	3381	114363A	3383	161253F	3385	160413F
3399	127077E	3401	136213E	3403	171115E	3405	121553E	3411	140007G
3413	116601E	3415	147437H	3417	100223E	3419	126643E	3429	133231E
3431	162037H	3433	141027E	3435	125255E	3437	166275A	3475	171621G
3477	107373E	3479	125337A	3481	110255E	3483	114611E	3493	114055A
3495	110501E	3497	104111E	3499	146375G	3501	126557F	3507	125361A
3509	121617F	3511	103333F	3513	103053E	3527	171371E	4681	000013
4683	133261A	4685	123735E	4691	142175G	4693	131645E	4699	167637G
4709	155303H	4715	160215G	4717	163275G	4755	124053F	4757	133201E
4763	141115G	4773	161105E	4779	100021E	4781	116567B	4787	145675G
4789	123471E	4811	137613F	4813	105701E	4819	121305E	4821	146705E
4907	124621A	4909	122443E	4915	123537E	4917	124317F	4939	106677E
4941	160723H	4947	131601E	4949	113405A	4955	155517G	5285	000045
5291	155707H	5293	134277F	5299	140513C	5301	111041A	5323	127273F

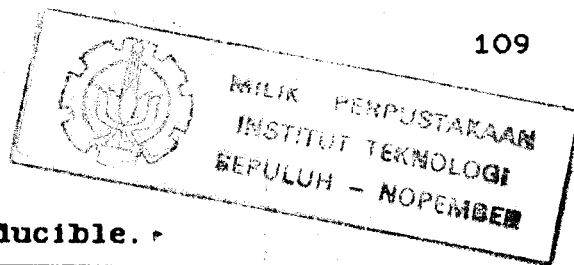


Lampiran B

Tabel Polinomial Irreducible.

DEGREE 15--CONTINUED					
5325	117243F	5331	141707H	5333	134205E
5427	170037E	5429	107127E	5451	161465E
5461	145453E	5419	107417F	5453	171027C
		5421	122401E	5459	174707H

DEGREE	16	1	210013F	3	215435A	5	227215A	7	234313F
9	225657B	11	233303F	13	307107H	15	311513D	17	336523D
19	307527H	21	363501C	23	306357H	25	353573D	27	357333D
29	201735E	31	272201E	33	310327D	35	304341C	37	242413F
39	327721C	41	270155E	43	302157H	45	374111C	47	210205E
49	305667H	51	237403B	53	236107F	55	212113B	57	314061C
59	271055E	61	313371G	63	333575C	65	267313B	67	311405G
69	323527D	71	346355G	73	350513H	75	237421A	77	203213F
79	233503F	81	261105A	83	306221G	85	267075A	87	235063B
89	244461E	91	204015E	93	327421C	95	226455A	97	202301E
99	351641C	101	376311G	103	201637F	105	365705C	107	352125G
109	273435E	111	202545A	113	243575E	115	251645A	117	277535A
119	327277D	121	250723F	123	340047D	125	274761A	127	226135E
129	357047D	131	214443F	133	277213F	135	315633D	137	300205G
139	367737H	141	230535A	143	342567H	145	265157B	147	371771C
149	217137F	151	262367F	153	301663D	155	370565C	157	201045E
159	304731C	161	303657H	163	212653F	165	245351A	167	347433H
169	260237F	171	311651C	173	256005E	175	206353B	177	362053D
179	352603H	181	310017H	183	333013D	185	256415A	187	376175C
189	243513B	191	312301G	193	260475E	195	347211C	197	215345E
199	201551E	201	362555C	203	333643H	205	304261C	207	230541A
209	250311E	211	333117H	213	274317B	215	301425C	217	247353F
219	254601A	221	212063B	223	207661E	225	317171C	227	214215E
229	322661G	231	274635A	233	326035G	235	200215A	237	324127D
239	230653F	241	342105G	243	305471C	245	242437B	247	363637H
249	330561C	251	211473F	253	266663F	255	361617D	257	000717
259	255517F	261	344733D	263	311155G	265	340207D	267	273211A
269	366421G	271	221257F	273	207753B	275	226315A	277	250017F
279	243111A	281	242225E	283	204703F	285	323563D	287	230451E
289	323341C	291	271725A	293	353263H	295	306575C	297	271251A
299	335227H	301	213375E	303	340333D	305	323013B	307	312405G
309	233017B	311	266701E	313	262351E	315	324141C	317	365221G
319	213651E	321	200365A	323	215613B	325	207221A	327	323077D
329	274627F	331	302335G	333	251211A	335	262421A	337	360667H
339	223133B	341	356255G	343	337553H	345	215015A	347	221213F
349	276531E	351	325413D	353	362737H	355	240171A	357	241173B
359	274353F	361	222563F	363	231753B	365	227065A	367	217451E
369	254471A	371	356221G	373	235275E	375	372075C	377	357527H
379	241341E	381	335263D	383	311515G	385	202155A	387	254241A
389	370137H	391	300405C	393	227157B	395	237733B	397	207717F
399	303375C	401	257051E	403	245367F	405	324631C	407	274621E
409	211101E	411	324755C	413	326261G	415	236555A	417	341343D
419	220625E	421	332745G	423	374163D	425	264255A	427	234015E
429	206635A	431	320731G	433	243631E	435	325757D	437	241677F
439	217473F	441	366373D	443	230355E	445	301653D	447	264433B
449	302321G	451	333323H	453	344045C	455	317163D	457	265401E
459	325033D	461	341667H	463	276645E	465	346725C	467	301535G
469	342325G	471	202265A	473	247617F	475	325475C	477	343213D
479	237351E	481	341741G	483	361353D	485	260665A	487	276727F
489	273141A	491	233743F	493	252023B	495	272423B	497	265617F
499	273015E	501	267421A	503	351353H	505	377171C	507	317357D
517	202703F	519	241245A	521	356057H	523	217633F	525	277215A
527	257643B	529	267507F	531	311661C	533	235145E	535	202411A
537	205003B	539	366155G	541	212115E	543	375437D	545	354377D
547	236511E	549	277745A	551	241251E	553	211571E	555	245733B
557	362633H	559	201031E	561	371643D	563	340311G	565	200751A
567	232211A	569	341345G	571	374721G	573	310745C	575	227063B
577	271161E	579	322367D	581	375213H	583	330073H	585	276007B
587	341147H	589	371427H	591	200451A	593	251741E	595	345267D
597	205143B	599	212355E	601	252623F	603	331627D	605	241175A
607	355507H	609	261177B	611	317203H	613	361541G	615	363211C



Lampiran B

Tabel Polinomial Irreducible.

DEGREE 16--CONTINUED

617 366345G	619 337521G	621 362745C	623 366171G	625 204227B
627 222473B	629 233725A	631 346101G	633 261253B	635 354723D
637 262073F	643 206603F	645 317531C	647 215343F	649 311203H
651 221245A	653 324747H	655 301065C	657 223561A	659 232643F
661 363271G	663 253723B	665 260145A	667 337071G	669 273361A
671 224611E	673 267615E	675 377373D	677 316431G	679 237337F
681 214143B	683 272071E	685 364225C	687 230371A	689 240675E
691 306643H	693 366537D	695 233521A	697 325173D	699 241647B
701 244333F	703 311733H	705 222123B	707 234777F	709 304535G
711 202141A	713 256461E	715 374343D	717 341061C	719 375761G
721 323175G	723 236041A	725 260725A	727 222017F	729 352077D
731 231253B	733 330233H	735 210447B	737 324073H	739 306015G
741 316757D	743 302115G	745 322031C	747 226255A	749 351225G
751 344623H	753 211125A	755 337017D	757 302063H	759 375223D
761 303361G	763 313751G	765 366557D	771 000573	773 326137H
775 256553B	777 223463B	779 302577H	781 234667F	783 225405A
785 201717B	787 230257F	789 357617D	791 367333H	793 346243H
795 272445A	797 325723H	799 311103D	801 310267D	803 330177H
805 302635C	807 372301C	809 246613F	811 264507F	813 341043D
815 275357B	817 301101G	819 262135A	821 350403H	823 367033H
825 301347D	827 201607F	829 202607F	831 212737B	833 332315A
835 201367B	837 222003B	839 223121E	841 200475E	843 221151A
845 316261C	847 245265E	849 226447B	851 234155E	853 305235G
855 222267B	857 335105G	859 227475E	861 362577D	863 224671E
865 356471C	867 223255A	869 301213H	871 321453H	873 341645C
875 350277D	877 240315E	879 220343B	881 343503H	883 366673H
885 337063D	887 225733F	889 221101E	891 343547D	893 312655E
899 315737H	901 300733D	903 270403B	905 271347B	907 356741G
909 260775A	911 204343F	913 225051E	915 332655C	917 276241E
919 244251E	921 311165C	923 201771E	925 305263D	927 373547D
929 234545E	931 261141E	933 374765C	935 335205C	937 303463H
939 356233D	941 256243F	943 373053H	945 204025A	947 346467H
949 256653F	951 310671C	953 274757F	955 242725A	957 277047B
959 332663H	961 367231G	963 233035A	965 355155C	967 352653H
969 213625A	971 320225G	973 323547H	975 276031A	977 213253F
979 226073F	981 201153B	983 373363H	985 352123D	987 367065C
989 301451G	991 262233F	993 373553D	995 270253B	997 263737F
999 214267B	1001 217237F	1003 257507B	1005 365501C	1007 205535E
1041 343055C	1043 344651G	1045 211245A	1047 306573D	1049 264001E
1051 343655G	1053 201515A	1055 370743D	1057 313415G	1059 307713D
1061 320445G	1063 222425E	1065 243043B	1067 214371E	1069 370321G
1071 265231A	1073 265405G	1075 305301C	1077 364355C	1079 312615G
1081 300155G	1083 333177D	1085 341703D	1091 370275G	1093 267205E
1095 325731C	1097 376443H	1099 332033H	1101 266167B	1103 326461G
1105 244547B	1107 212647B	1109 322171G	1111 206257F	1113 277641A
1115 310517D	1117 312247H	1119 365307D	1121 310437H	1123 344513H
1125 302167D	1127 337245G	1129 247743F	1131 275141A	1133 216607F
1135 317567D	1137 255355A	1139 353153D	1141 222633F	1143 254543B
1145 211377B	1147 243135E	1149 377147D	1155 253207B	1157 337311G
1159 272175E	1161 222541A	1163 226367F	1165 324433D	1167 360623D
1169 315713H	1171 337503H	1173 326065C	1175 207307B	1177 232045E
1179 337517D	1181 353733H	1183 372435G	1185 333515C	1187 213523F
1189 200535E	1191 261263B	1193 273073F	1195 264463B	1197 347463D
1199 364201G	1201 240411E	1203 274167B	1205 362715C	1207 253603B
1209 262615A	1211 360141G	1213 315571G	1219 303045G	1221 362161C
1223 301407H	1225 251705A	1227 215615A	1229 316505G	1231 373237H
1233 214317B	1235 370541C	1237 313437H	1239 275651A	1241 361701C
1243 214663F	1245 313407D	1247 216313F	1249 271655E	1251 265663B
1253 376415G	1255 213325A	1257 355771C	1259 306235G	1261 214157F
1263 256401A	1265 272627B	1267 216777F	1269 313627D	1271 206173F
1273 361521G	1275 333733D	1285 000433	1287 264637B	1289 326317H
1291 276441E	1293 273253B	1295 341037D	1297 326715G	1299 216007B
1301 217041E	1303 222237F	1305 224107B	1307 202277F	1309 256063B
1311 240323B	1313 260655E	1315 266671A	1317 273765A	1319 377755G
1321 264037F	1323 370611C	1325 300643D	1327 335675G	1329 350057D

Lampiran B

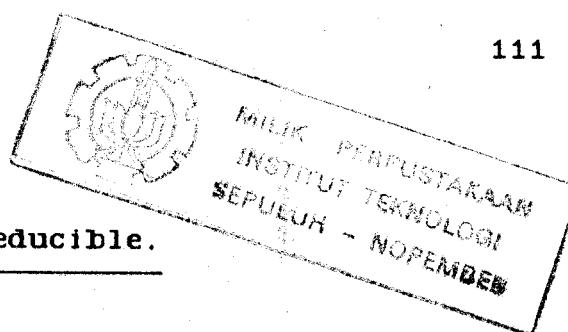
Tabel Polinomial Irreducible.

