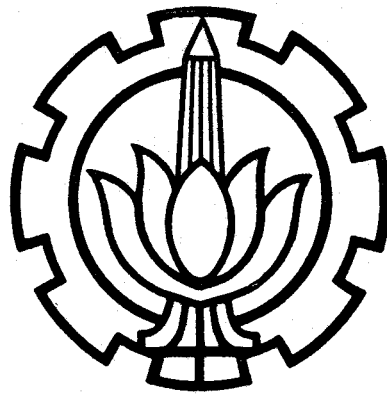


3305/15/H/01 ✓

STUDI TENTANG PENGUJIAN SISTEM TRANSMISI DIGITAL



Oleh :

Ageng Hari Marhendra

NRP. 2842200225

PSE
621.3878
Plar
S-1.
1007

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

STUDI TENTANG PENGUJIAN SISTEM TRANSMISI DIGITAL

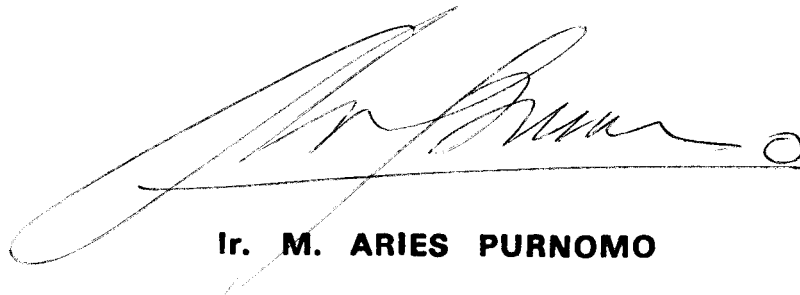
TUGAS AKHIR

**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. M. ARIES PURNOMO

S U R A B A Y A

PEBRUARI, 1990

ABSTRAK

Kebutuhan akan jasa telekomunikasi meningkat dengan pesat seiring dengan kemajuan di bidang teknologi, menuntut sarana telekomunikasi yang mampu menyalurkan informasi dengan cepat, tepat dan kapasitas tinggi yaitu sistem transmisi digital.

Untuk meningkatkan kapasitas dan efisiensi penggunaan kanal atau saluran, maka digunakan multiplex yang mampu menggabungkan beberapa kanal informasi menjadi satu kanal informasi dengan bit rate yang lebih tinggi. Salah satunya adalah multiplex PCM 30 yaitu multiplex dengan sistem 30 kanal atau 2 Mbit/detik dapat dikembangkan menjadi 1.920 kanal atau 140 Mbit/detik, yang terdiri dari peralatan multiplex orde pertama, kedua, ketiga dan keempat.

Banyaknya bagian dari peralatan pada multiplex dengan kapasitas tinggi menimbulkan masalah standartisasi karakteristik penampilan dari masing-masing bagian atau orde agar dapat dihubungkan satu sama lain. Sehingga perlu diadakan pengujian terhadap peralatan multiplex yang akan dipergunakan.

Studi tentang pengujian sistem transmisi digital ini ditekankan pada sistem multiplex, dan dilakukan dengan mempelajari karakteristik penampilan sistem transmisi PCM 30 sesuai dengan rekomendasi CCITT sebagai referensi untuk menentukan metode dan peralatan untuk pengujian sistem transmisi PCM 30.

Dari hasil studi ditentukan bahwa metode yang digunakan adalah membandingkan hasil pengukuran dengan syarat uji sesuai dengan rekomendasi CCITT G 703, G 732, G 742, dan G 751. Sedangkan alat ukur/uji yang digunakan adalah : oscilloscope, fequency counter, patern generator, jitter generator & receiver, dan digital error detector.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan karuniaNya maka kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul :

STUDI TENTANG PENGUJIAN SISTEM TRANSMISI DIGITAL

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan program studi sarjana pada :

Jurusan Teknik Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Semoga sekelumit karya mengenai pembahasan sistem transmisi digital dalam tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang memerlukanya.

Surabaya, Februari 1990

PENYUSUN

UCAPAN TERIMA KASIH

Sehubungan dengan selesainya buku tugas akhir ini, maka perkenankanlah pada kesempatan ini penyusun mengucapkan rasa terima kasih setulus-tulusnya kepada :

1. Bapak Ir. M. Aries Purnomo, sebagai dosen pembimbing yang telah memberi petunjuk dan bimbingannya selama menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Adi Suryanto, sebagai dosen wali yang telah memberikan perhatian kepada penyusun.
3. Bapak DR. Ir. Agus Mulyanto, sebagai Koordinator Bidang Studi Teknik Telekomunikasi.
4. Bapak Ir. Udiyatno, sebagai Kepala Laboratorium Transmisi LITBANGTEL Perumtel Bandung beserta staf yang telah memberikan bantuan data untuk menunjang penyusunan tugas akhir ini.
5. Bapak, Ibu, kakak, serta adik tercinta yang telah memberikan bantuan moril dan spirituil.
6. Teman-teman yang terdekat yang selalu memberikan dorongan semangat, pengertian yang dalam dan saran hingga selesainya tugas akhir ini.