DEGREE 16--CONTINUED

1331	353531G	1333	303367H	1335	331751C	1337	335127H	1339	354413H
1341	314651C	1347	372705C	1349	346047H	1351	325647H	1353	255113B
1355	277341A	1357	252657F	1359	226075A	1361	353025G	1363	340065G
1365	375517D	1367	334347H	1369	225575E	1371	324711C	1373	245025E
1375	371227D	1377	225551A	1379	343145G	1381	242167F	1383	243411A
1385	247027B	1387	230365E	1389	321165C	1391	254515E	1393	367671G
1395	242115A	1397	220217F	1399	361563H	1401	301553D	1403	352365G
1405	204351A	1411	263047B	1413	261551A	1415	375627D	1417	205273F
1419	227577B	1421	331353H	1423	200677F	1425	205237B	1427	317441G
1429	377405G	1431	205335A	1433	213631E	1435	263003B	1437	330543D
1439	243375E	1441	303013H	1443	255655A	1445	203207B	1447	245255E
1449	353045C	1451	353135G	1453	215007F	1455	302131C	1457	205423F
1459	331577H	1461	327471C	1463	245313F	1465	245247B	1467	323715C
1469	255527F	1475	256311A	1477	333755G	1479	247377B	1481	224725E
1483	355403H	1485	315407D	1487	262471E	1489	324523H	1491	302737D
1493	374471G	1495	207675A	1497	330343D	1499	330023H	1501	261765E
1503	376451C	1505	237271A	1507	265553F	1509	251325A	1511	203303F
1513	374277D	1515	374573D	1517	250737F	1519	266745E	1521	342177D
1523	255505E	1549	241317F	1551	277347B	1553	255653F	1555	224655A
1557	246455A	1559	277565E	1561	367743H	1563	240233B	1565	307563D
1567	277053F	1569	254651A	1571	213075E	1573	263407F	1575	307533D
1577	275247F	1579	202753F	1581	256517B	1583	323113H	1585	216551A
1587	371051C	1589	254551E	1591	302257H	1593	342001C	1595	252313B
1597	316145G	1603	272207F	1605	253317B	1607	223043F	1609	355513H
1611	210233B	1613	277663F	1615	335645C	1617	355147D	1619	225573F
1621	366057H	1623	243217B	1625	337225C	1627	354503H	1629	337577D
1631	364445G	1633	370145G	1635	216177B	1637	330673H	1639	271341E
1641	317373D	1643	334555G	1645	255751A	1647	312411C	1649	212423B
1651	354047H	1653	241767B	1655	351157D	1657	342721G	1659	214053B
1669	267221E	1671	307541C	1673	334533H	1675	323145C	1677	211767B
1679	236423F	1681	325275G	1683	372057D	1685	327373D	1687	277505E
1689	272713B	1691	317361G	1693	347361G	1695	220433B	1697	354231G
1699	216477F	1701	311337D	1703	220741E	1705	324015C	1707	264271A
1709	231361E	1711	254323F	1713	302505C	1715	245417B	1717	212137B
1719	360721C	1721	217671E	1723	301021G	1725	321573D	1731	363525C
1733	272267F	1735	263401A	1737	215545A	1739	204141E	1741	276117F
1743	322515C	1745	213165A	1747	244425E	1749	212065A	1751	300135C
1753	277145E	1755	332415C	1757	360545G	1759	376475G	1761	252015A
1763	261455E	1765	333525C	1767	346335C	1769	310215G	1771	210435E
1773	201557B	1775	201373B	1777	210733F	1779	204235A	1781	203603F
1783	201155E	1785	214461A	1799	000703	1801	244035E	1803	261117B
1805	271563B	1807	242305E	1809	225735A	1811	240741E	1813	232435E
1815	262253B	1817	227647F	1819	352577D	1821	215171A	1823	343011G
1825	375333D	1827	313647D	1829	226117F	1831	326571G	1833	341523D
1835	341117D	1837	235151E	1839	344435C	1841	351021G	1843	330523H
1845	321507D	1847	347111G	1849	355323H	1851	367701C	1853	322643D
1859	341337H	1861	312471G	1863	307521C	1865	321735C	1867	303435G
1869	344203D	1871	202463F	1873	262645E	1875	233215A	1877	256353F
1879	344153H	1881	330235C	1883	247511E	1885	354415C	1887	316365C
1889	322111G	1891	314507H	1893	251765A	1895	226613B	1897	346145G
1899	333061C	1901	327337H	1903	225523F	1905	221173B	1907	205745E
1909	273235E	1911	371625C	1913	274571E	1915	227353B	1925	253215A
1927	331333H	1929	273703B	1931	270557F	1933	370467H	1935	350763D
1937	335717H	1939	211123F	1941	207163B	1943	322601G	1945	265101A
1947	377623D	1949	234675E	1951	200627F	1953	344615C	1955	372351C
1957	300025G	1959	216455A	1961	215411E	1963	333221G	1965	320151C
1967	277707F	1969	201435E	1971	333265C	1973	343335G	1975	300557D
1977	305567D	1979	355735G	1981	240477F	2115	331173D	2117	272425E
2119	234711E	2121	361707D	2123	213067F	2125	262271A	2127	363543D
2129	241757F	2131	326423H	2133	253125A	2135	342643D	2137	321433H
2139	251271A	2141	346173H	2147	211305E	2149	361371G	2151	246721A
2153	356561G	2155	222715A	2157	315225C	2159	361055C	2161	323055G
2163	214773B	2165	271215A	2167	266347F	2169	301321C	2171	232405E
2181	323157D	2183	324661G	2185	215233B	2187	215103B	2189	310003H
2191	311427H	2193	351701C	2195	365051C	2197	335477H	2199	227311A

Lampiran B

Tabel Polinomial Irreducible.



DEGREE 16--CONTINUED									
2201	337027H	2203	303417H	2205	202721A	2211	201165A	2213	227107F
2215	203365A	2217	306373D	2219	211213F	2221	326533H	2223	344357D
2225	361437D	2227	312357D	2229	340577D	2231	254513F	2233	345363H
2235	232177B	2237	303067H	2243	310107H	2245	342421C	2247	255541A
2249	311763H	2251	323627H	2253	220037B	2255	300741C	2257	335513H
2259	206655A	2261	374255C	2263	341233H	2265	227627B	2267	260413F
2269	337647H	2275	312763D	2277	334137D	2279	270127F	2281	320055G
2283	347265C	2285	272161A	2287	336013H	2289	310443D	2291	233715E
2293	233251E	2295	374477D	2313	000771	2315	251037B	2317	271137F
2319	253123B	2321	235533F	2323	217161E	2325	256335A	2327	210177F
2329	256731A	2331	334423D	2333	271621E	2339	234037F	2341	356031G
2343	364761C	2345	332461C	2347	215127F	2349	374735C	2351	303661G
2353	341121G	2355	221603B	2357	274077F	2359	365573H	2361	356613D
2363	272215A	2365	364617D	2371	267233F	2373	366265C	2375	306405C
2377	315017H	2379	271677B	2381	345431G	2383	346365G	2385	303255C
2387	372217H	2389	200077F	2391	222443B	2393	255267F	2395	307633D
2397	346757D	2403	357451C	2405	307413D	2407	320365G	2409	205757B
2411	335405G	2413	254717F	2415	344277D	2417	215211E	2419	244737F
2421	331145C	2423	227305E	2425	364553D	2427	215135A	2437	277131E
2439	255017B	2441	374515G	2443	362363H	2445	347477D	2447	201241E
2449	370115G	2451	336675C	2453	253521E	2455	202045A	2457	364563D
2459	367527H	2461	200457F	2467	236461E	2469	356631C	2471	254643F
2473	236547F	2475	307775C	2477	353001G	2479	312507H	2481	222605A
2483	312073H	2485	260473B	2487	275435A	2489	200071E	2491	200275E
2493	264673B	2499	310527D	2501	277355E	2503	276265E	2505	235475A
2507	366733H	2509	311061G	2511	323363D	2513	314615G	2515	204567B
2517	335515C	2519	320407H	2521	257345E	2523	211327B	2525	306667D
2531	354071G	2533	233161A	2535	370371C	2537	301605G	2539	252455E
2581	314613H	2583	321247D	2585	254373B	2587	332231G	2589	350007D
2595	271547B	2597	332157H	2599	317307H	2601	303203D	2603	306645G
2605	351731C	2607	305255C	2609	356625G	2611	243771E	2613	266761A
2615	364577D	2617	301737H	2619	251675A	2621	275367F	2627	207733F
2629	371607H	2631	277327B	2633	325437H	2635	316451C	2637	343473D
2639	250267F	2641	352101G	2643	207747B	2645	251403B	2647	245057F
2649	357225C	2651	245155E	2653	344337H	2659	242017F	2661	343415C
2663	224413F	2665	363343D	2667	361635C	2669	221027B	2671	335661G
2673	214125A	2675	215575A	2677	224161E	2679	345101C	2681	314013H
2695	263425A	2697	336623D	2699	375715G	2701	247113F	2703	301365C
2705	211223B	2707	201345E	2709	351533D	2711	244745E	2713	261163F
2715	356515C	2717	302415G	2723	363455G	2725	363477D	2727	312253D
2729	337457H	2731	246515E	2733	227713B	2735	370125C	2737	313151C
2739	371007D	2741	277461E	2743	253053F	2745	243753B	2747	352363H
2749	270263F	2755	253017B	2757	256737B	2759	336615G	2761	225315E
2763	342135C	2765	273623B	2767	367161G	2769	237013B	2771	250565A
2773	306227H	2775	350523D	2777	212641E	2779	324513H	2781	202765A
2787	350351C	2789	264111E	2791	366147H	2793	300575C	2795	217635A
2797	371253H	2799	312255C	2801	292203F	2803	336007H	2805	254465A
2827	000453	2829	302151C	2831	345223H	2833	311375G	2835	215121A
2837	231651E	2839	375751C	2841	262721A	2843	222535E	2845	327323D
2851	315157H	2853	363227D	2855	371025C	2857	232561E	2859	363557D
2861	355763H	2863	312001G	2865	220747B	2867	317271G	2869	217527F
2871	324001C	2873	204013B	2875	351413D	2877	255363B	2883	361027D
2885	376347D	2887	363657H	2889	320437D	2891	320317H	2893	241161E
2895	225557B	2897	354175G	2899	237127F	2901	216241A	2903	353265G
2905	330051C	2907	263461A	2909	224305E	2915	335135C	2917	304655G
2919	237765A	2921	254727F	2923	323267H	2925	310257D	2927	332017H
2929	224035E	2931	264721A	2933	221047F	2935	346231C	2937	336545C
2951	365455G	2953	243163F	2955	202013B	2957	334213H	2959	232233F
2961	344171C	2963	320775G	2965	276463B	2967	314447D	2969	251447F
2971	236407F	2973	353711C	2979	333345C	2981	375713H	2983	257253F
2985	371551C	2987	334565G	2989	373017H	2991	366763D	2993	263641E
2995	205621A	2997	207631A	2999	345145G	3001	247461E	3003	243667B
3005	237651A	3011	371105G	3013	253055E	3015	312075C	3017	306675G
3019	373335G	3021	207613B	3023	271671E	3121	235505E	3123	220253B
3125	333171C	3127	240631E	3129	227737B	3131	311171G	3141	337571C

Lampiran B

Tabel Polinomial Irreducible.

DEGREE 16--CONTINUED

3143	253237F	3145	222215A	3147	316401C	3149	343071G	3151	205305E
3153	220163B	3155	202375A	3157	354565G	3159	207227B	3161	317631G
3163	216545E	3165	362243D	3171	332363D	3173	305163H	3175	344025C
3177	320461C	3179	373407D	3181	254637F	3183	240255A	3185	357641C
3187	363057H	3189	334041C	3191	204373F	3193	240235E	3207	350325C
3209	264427F	3211	305721G	3213	301167D	3215	313577D	3217	207247F
3219	317675C	3221	256577F	3223	220233F	3225	340175C	3227	273513F
3229	370647H	3235	376055C	3237	335343D	3239	332751G	3241	340115G
3243	302267D	3245	272353B	3247	270217B	3249	260027B	3251	364473H
3253	202735E	3255	245277B	3257	206225E	3259	344023H	3269	202551E
3271	306313H	3273	345257D	3275	345677D	3277	347023H	3279	355525C
3281	241005A	3283	243337F	3285	220543B	3287	234537F	3289	230415E
3291	356177D	3293	233321E	3299	206035E	3301	277257F	3303	350705C
3305	367347D	3307	223075E	3309	260011A	3311	272021E	3313	335375G
3315	272535A	3341	000551	3343	225177F	3345	355233D	3347	242243F
3349	252661A	3351	316671C	3353	221123F	3355	300645C	3357	304161C
3363	355067D	3365	217547B	3367	240763F	3369	207441A	3371	343401G
3373	265347F	3375	343225C	3377	206151E	3379	371631G	3381	216755A
3383	344227D	3385	351611C	3387	230773B	3397	300367H	3399	257325E
3401	370151G	3403	244377F	3405	340605C	3407	316123H	3409	346415G
3411	204007B	3413	226163F	3415	350453D	3417	203175A	3419	340565G
3421	363103H	3427	212321E	3429	217353B	3431	313671G	3433	257325E
3435	226567B	3437	277035E	3439	305345G	3441	230333B	3443	271451E
3445	233571A	3447	363255C	3449	250131E	3463	366331G	3465	252755A
3467	263767F	3469	214377F	3471	213463B	3473	310633H	3475	232031A
3477	304503D	3479	340731G	3481	376125G	3483	324025C	3485	306551C
3491	231075E	3493	300453H	3495	227251A	3497	325167H	3499	346527H
3501	366117D	3503	215727F	3505	327163D	3507	323461C	3509	214251E
3511	327777H	3513	215447B	3515	240343B	3525	266461A	3527	225073F
3529	354767H	3531	332275C	3533	220075E	3535	302517D	3537	217423B
3539	266611E	3541	335061G	3543	210075A	3545	220573B	3547	302555G
3549	327727D	3555	243067B	3613	345251G	3619	245337F	3621	257453B
3623	237373F	3625	334371C	3627	355263D	3629	226741E	3631	204613F
3633	375225C	3635	203173B	3637	255125E	3639	304353D	3641	257675E
3643	354773H	3653	302033H	3655	204253B	3657	361445C	3659	205723F
3661	375555G	3663	305615C	3665	375653D	3667	252447F	3669	302445C
3671	230047F	3673	302451G	3675	206621A	3677	267227F	3683	211201E
3685	350435C	3687	377301C	3689	275747B	3691	271257F	3693	336307D
3695	241267B	3697	327623H	3699	216023B	3701	234337F	3703	355645G
3721	212033F	3723	360235C	3725	203311A	3727	237645E	3729	217563B
3731	262747F	3733	377465G	3735	332725C	3737	213727F	3739	355727H
3741	242161A	3747	343063D	3749	350031G	3751	231471E	3753	310113D
3755	242745A	3757	314531C	3759	343633D	3761	250407F	3763	344543H
3765	277065A	3767	206243F	3769	220607F	3771	223233B	3781	301033H
3783	232247B	3785	363367D	3787	271633F	3789	242321A	3791	346517D
3793	237435E	3795	337745C	3797	222377F	3799	360427H	3801	247707B
3803	226153F	3805	334603D	3811	334767H	3813	244021A	3815	254133B
3817	231057F	3819	340475C	3821	266635E	3823	324463H	3825	275675A
3855	000471	4369	000023	4371	207177B	4373	217565E	4375	214467B
4377	205317B	4379	311121G	4381	250201E	4387	254045E	4389	270271A
4391	375041G	4393	237103F	4395	267441A	4397	224173F	4403	252227B
4405	310653D	4407	237501A	4409	306043H	4411	317545G	4421	264727F
4423	304757H	4425	276573B	4427	332677H	4429	254211E	4435	310723D
4437	233327B	4439	241773F	4441	224707F	4443	356435C	4445	227611A
4451	234111E	4453	200517F	4455	311045C	4457	332707H	4459	323671G
4461	367267D	4467	235603B	4469	267135E	4471	367571C	4489	375113H
4491	231313B	4493	244077F	4499	373125G	4501	233231E	4503	323365C
4505	371557D	4507	222231E	4509	351577D	4515	327117D	4517	316767H
4519	351757H	4521	333625C	4523	352231G	4525	364715C	4531	322301G
4533	274347B	4535	345107D	4537	235167F	4539	320423D	4549	377351G
4551	235473B	4553	322351G	4555	365301C	4557	372421C	4563	232277B
4565	354123D	4567	231165E	4569	220771A	4571	215507F	4645	334437D
4647	251153B	4649	321523H	4651	263273F	4653	314435C	4659	213111A
4661	272633F	4663	317645G	4665	342153D	4667	322147H	4677	321255C
4679	277723F	4681	330271G	4683	340273D	4685	353447D	4691	253305E

Lampiran B

Tabel Polinomial Irreducible.

DEGREE 16--CONTINUED

4693	340431G	4695	300247D	4697	272647F	4699	250641E	4701	321771C
4707	224457B	4709	305343D	4711	354505G	4713	250377B	4715	232637B
4717	330741G	4723	311465G	4725	317765C	4747	206723F	4749	211521A
4755	270573B	4757	371203H	4759	347277H	4761	374567D	4763	226343F
4765	231221A	4771	267177F	4773	365433D	4775	334401C	4777	373677D
4779	232441A	4781	241413F	4787	221527F	4789	204471E	4791	357511C
4793	357173H	4795	307457D	4805	263745A	4807	375603H	4809	322165C
4811	363623D	4813	367767H	4819	261545E	4821	321537D	4823	201561E
4825	364321C	4827	212131A	4829	306711G	4835	235237B	4837	352677H
4839	316053D	4841	216523F	4843	245717F	4845	267755A	4883	000543
4885	241207B	4887	215777B	4889	371623H	4891	313167H	4893	300515C
4899	366471C	4901	352655G	4903	311705G	4905	275177B	4907	337137H
4909	255737F	4915	211527B	4917	352275C	4919	245711E	4921	372447H
4923	357321C	4933	301571G	4935	202543B	4937	360067H	4939	276323F
4941	312477D	4947	244107B	4949	345443H	4951	213233F	4953	236371A
4955	344507D	4957	361505G	4963	231235E	4965	260757B	4967	245023F
4969	366447H	4971	220265A	4973	265653F	4979	376663H	4981	235273B
5003	365753H	5005	340751C	5011	302605G	5013	316475C	5015	345053D
5017	335447H	5019	265275A	5021	260167F	5027	255707F	5029	226373F
5031	230005A	5033	243703F	5035	363433D	5037	304327D	5203	202051E
5205	345611C	5207	373065G	5209	333551G	5211	234501A	5213	346751G
5219	353073D	5221	230303F	5223	317703D	5225	211107B	5227	233355E
5229	200617B	5235	252315A	5237	203761E	5259	332201C	5261	211363F
5267	313743H	5269	372727H	5271	350471C	5273	347247H	5275	230145A
5277	341727D	5283	254753B	5285	265003B	5287	255425A	5289	305153D
5291	362113H	5293	261217F	5299	236443F	5301	275753B	5303	322375G
5305	203773B	5319	200767B	5321	234217B	5323	232513F	5325	234601A
5331	237205A	5333	246753F	5335	364757D	5337	235257B	5339	212257F
5341	216427F	5347	246551E	5349	203577B	5351	201643F	5353	302021G
5355	232531A	5397	000567	5399	356433H	5401	254453F	5403	263027B
5405	372211C	5411	302751G	5413	370257H	5415	364627D	5417	210117F
5419	367257H	5421	222451A	5427	347323D	5429	342501G	5431	233033F
5433	264705A	5447	254615E	5449	242635E	5451	311031C	5453	250555E
5459	315757H	5461	206745E	5463	230173B	5465	263201A	5467	312703H
5469	232507B	5475	334665C	5477	216351E	5479	340363H	5481	306271C
5483	221743F	5485	375511C	5491	356717D	5493	272663B	5515	375707D
5517	216127B	5523	264051A	5525	360755C	5527	310503H	5529	230743B
5531	204657F	5533	360177H	5539	302541G	5541	241443B	5543	354517H
5545	262507B	5547	211553B	5549	246747F	5555	307251C	5557	225411E
5559	226007B	5561	304137H	5575	266363B	5577	261613B	5579	347441G
5581	223531E	5587	332125G	5677	263431E	5683	235125E	5685	301035C
5687	271317F	5689	201615E	5703	242173B	5705	223763B	5707	273031E
5709	367053D	5715	374331C	5717	261227F	5719	220121E	5721	235611A
5723	273127F	5725	275463B	5731	226171E	5733	372241C	5735	250663B
5737	217173F	5739	356343D	5741	223705E	5747	215657F	5773	252513F
5779	244773F	5781	217305A	5783	236715E	5785	253251A	5787	306177D
5789	334215G	5795	337775C	5797	205341A	5799	345021C	5801	227017F
5803	216141E	5805	267607B	5811	263503B	5813	353315G	5815	365367D
5817	201323B	5831	355755C	5833	371177H	5835	321235C	5837	221223F
5843	206363F	5845	334451C	5847	362317D	5849	273645E	5851	374361G
5853	236665A	5859	235743B	5861	242633F	5863	273075E	5865	326553D
5911	000435	5913	255021A	5915	230267B	5917	210763F	5923	321717H
5925	325617D	5927	363007H	5929	203571E	5931	343725C	5933	220045A
5939	231433F	5941	304457H	5943	247553B	5945	257023B	6343	377645G
6345	220551A	6347	325303H	6349	306747H	6355	377241C	6357	372433D
6359	230731E	6361	322405G	6363	362731C	6373	247527F	6375	352527D
6425	000637	6427	341575G	6437	376677H	6439	204337F	6441	234241A
6443	257255A	6445	301767D	6451	333075G	6453	213765A	6455	271207B
6457	243441E	6471	315641C	6473	241577F	6475	330255C	6477	360733D
6483	216513B	6485	352303D	6487	210711E	6489	210241A	6491	254075E
6501	365325C	6503	336763H	6505	373547D	6507	304115C	6509	331617H
6515	221425A	6541	223755E	6547	256621E	6549	210471A	6551	377203H
6553	222527F	6555	215061A	6565	366625C	6567	376563D	6569	262227F
6571	253653F	6573	377375C	6579	262015A	6581	241113F	6583	216537F
6585	326647D	6599	270133F	6601	340521G	6603	230445A	6709	370713H