Semoga bimbingan, bantuan, dan saran yang diberikan kepada penyusun mendapat balasan dari Tuhan Yang Maha Kuasa. Amin.

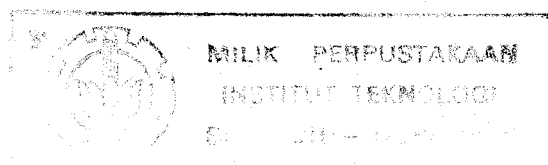
DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Abstrak	iii
Kata Pengantar	iv
Ucapan Terima Kasih	v
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	xiv
Daftar Tabel	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Permasalahan	2
I.3 Pembatasan Masalah	3
I.4 Metodologi Pembahasan	3
I.5 Sistematika Studi	4
BAB II. SISTEM TRANSMISI DIGITAL	
II.1 Pulse Code Modulation (PCM)	5
II.1.1 Konversi Analog ke Digital	6
II.1.1.1 Sampling	6
II.1.1.2 Kuantisasi	8
II.1.1.3 Encoding	14
II.1.2 Konversi Digital ke Analog	16
II.1.3 Multiplexing	17

BAB	Halaman
II.1.3.1	Dasar pemikiran 18
II.1.3.2	Struktur frame 21
II.1.3.3	Sistem frame alignment 24
II.1.3.4	Struktur multiplex 25
II.2	Teori Transmisi Baseband 30
II.2.1	Sistem Baseband Biner PAM 33
II.2.2	Jenis Kode Saluran 35
II.3	Parameter Transmisi 38
BAB III.	KARAKTERISTIK PENAMPILAN SISTEM TRANSMISI PCM 30
III.1	Umum 40
III.2	Karakteristik Peralatan Multiplex PCM Primer pada Bit Rate 2.048 kbit/detik 42
III.2.1	Karakteristik Umum 42
III.2.1.1	Karakteristik dasar 42
III.2.1.1.1	Kecepatan sampling 42
III.2.1.1.2	Hukum encoding 42
III.2.1.1.3	Hubungan antara hukum enco- ding dengan level audio .. 42
III.2.1.2	Bit rate 43
III.2.1.3	Sinyal timing 43
III.2.2	Struktur Frame 44
III.2.3	Penggunaan Slot Waktu Kanal yang Diperoleh 45
III.2.4	Kehilangan dan Memperoleh Kembali Frame Alignment 45

BAB	Halaman
III.2.5 Kondisi Salah dan Reaksinya	46
III.2.5.1 Kondisi salah	46
III.2.6 Signalling	49
III.2.6.1 Susunan signalling	49
III.2.6.2 Kehilangan dan memperoleh multiframe alignment pada chanel associated signalling ...	49
III.2.6.3 Kondisi salah dan reaksinya pada peralatan multiplex chanel associated signalling	50
III.2.6.3.1 Kondisi salah	50
III.2.6.3.2 Reaksi	51
III.2.7 Jitter pada Output 2.048 kbit/detik ..	52
III.3 Karakteristik Peralatan Multiplex Digital Orde Kedua pada 8.448 kbit/detik dengan Menggunakan Justifikasi Positif	52
III.3.1 Umum	52
III.3.2 Bit Rate	53
III.3.3 Struktur Frame	53
III.3.4 Kehilangan dan Memperoleh Kembali Frame Alignment	53
III.3.5 Metode Multiplexing	53
III.3.6 Jitter	55
III.3.6.1 Jitter output cabang	55

III.3.6.2 Jitter output sinyal	
multiplex	55
III.3.7 Sinyal Timing	55
III.3.8 Service Digit	55
III.3.9 Kondisi Salah dan Reaksinya	56
III.3.9.1 Kondisi salah	56
III.3.9.2 Reaksinya	56
III.4 Karakter Peralatan Multiplex Digital	
Orde Ketiga pada 34.368 kbit/detik dan	
Orde Keempat pada 139.264 kbit/detik	
dengan Justifikasi Positif	58
III.4.1 Karakteristik Umum	58
III.4.1.1 Memultiplex empat kanal sinyal	
digital pada 8.448 kbit/detik ...	59
III.4.1.1.1 Bit rate	59
III.4.1.1.2 Struktur frame	59
III.4.1.1.3 Kehilangan dan memperoleh	
kembali frame alignment ...	59
III.4.1.1.4 Metode multiplexing	60
III.4.1.1.5 Service digit	60
III.4.1.2 Memultiplex sinyal	
pada 34.368 kbit/detik	60
III.4.1.2.1 Bit rate	60
III.4.1.2.2 Struktur frame	62