Lampiran B

Tabel Polinomial Irreducible.

DEGREE 16--CONTINUED

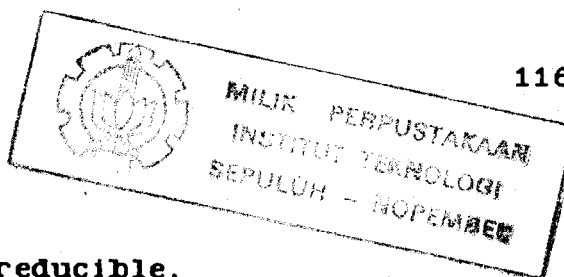
6711	375261C	6713	242371E	6727	345425G	6729	363411C	6731	275661E
6733	372545G	6739	341711G	6741	223155A	6743	250353F	6745	251435A
6747	356417D	6757	352457H	6759	377537D	6761	342575G	6763	373773H
6765	301145C	6803	343565G	6805	232661A	6807	237211A	6809	330307H
6811	335025G	6821	353427H	6823	251543F	6825	325327D	6827	224505E
6829	252765E	6835	273421A	6837	350601C	6839	324657H	6841	270235E
6855	303075C	6857	315065G	6859	245165E	6861	217275A	6863	352137D
6869	277457F	6871	326701G	6873	304017D	6875	244365A	6885	321613D
6939	000643	6949	212371E	6951	360253D	6953	305051C	6955	361063D
6957	275343B	6963	355465C	6965	240367B	6967	242767F	6969	267625A
6983	272225E	6985	234117B	6987	264073B	6989	304633H	6995	304713D
6997	315467H	6999	355331C	7001	263161E	7003	314057H	7013	357145G
7015	277563B	7017	352437D	7019	217317F	7021	267601A	9363	342631C
9365	316027D	9371	255161E	9381	267357B	9387	307143D	9389	365345G
9395	245043B	9397	236503F	9419	257067F	9421	200641E	9427	235011E
9429	245147B	9435	300403D	9509	000515	9515	322315C	9517	261153F
9523	276277F	9525	225361A	9547	354407H	9549	262433B	9555	244611A
9557	221505E	9563	241201E	9573	235731A	9579	276057B	9581	335203H
9619	314777H	9621	256055A	9627	312545C	9637	223203F	9643	347127H
9645	322717D	9651	260541A	9805	310751C	9811	304773H	9813	335601C
9819	201263B	9829	262453F	9835	265757B	9877	260243B	9883	217603F
9893	372323H	9899	273433F	9901	360463H	9907	365637H	9909	263071A
10571	320157H	10573	204645E	10579	314043H	10581	366135C	10603	360515G
10645	241125A	10667	264323F	10837	317515G	10923	247167B	10925	312537D
10931	211737B	10933	362553H	10955	275221A	10957	323305G	10963	265773F
10965	220411A	11051	000537	11053	242341E	11059	240747F	11061	343555C
11083	204325E	11085	253401A	11443	254331E	11469	234133B	11475	340407D
11565	000727	13107	000037	21845	000007				

DEGREE	17	1	400011E	3	400017F	5	400431E	7	525251E
9	410117F	11	400731E	13	411335E	15	444257F	17	600013H
19	403555E	21	525327F	23	411077F	25	404525E	27	401523F
29	466273F	31	642015G	33	446613F	35	527427F	37	414347F
39	414443F	41	501353F	43	445141E	45	663013H	47	414663F
49	535013F	51	610215G	53	403063F	55	530765E	57	460377F
59	626653H	61	405473F	63	504671E	65	771353H	67	444611E
69	422273F	71	442571E	73	612537H	75	572325E	77	564225E
79	561175E	81	447773F	83	470337F	85	640635G	87	646775G
89	532617F	91	537773F	93	510473F	95	413651E	97	514573F
99	601335G	101	606155G	103	540041E	105	525535E	107	714303H
109	506741E	111	514045E	113	750413H	115	642433H	117	551757F
119	735207H	121	662527H	123	530645E	125	431601E	127	775325G
129	671075G	131	443043F	133	607115G	135	432265E	137	454067F
139	402545E	141	547163F	143	742377H	145	430161E	147	504505E
149	461331E	151	454433F	153	724003H	155	562467F	157	774563H
159	430053F	161	557517F	163	652243H	165	455655E	167	727113H
169	521367F	171	743537H	173	424443F	175	421215E	177	655241G
179	424107F	181	675215G	183	541625E	185	771231G	187	734703H
189	470147F	191	413557F	193	424761E	195	656765G	197	756341G
199	722571G	201	600657H	203	554347F	205	543457F	207	414115E
209	674557H	211	630043H	213	734763H	215	402253F	217	542447F
219	706353H	221	751471G	223	636031G	225	755535G	227	771451G
229	435251E	231	620071G	233	752045G	235	742003H	237	717553H
239	734727H	241	740227H	243	633051G	245	676521G	247	567321E
249	705503H	251	763237H	253	544613E	255	524057F	257	774503H
259	477743F	261	477633F	263	755723H	265	447503F	267	411347F
269	417611E	271	404121E	273	521531E	275	611073H	277	432625E
279	501275E	281	446417F	283	671763H	285	455647F	287	575245E
289	476601E	291	437631E	293	404607F	295	466457F	297	652563H
299	461471E	301	531071E	303	772047H	305	477225E	307	457601E
309	667401G	311	625321G	313	510071E	315	573213F	317	755547H
319	472617F	321	511337F	323	511373F	325	603777H	327	424505E
329	504641E	331	425601E	333	466055E	335	565765E	337	545603F
339	603205G	341	512211E	343	715147H	345	541211E	347	565171E
349	465521E	351	640407H	353	655007H	355	555477F	357	575535E

Lampiran B

Tabel Polinomial Irreducible.

DEGREE 18	1 1000201E	3 1010301A	5 1002241E
7 1000377B	9 1200205A	11 1703601G	13 1025711E
15 1015721A	17 1115701E	19 1023141A	21 1070477B
27 1223215A	63 1313133B	63 1313133B	63 1313133B
189 1623075C	57 1160435A	57 1160435A	171 1626367D
57 1160435A	171 1626367D	171 1626367D	133 1300565A
399 1514245C	399 1514245C	1197 1052465A	399 1514245C
1197 1052465A	1197 1052465A	73 1642365C	219 1252555A
219 1252555A	657 1253607A	219 1252555A	657 1253607A
657 1253607A	1971 1334325A	511 1231145A	1533 1055321A
1533 1055321A	4599 1341035A	1533 1055321A	4599 1341035A
4599 1341035A	13797 1777777D	1387 1011011A	9709 1001001A
DEGREE 19	1 2000047F	3 2020471E	5 2013211E
7 2570103F	9 2561427F	11 2227023F	13 2001711E
15 2331067F	17 3146455G	19 3610353H	21 2766447F
DEGREE 20	1 4000011E	3 4000017B	5 4200031A
7 4001051E	9 4040217B	11 4030071A	13 4004515E
15 4221037B	17 6000031G	19 4442235E	21 4103307B
25 4307165A	75 4266075A	33 4036267B	55 4346037B
165 5145217B	55 4346037B	165 5145217B	275 6027135C
825 6044073D	31 4034755A	93 4627377B	155 4367471A
465 5057137B	155 4367471A	465 5057137B	775 6505453D
2325 4504241A	341 4510031A	1023 7552557D	1705 6406005C
5115 5327265A	1705 6406005C	5115 5327265A	8525 5746331A
25575 6647133D	41 4027577B	123 4761757B	205 5541427A
615 7113055C	205 5541427A	615 7113055C	451 7544237D
1353 7602777D	2255 5017111A	6765 5521623B	2255 5017111A
6765 5521623B	1271 7050457D	3813 4345543B	6355 6130725C
19065 7164555C	6355 6130725C	19065 7164555C	13981 4100001A
41943 4102041A			
DEGREE 21	1 10000005E	3 10040205E	5 10020045E
7 11111115A	9 10040315E	11 10000635E	13 10103075E
15 10050335E	17 10002135E	19 17000075G	21 14600067D
49 11105347A	127 10225077A	889 11166743A	889 11166743A
6223 17155161C	337 10264425A	2359 16260075C	2359 16260075C
42799 10040001A			
DEGREE 22	1 20000003F	3 20100403B	5 20001043F
7 22222223F	9 20100453B	11 25200127F	13 20401207F
15 20110517B	17 20430607F	19 20070217F	21 31400147D
23 20005611A	69 20465307B	89 20603715A	267 24146477B
2047 22404051A	6141 36544657D	683 34230073D	15709 21774413B
60787 34603145C			
DEGREE 23	1 40000041E	3 40404041E	5 40000063F
7 40010061E	9 50000241E	11 40220151E	13 40006341E
15 40405463F	17 40103271E	19 41224445E	21 40435651E
47 44636045A	178481 43073357B		
DEGREE 24	1 100000207F	3 100205645A	5 100205645A
5 100305143B	7 100315361A	9 102746675A	11 112432273B
11 125245661E	13 113646571A	15 112432273B	17 116636645A
17 140775753D	19 113763063E	21 116636645A	23 113206017A
45 170736335C	63 164260065C	35 113206017A	315 105404647B
105 151255377B	105 151255377B	315 105404647B	117 131307443B
39 156267123C	39 156267123C	117 131307443B	195 132365525A
65 150051747D	195 132365525A	195 132365525A	273 137240727A
585 157653375C	91 160503563D	273 137240727A	455 165330327D
273 137240727A	819 144534331C	455 165330327D	4095 120652605A
1365 103446341A	1365 103446341A	4095 120652605A	153 130633327B
51 155212435A	51 155212435A	153 130633327B	255 172634307C
85 141720423C	255 172634307C	255 172634307C	



Lampiran B

Tabel Polinomial Irreducible.

DEGREE 24--CONTINUED		
765 146537231C	119 123426525A	357 105732145A
357 105732145A	1071 133125511A	595 155513755A
1785 121720647B	1785 121720647B	5355 102474621A
221 100466513A	663 100006161A	663 100006161A
1989 101312015A	1105 126751351A	3315 104313243A
3315 104313243A	9945 116055567A	1547 156652045C
4641 124430435A	4641 124430435A	13923 112630407A
7735 127617123A	23205 133033563B	23205 133033563B
69615 161676707A	241 174317125C	723 171224435C
723 171224435C	2169 154423127D	1205 132001371A
3615 145363733B	3615 145363733B	10845 155353415A
1687 165365701C	5061 106342635A	5061 106342635A
15183 100605077B	8435 133567111A	25305 161276343B
25305 161276343B	75915 100140053B	3133 101332157B
9399 131342727B	9399 131342727B	28197 162047171C
15665 112155405A	46995 164117115C	46995 164117115C
140985 124055647B	21931 110001101A	109655 100011011A
DEGREE 25		
5 204000051E	1 200000011E	3 200000017F
11 252001251E	7 200010031E	9 200402017F
17 200005535E	13 201014171E	15 204204057F
31 200523477B	19 200014731E	21 201015517F
1801 341573647D	601 353551603D	18631 277267355A
55831 253566335A		
DEGREE 26		
5 430216473F	1 400000107F	3 401007131A
11 426225667F	7 402365755E	9 410004563B
17 473167545E	13 510664323F	15 475477275A
2731 656536753D	19 411335571E	21 433315447B
8191 614326143D	8191 614326143D	24573 600777003D
DEGREE 27		
5 1020024171E	1 1000000047E	3 1001007071E
11 1250025757F	7 1004462703B	9 1102210617E
17 1112225171E	13 1257242631E	15 1020560103F
73 1215076703A	19 1037530241E	21 1006524347B
511 1745602367D	511 1745602367D	
DEGREE 28		
5 2040000411A	1 2000000011E	3 2000000017B
11 2000025051E	7 2104210431E	9 2002004017B
17 2002502115E	13 2020006031E	15 2040410417B
29 2010141305A	19 2001601071E	21 2104213577A
435 2256267705A	87 2010073021A	145 2112310701A
215 3417321145C	43 2043450123B	129 2232610673B
3741 2742450341A	645 2507013341A	1247 2036150345A
113 2065561561A	6235 2052124143B	18705 2307251163B
1695 3655737253B	339 2550100465A	565 3662526717D
4859 2313475717B	3277 2752435573B	9831 3521653421A
72885 2037216263B	14577 3513705403A	24295 2517460277B
127 2243345037B	140911 2336561121A	422733 3043320155A
1905 3757051033D	381 3540233367A	635 3664406015C
18415 2226143443B	3683 2322031441A	11049 3157336171C
16383 2273447351A	55245 3033453267C	5461 3305002225C
158369 3533324373D	27305 3061505731C	81915 3052445243D
2375535 2330160331A	475107 2337253731A	791845 2145723745A
71755 3175417143A	14351 3316136351C	43053 2374475053A
1248537 3657555473D	215265 3514237073C	416179 2755450655A
3085465 3706175715C	617093 3614772157D	1851279 3572445367D
9256395 3777777777D	9256395 3777777777D	
DEGREE 29		
5 4000010205E	1 4000000005E	3 4004004005E
11 4002200115E	7 4010000045E	9 4400000045E
17 4100060435E	13 4001040115E	15 4004204435E
233 4125377665A	19 4040003075E	21 4004064275E
2089 6202672631C	1103 4663771561A	256999 7260572607D
486737 6276417701C	486737 6276417701C	2304167 4334123375A

Lampiran B

Tabel Polinomial Irreducible.

DEGREE 30		
5	10104264207F	1 10040000007F
11	10421106467B	7 17254401747D
17	11326212703F	13 10115131333F
63	15671207425A	19 10343244533E
99	10231077101A	33 10617013661A
231	12551521353B	77 10347066511A
93	13104273407B	693 12363365205A
217	13063776443B	93 13104273407B
1953	16217747517D	651 14475010377C
1023	13005472403B	341 15312176137D
7161	17273014127A	3069 15027200513D
151	11732145645A	7161 17273014127A
1359	13137001367A	453 15642307235C
3171	14046056527C	1057 17576155211A
4983	11747625331A	9513 15362114071A
11627	12305126253B	4983 11747625331A
104643	16671210137D	34881 11274077671A
14043	15727555211C	4681 11346765601A
98301	17313775157D	42129 11154174627A
51491	15116464137C	98301 17313775157D
463419	13637044253B	154473 10170400463B
1081311	14437537423D	360437 13726766575A
993	15100727503B	3243933 17657537277D
2317	10737311047B	993 15100727503B
20853	11567732701A	6951 12374572221A
10923	16076273661C	3641 14707036127B
76461	10221305567A	25487 10403615303A
30783	10363607103A	10261 16150525151C
215481	17473760245C	92349 12553152637A
112871	12527647623A	215481 17473760245C
790097	12105065527A	338613 12670030647A
49981	10400014607B	2370291 10545323161A
449829	12240170427B	149943 10502035235A
1649373	15735076321C	349867 10101010111A
1549411	12135356633B	1649373 15735076321C
13944699	16471647235C	4648233 11274767701A
		10845877 11000100011A
		3 10045207405A
		9 10466404155A
		15 12531150265A
		21 14340746005C
		33 10617013661A
		231 12551521353B
		31 10537567431A
		279 17565561725C
		651 14475010377C
		1023 13005472403B
		2387 17327131755A
		21483 15222475661C
		453 15642307235C
		3171 14046056527C
		1661 16275156545A
		14949 14262504223C
		34881 11274077671A
		14043 15727555211C
		32767 14271111643D
		294903 17667776677D
		154473 10170400463B
		1081311 14437537423D
		331 13214207735A
		2979 11115104367B
		6951 12374572221A
		10923 16076273661C
		76461 10221305567A
		30783 10363607103A
		71827 14221266525C
		646443 17070134445A
		338613 12670030647A
		2370291 10545323161A
		149943 10502035235A
		549791 11303560025A
		3848537 11010100111A
		4648233 11274767701A
DEGREE 31		
5	20000020411E	1 20000000011E
11	20005000251E	7 21042104211E
17	20000200435E	13 20004100071E
		19 20060140231E
DEGREE 32		
5	50521021747B	1 40020000007F
11	40035532523F	7 40460216667F
17	44165166133B	13 42003247143F
51	73274317525C	19 41760427607F
257	52213142567B	85 55255004227B
3855	47254550703B	771 46633742135A
21845	65636126613D	4369 45052437233B
		65535 57410204175A
DEGREE 33		
5	104000420001E	1 100000020001E
11	111100021111E	7 100000260001A
17	100502430041E	13 100000031463F
23	100021260105A	19 100601431001E
623	124155341567B	161 107167672771A
599479	125725100311A	2047 142560223461C
		13788017 101534661265A
		3 100020024001E
		9 100020224401E
		15 104020466001E
		21 100034327001A
		89 100123140475A
		14329 150052442055C
		53353631 107753475213B
DEGREE 34		
5	201472024107F	1 201000000007F
11	225213433257F	7 377000007527H
17	251132516577F	13 227712240037F
43691	327304565547D	19 211636220473F
		131071 331706543633D
		3 201051003005A
		9 203123311035A
		15 213753015051A
		21 377235535321C
		393213 226405640551A

Lampiran C

LEMBAR DATA AMPLIFIER VIDEO

MC1733 HIGH-FREQUENCY CIRCUITS
MC1733C

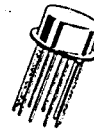
DIFFERENTIAL VIDEO AMPLIFIER

... a wideband amplifier with differential input and differential output. Gain is fixed at 10, 100, or 400 without external components or, with the addition of one external resistor, gain becomes adjustable from 10 to 400.

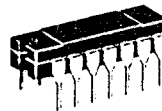
- Bandwidth – 120 MHz typical @ $A_{vd} = 10$
- Rise Time – 2.5 ns typical @ $A_{vd} = 10$
- Propagation Delay Time – 3.6 ns typical @ $A_{vd} = 10$

DIFFERENTIAL VIDEO WIDEBAND AMPLIFIER

SILICON MONOLITHIC INTEGRATED CIRCUIT



G SUFFIX
METAL PACKAGE
CASE 603
TO-100



L SUFFIX
CERAMIC PACKAGE
CASE 632
TO-116

FIGURE 1 – BASIC CIRCUIT

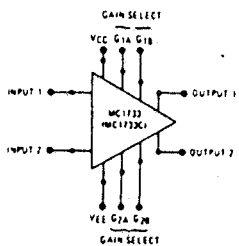


FIGURE 2 – VOLTAGE GAIN ADJUST CIRCUIT

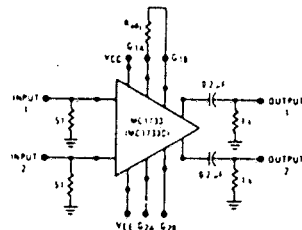
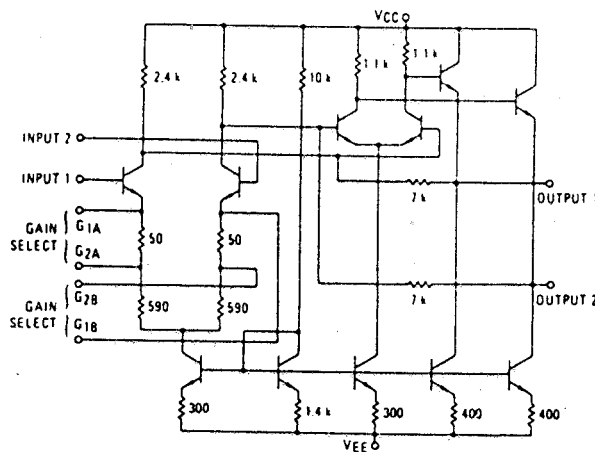
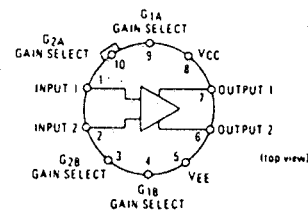


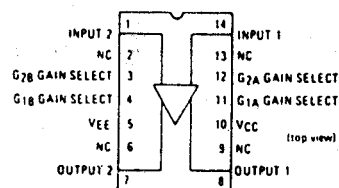
FIGURE 3 – EQUIVALENT CIRCUIT SCHEMATIC



CONNECTION DIAGRAMS



G SUFFIX, METAL PACKAGE
Pin 5 connected to case



L SUFFIX, CERAMIC PACKAGE

Lampiran C

Lembar Data Amplifier Video.
MC1733, MC1733C (continued).

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_{CC} = +6.0 Vdc, V_{EE} = -6.0 Vdc, at T_A = T_{high} to T_{low}, unless otherwise noted.)*

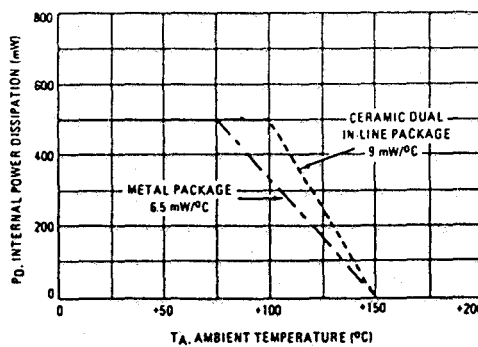
Characteristic	Symbol	MC1733			MC1733C			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Differential Voltage Gain	A _{vd}							V/V
Gain 1 (Note 2)		200	-	600	250	-	600	
Gain 2 (Note 3)		80	-	120	80	-	120	
Gain 3 (Note 4)		8.0	-	12	8.0	-	12	
Input Resistance	R _{in}	8.0	-	-	8.0	-	-	kΩ
Input Offset Current (Gain 3)	I _{IO}	-	-	5.0	-	-	6.0	μA
Input Bias Current (Gain 3)	I _{IB}	-	-	40	-	-	40	μA
Input Voltage Range (Gain 2)	V _{in}	±1.0	-	-	±1.0	-	-	V
Common-Mode Rejection Ratio	CMRR							dB
Gain 2 (V _{CM} = ±1 V, f < 100 kHz)		50	-	-	50	-	-	
Supply Voltage Rejection Ratio	PSRR							dB
Gain 2 (ΔV _s = ±0.5 V)		50	-	-	50	-	-	
Output Offset Voltage	V _{OO}							V
Gain 1		-	-	1.5	-	-	1.5	
Gain 2 and Gain 3	-	-	1.2	-	-	1.5		
Output Voltage Swing (Gain 2)	V _O	2.5	-	-	2.5	-	-	Vp-p
Output Sink Current (Gain 2)	I _O	2.2	-	-	2.5	-	-	mA
Power Supply Current (Gain 2)	I _D	-	-	27	-	-	27	mA

*T_{low} = 0°C for MC1733C, -55°C for MC1733
T_{high} = +70°C for MC1733C, +125°C for MC1733.

NOTES

- Note 1: Derate metal package at 6.5 mW/°C for operation at ambient temperatures above 75°C and dual in-line package at 9 mW/°C for operation at ambient temperatures above 100°C (see Figure 4). If operation at high ambient temperatures is required (MC1733) a heatsink may be necessary to limit maximum junction temperature to 150°C. Thermal resistance, junction-to-case, for the metal package is 69.4°C per Watt.
- Note 2: Gain Select pins G_{1A} and G_{1B} connected together.
- Note 3: Gain Select pins G_{2A} and G_{2B} connected together.
- Note 4: All Gain Select pins open.

FIGURE 4 - MAXIMUM ALLOWABLE POWER DISSIPATION



TYPICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = +6.0 Vdc, V_{EE} = -6.0 Vdc, T_A = +25°C unless otherwise noted.)

FIGURE 5 - SUPPLY CURRENT versus TEMPERATURE

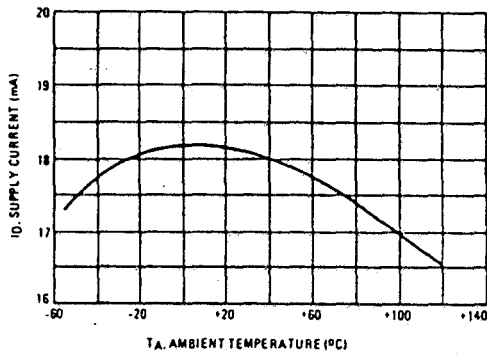
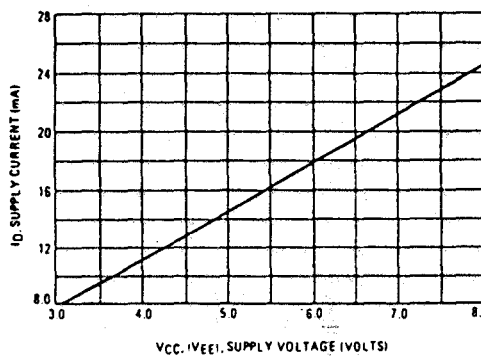
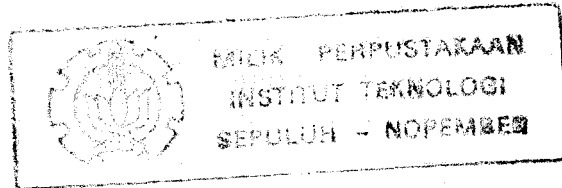


FIGURE 6 - SUPPLY CURRENT versus SUPPLY VOLTAGE



Lampiran C

Lembar Data Amplifier Video.
MC1733, MC1733C (continued).

 MAXIMUM RATINGS ($T_A = +25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
Power Supply Voltage	V _{CC}	+8.0	Volts
	V _{EE}	-8.0	
Differential Input Voltage	V _{in}	±5.0	Volts
Common-Mode Input Voltage	V _{ICM}	±6.0	Volts
Output Current	I _O	10	mA
Internal Power Dissipation (Note 1)	P _D	500	mW
		500	
Operating Temperature Range	T _A	0 to +70	°C
		-55 to +125	
Storage Temperature Range	T _{stg}	-65 to +150	°C

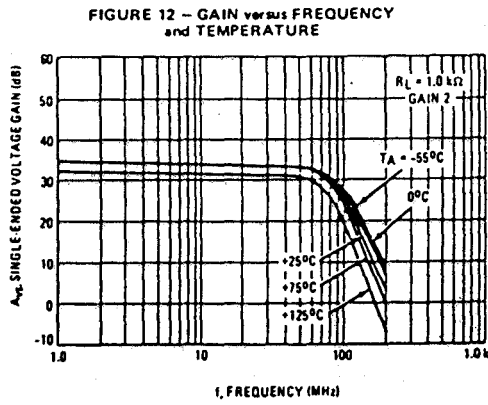
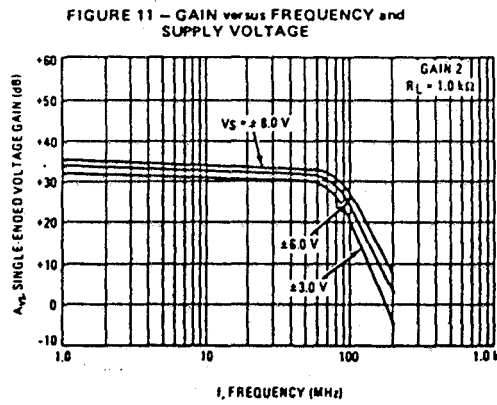
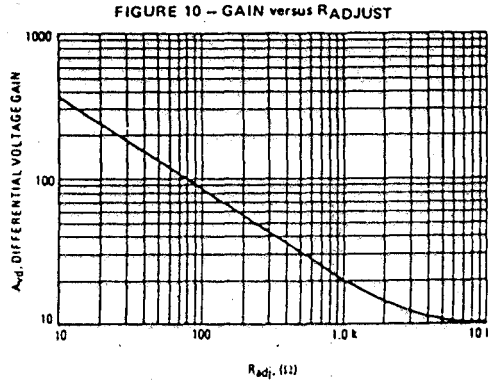
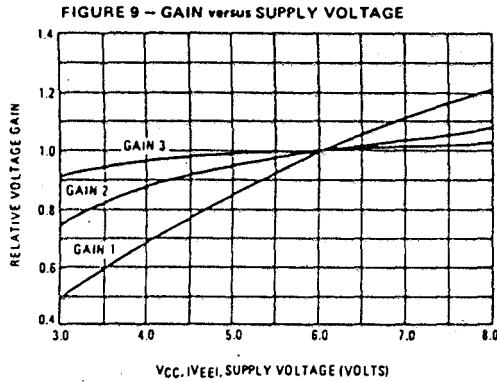
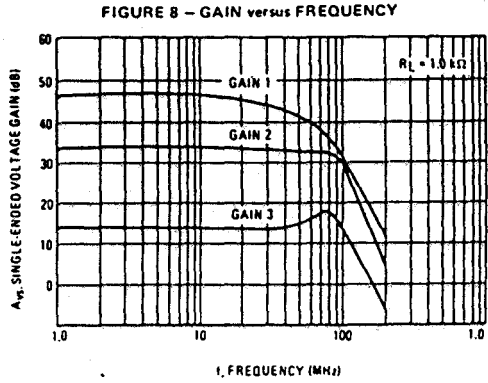
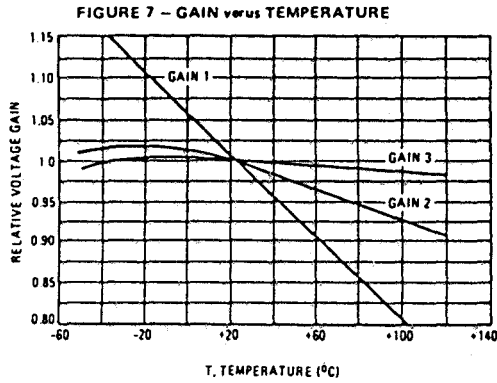
 ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_{CC} = +6.0 Vdc, V_{EE} = -6.0 Vdc, at T_A = +25°C unless otherwise noted.)

Characteristic	Symbol	MC1733			MC1733C			Units	
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max		
Differential Voltage Gain	A _{vd}	Gain 1 (Note 2)	300	400	500	250	400	600	V/V
		Gain 2 (Note 3)	90	100	110	80	100	120	
		Gain 3 (Note 4)	9.0	10	11	8.0	10	12	
Bandwidth (R _s = 50 Ω)	BW	Gain 1	-	40	-	-	40	-	MHz
		Gain 2	-	90	-	-	90	-	
		Gain 3	-	120	-	-	120	-	
Rise Time (R _s = 50 Ω, V _O = 1 Vp-p)	t _{TLH} t _{THL}	Gain 1	-	10.5	-	-	10.5	-	ns
		Gain 2	-	4.5	10	-	4.5	12	
		Gain 3	-	2.5	-	-	2.5	-	
Propagation Delay (R _s = 50 Ω, V _O = 1 Vp-p)	t _{PLH} t _{PHL}	Gain 1	-	7.5	-	-	7.5	-	ns
		Gain 2	-	6.0	10	-	6.0	10	
		Gain 3	-	3.6	-	-	3.6	-	
Input Resistance	R _{in}	Gain 1	-	4.0	-	-	4.0	-	kΩ
		Gain 2	20	30	-	10	30	-	
		Gain 3	-	250	-	-	250	-	
Input Capacitance (Gain 2)	C _{in}	-	2.0	-	-	2.0	-	pF	
Input Offset Current (Gain 3)	I _{IO}	-	0.4	3.0	-	0.4	5.0	μA	
Input Bias Current (Gain 3)	I _{IB}	-	9.0	20	-	9.0	30	μA	
Input Noise Voltage (R _s = 50 Ω, BW = 1 kHz to 10 MHz)	V _n	-	12	-	-	12	-	μV(rms)	
Input Voltage Range (Gain 2)	V _{in}	±1.0	-	-	±1.0	-	-	V	
Common-Mode Rejection Ratio	CMRR	Gain 2 (V _{CM} = ±1 V, f ≤ 100 kHz)	60	86	-	60	86	-	dB
		Gain 2 (V _{CM} = ±1 V, f = 5 MHz)	-	60	-	-	60	-	
Supply Voltage Rejection Ratio	PSRR	50	70	-	50	70	-	dB	
Output Offset Voltage	V _{OO}	Gain 1	-	0.6	1.5	-	0.6	1.5	V
		Gain 2 and Gain 3	-	0.35	1.0	-	0.35	1.5	
Output Common-Mode Voltage (Gain 3)	V _{CMO}	2.4	2.9	3.4	2.4	2.9	3.4	V	
Output Voltage Swing (Gain 2)	V _O	3.0	4.0	-	3.0	4.0	-	Vp-p	
Output Sink Current (Gain 2)	I _O	2.5	3.6	-	2.5	3.6	-	mA	
Output Resistance	R _{out}	-	20	-	-	20	-	Ω	
Power Supply Current (Gain 2)	I _D	-	18	24	-	18	24	mA	

Lampiran C

Lembar Data Amplifier Video.
 MC1733, MC1733C (continued).

TYPICAL CHARACTERISTICS (continued)
 ($V_{CC} = +6.0$ Vdc, $V_{EE} = -6.0$ Vdc, $T_A = +25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted.)



Lampiran C

Lembar Data Amplifier Video.
 MC1733, MC1733C (continued).

TYPICAL CHARACTERISTICS (continued)
 ($V_{CC} = +6.0$ Vdc, $V_{EE} = -6.0$ Vdc, $T_A = +25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted.)

FIGURE 13 - PULSE RESPONSE versus GAIN

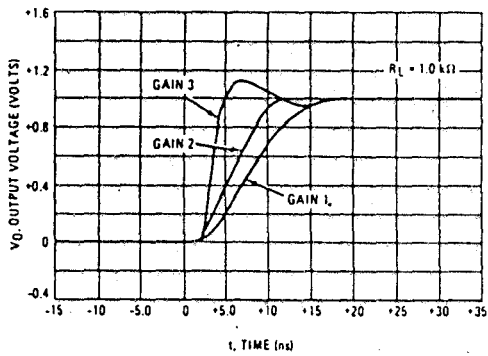


FIGURE 14 - PULSE RESPONSE versus SUPPLY VOLTAGE

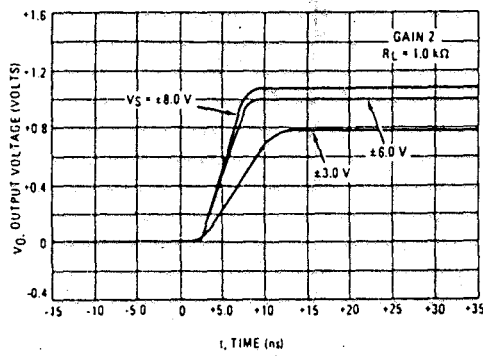


FIGURE 15 - PULSE RESPONSE versus TEMPERATURE

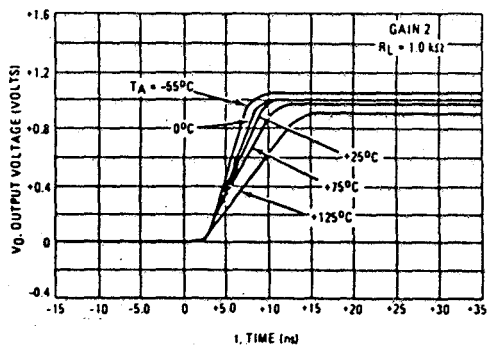


FIGURE 16 - DIFFERENTIAL OVERDRIVE RECOVERY TIME

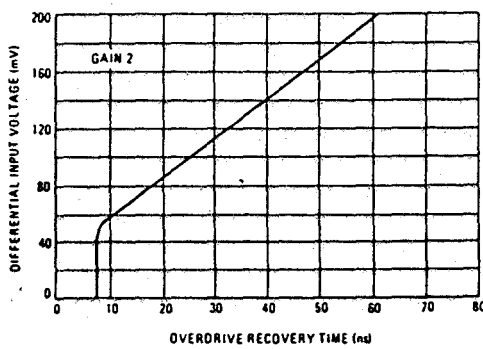


FIGURE 17 - PHASE SHIFT versus FREQUENCY

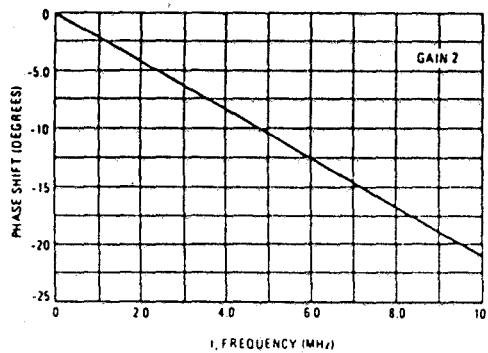
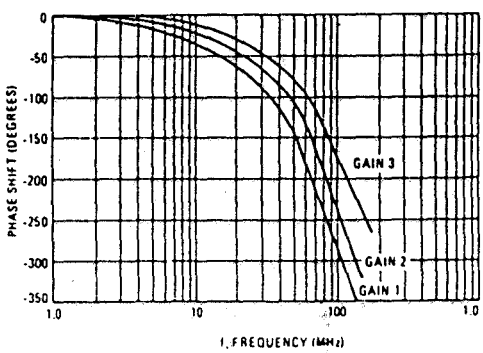


FIGURE 18 - PHASE SHIFT versus FREQUENCY



Lampiran C

Lembar Data Amplifier Video.
MC1733, MC1733C (continued).

TYPICAL CHARACTERISTICS (Continued)
($V_{CC} = +6.0$ Vdc, $V_{EE} = -6.0$ Vdc, $T_A = +25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted.)

FIGURE 19 - INPUT RESISTANCE versus TEMPERATURE

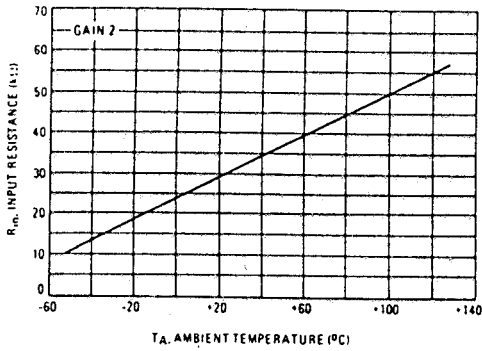


FIGURE 20 - INPUT NOISE VOLTAGE

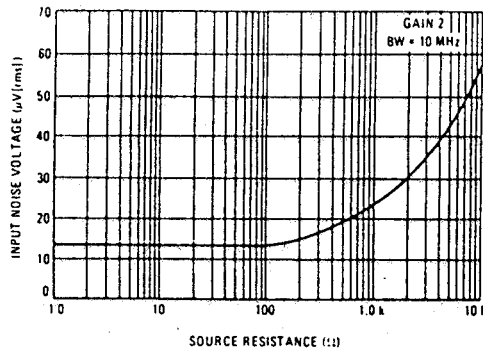


FIGURE 21 - OUTPUT VOLTAGE SWING and SINK CURRENT versus SUPPLY VOLTAGE

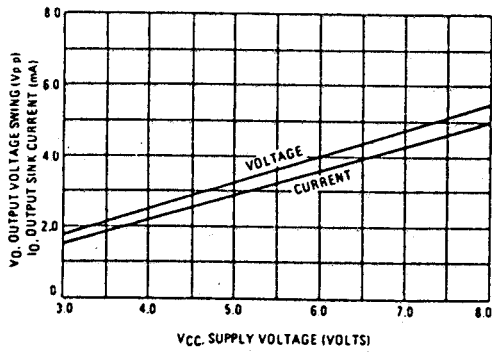


FIGURE 22 - OUTPUT VOLTAGE SWING versus LOAD RESISTANCE

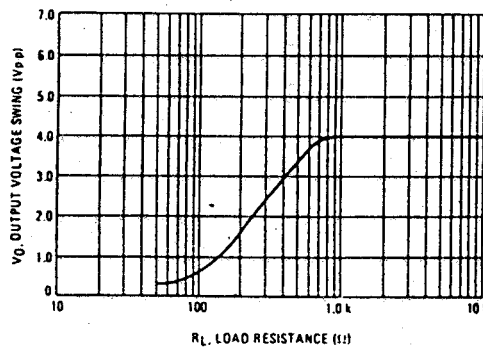


FIGURE 23 - OUTPUT VOLTAGE SWING versus FREQUENCY

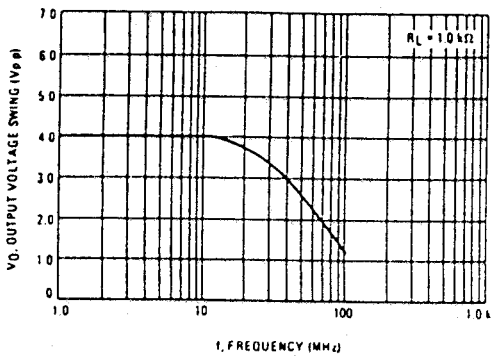
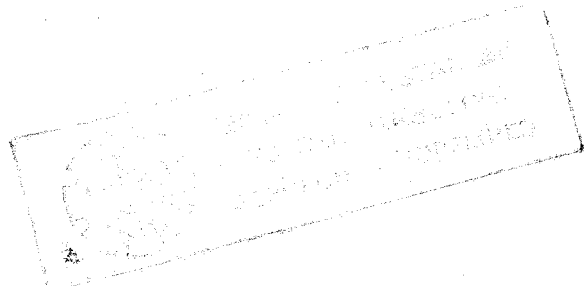
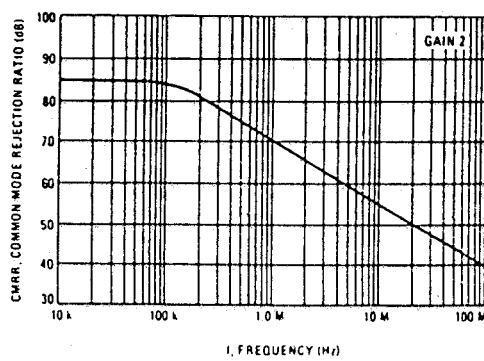


FIGURE 24 - COMMON-MODE REJECTION RATIO



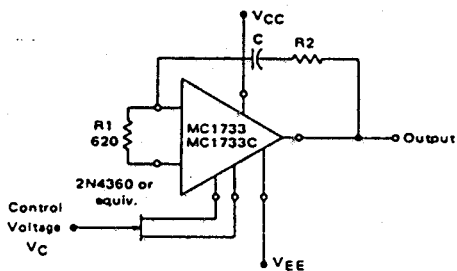
Lampiran C

Lembar Data Amplifier Video.

MC1733, MC1733C (continued).

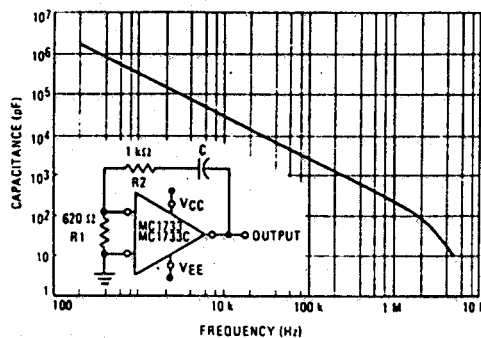
APPLICATIONS INFORMATION

FIGURE 25 - VOLTAGE CONTROLLED OSCILLATOR



By changing the voltage V_C the gain will vary over a range of 10 to 400. This will give a frequency variation about the value set by the capacitor and shown in Figure 26.

FIGURE 26 - OSCILLATOR FREQUENCY FOR VARIOUS CAPACITOR VALUES



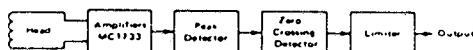
TAPE, DRUM OR DISC MEMORY READ AMPLIFIERS

The first of several methods to be discussed is shown in Figure 27. This block diagram describes a simple Read circuit with no threshold circuitry. Each block represents a basic function that must be performed by the Read circuit. The first block, referred to as "amplification", increases the level of the signal available from the Read head to a level adequate to drive the peak detector. Obviously, these signal levels will vary depending on factors such as tape speed, whether the system used is disc or tape, and the type of head and the circuitry used. For a representative tape system, levels of 7 to 25 mV for the signal from the Read head and 2 V for the signal to the peak detector are typical. These signal levels are "peak-to-peak" unless otherwise specified. On the basis of the signal levels mentioned above, the overall amplification required is 38 to 49 dB.

How the overall gain requirement is implemented will depend somewhat on the system used. For instance, a tape cassette system with variable tape speed may utilize a first stage for gain and a second stage primarily for gain control. Thus, a typical circuit would utilize 35 dB in the first stage and 10 to 15 dB in the second stage.

Devices suitable for use as amplifiers fall into one of two categories, operational amplifiers or wideband video amplifiers. Lower speed equipment with low transfer rates commonly uses low cost operational amplifiers. Examples of these are the MC1741, MC1458, MC1709, and MLM301. Equipment requiring higher transfer rates, such as disc systems normally use wideband amplifiers such as the MC1733. The actual cross-over point where wideband amplifiers are used exclusively varies with equipment de-

FIGURE 27 - TYPICAL READ CIRCUIT (METHOD 1)



sign. For purposes of comparison, the MLM301 has slightly less than a 40 dB open-loop gain at 100 kHz; the MC1741, a compensated op-amp, has approximately 20 dB open loop gain at 100 kHz; the MC1733 has approximately 33 dB of gain out to 100 MHz (depending on gain option and loading).

There are a number of ways to implement the peak detector function. However, the simplest and most widely used method is a passive differentiator that generates "zero-crossings" for each of the data peaks in the Read signal.

The actual circuitry used to differentiate the Read signal varies from a differential LC type in disc systems to a simple RC type in reel and cassette systems. Either type, of course, attenuates the signal by an amount depending on the circuit used and system specifications. A good approximation of attenuation using the RC type is 20 dB. Thus, the 2 V signal going into the differentiator is reduced to 200 mV.

The next block in Figure 27 to be discussed is the zero-crossing detector. In most cases detection of the zero-crossings is combined with the limiter. These functions serve to generate a TTL compatible pulse waveform with "edges" corresponding to zero-crossings. For low transfer rates, the circuit often used consists of an operational amplifier with series or shunt limiting. For higher transfer rates (greater than 100K B/S) comparators are used.

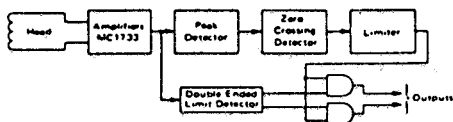
The method described above is often modified to include threshold sensing. In Figure 28, the function called "double-ended, limit-detector" enables the output NAND gate when either the negative or positive data peaks of the Read signal exceed a predetermined threshold. This function can be implemented in either of two ways. One method first rectifies the signal before it is applied to a comparator with a set threshold. The other method utilizes two comparators, one comparator for positive-going peaks and the other for negative-going peaks. These comparator outputs are then combined in the output logic gates.

Lampiran C

Lembar Data Amplifier Video.
MC1733, MC1733C (continued).

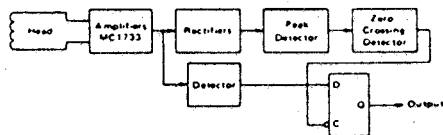
APPLICATIONS INFORMATION (continued)

FIGURE 28 - READ CIRCUIT (METHOD 2)



Another common technique is shown in Figure 29. The branch labeled rectifiers, peak detector, etc., provides a clock transition of the D flip-flop that corresponds to the peak of both the positive and negative-going data peaks. This branch may include threshold circuitry prior to the peak detector. The detector in the lower path detects whether the signal peaks are positive or negative and feeds this data to the flip-flop. This detector can be implemented using a comparator with pre-set threshold.

FIGURE 29 - READ CIRCUIT (METHOD 3)



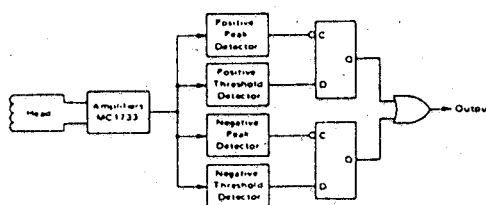
The technique shown in Figure 30 uses separate circuits with threshold provisions for both negative and positive peaks. The peak detectors and threshold detectors

may be implemented with two comparators and two passive differentiators.

Each of the methods shown offer certain intrinsic advantages or disadvantages. The overall decision as to which method to use however often involves other important considerations. These could include cost and system requirements or circuitry other than simply the Read circuitry. For instance, if cost is the predominate overall factor, then approach one may be the only feasible alternative.

Method four was included as a design example because it illustrates several unique advantages. First, it uses threshold sensing to reduce noise peak errors. Second, it may be implemented using only integrated circuits. Third, it offers separate, direct threshold sensing for both positive and negative peaks.

FIGURE 30 - READ CIRCUIT (Method 4)



USULAN TUGAS AKHIR

1. JUDUL TUGAS AKHIR : PERENCANAAN DAN PEMBUATAN
PENYANDI SINYAL TELEVISI
2. RUANG LINGKUP : Materi yang menunjang perencanaan dan pembuatan ini adalah :
- Analisa Sinyal.
 - Sistem Komunikasi.
 - Sistem Komunikasi Terapan.
 - Transmisi Data.
3. LATAR BELAKANG : - Teknik penyandian sinyal televisi sudah banyak dikembangkan di luar negeri. Indonesia mulai merintis stasiun televisi swasta pertama pada tahun 1988 di Jakarta dan akan berkembang pada masa yang akan datang.
- Teknik penyandian sangat bermanfaat tidak saja untuk segi non teknis akan tetapi juga terutama dari segi teknik telekomunikasi.

4. PENELAAHAN STUDI : - Dalam tugas akhir ini akan dibahas mengenai sinyal video berwarna. Pulsa sinkronisasi memegang peranan penting sebagai pembentuk kembali sinyal gambar.

Pulsa ini akan disandikan dengan peredaman yang diberikan secara acak pada rangkaian encoder oleh Pseudo Random Generator (PRG) yang maksimal. Sebagai sinkronisasi data PRG ini, pada Vertikal Blanking Interval akan disisipkan sandi sebagai data awal untuk penerima.

Mengingat pentingnya sandi ini akan diterapkan metode yang terkenal dengan sebutan kode Hamming yang dapat memperbaiki kode yang salah (Error Correcting Code).

5. TUJUAN : - Menerapkan konsep penyandian yang menggunakan pembangkit pulsa acak (PRG) dan teknik Error Correcting Kode Hamming.

- Mewujudkan rangkaian dasar sebagai salah satu awal pengembangan teknik penyandian sinyal televisi.



6. LANGKAH - LANGKAH :
1. Studi Literatur.
 2. Pengumpulan data.
 3. Analisa dan perencanaan rangkaian.
 4. Pembuatan Rangkaian.
 5. Penulisan Naskah.

7. JADWAL KEGIATAN :

Jenis Kegiatan	Bulan					
	I	II	III	IV	V	VI
Studi Literatur	■	■	■			
Pengumpulan Data		■	■	■		
Analisa Rangkaian		■	■	■	■	
Pembuatan Rangkaian			■	■	■	
Penulisan Naskah			■	■	■	■

8. RELEVANSI :
- Penyandi sinyal televisi ini dapat dikembangkan dan dimanfaatkan untuk menunjang sistem siaran televisi terbatas, misalnya kompleks perumahan, hotel atau siaran broadcast yang terbatas.
 - Dengan selesainya alat ini, diharapkan dapat dikembangkan sistem penyandian sinyal televisi yang lain seperti Teletext, Viewdata atau sejenisnya.