III.4.1.2.3 Kehilangan dan memperoleh kembali alignment	62
III.4.1.2.4 Metode multiplexing	62
III.4.1.2.5 Service digit	62
III.4.2 Karakteristik Peralatan yang Beroperasi pada 34.368 kbit/detik dan Memultiplex Empat Cabang 8.448 kbit/detik	64
III.4.2.1 Jitter	64
III.4.2.1.1 Jitter output cabang	64
III.4.2.1.2 Jitter output sinyal multiplex	64
III.4.2.2 Sinyal timing	64
III.4.2.3 Kodisi salah dan reaksinya	65
III.4.2.3.1 Kondisi salah	65
III.4.2.3.2 Reaksi	65
III.4.3 Karakteristik Peralatan Multiplex Digital yang Beroperasi pada 139.264 kbit/detik dan Memultiplex Empat Cabang pada 34.368 kbit/detik	67
III.4.3.1 Jitter	67
III.4.3.1.1 Jitter output cabang	67
III.4.3.1.2 Jitter output sinyal multiplex	68
III.4.3.2 Sinyal timing	68

BAB	Halaman
III.4.3.3 Kodisi salah dan reaksinya	68
III.4.3.3.1 Kondisi salah	68
III.4.3.3.2 Reaksi	69
III.5 Karakteristik Interface Digital Menurut	
Hirarki	71
III.5.1 Interface pada 2.048 kbit/detik	71
III.5.1.1 Karakteristik umum	71
III.5.1.2 Spesifikasi pada terminal ouput .	71
III.5.1.3 Spesifikasi pada terminal input .	73
III.5.2 Interface pada 8.448 kbit/detik	74
III.5.2.1 Karakteristik umum	74
III.5.2.2 Spesifikasi pada terminal ouput .	74
III.5.2.3 Spesifikasi pada terminal input .	75
III.5.3 Interface pada 34.368 kbit/detik	76
III.5.3.1 Karakteristik umum	76
III.5.3.2 Spesifikasi pada terminal ouput .	77
III.5.3.3 Spesifikasi pada terminal input .	77
III.5.4 Interface pada 139.264 kbit/detik	78
III.5.4.1 Karakteristik umum	78
III.5.4.2 Spesifikasi pada terminal ouput .	78
 BAB IV. PENGUJIAN SISTEM TRANSMISI PCM 30	
IV.1 Pengujian pada Peralatan Multiplex PCM Orde	
Pertama	79

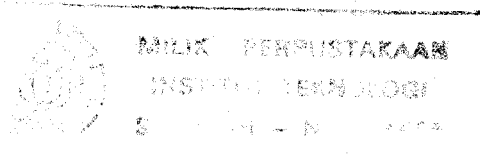
BAB	Halaman
IV.1.1 Bit Rate	79
IV.1.2 Operasi Alarm	80
IV.1.3 Operasi Alarm Signalling	84
IV.1.4 Bit Error Rate	87
IV.1.5 Jitter Output Multiplex	89
IV.1.6 Bentuk Gelombang Pulsa pada 2.048 kbit/detik	89
IV.2 Pengujian pada Peralatan Multiplex PCM Orde Kedua	91
IV.2.1 Bit Rate	91
IV.2.2 Bit Error Rate	92
IV.2.3 Jitter	94
IV.2.3.1 Jitter output multiplex	94
IV.2.3.2 Jitter output cabang multiplex ...	95
IV.2.4 Bentuk Gelombang Pulsa	95
IV.2.4.1 Bentuk gelombang pulsa pada 2.048 kbit/detik	95
IV.2.4.2 Bentuk gelombang pulsa pada 8.448 kbit/detik	97
IV.2.5 Operasi Alarm	99
IV.3 Pengujian pada Peralatan Multiplex PCM Orde Ketiga	102
IV.3.1 Bit Rate	102
IV.3.2 Bit Error Rate	103

BAB	Halaman
IV.3.3 Jitter	105
IV.3.3.1 Jitter output multiplex	105
IV.3.3.2 Jitter output cabang multiplex ...	106
IV.3.4 Bentuk Gelombang Pulsa	107
IV.3.4.1 Bentuk gelombang pulsa pada 8.448 kbit/detik	107
IV.3.4.2 Bentuk gelombang pulsa pada 34.368 kbit/detik	108
IV.3.5 Operasi Alarm	109
IV.4 Pengujian pada Peralatan Multiplex PCM Orde Keempat	114
IV.4.1 Bit Rate	114
IV.4.2 Bit Error Rate	115
IV.4.3 Jitter	116
IV.4.3.1 Jitter output multiplex	116
IV.4.3.2 Jitter output cabang multiplex ...	117
IV.4.4 Bentuk Gelombang Pulsa	118
IV.4.4.1 Bentuk gelombang pulsa pada 34.368 kbit/detik	118
IV.4.4.2 Bentuk gelombang pulsa pada 139.264 kbit/detik	119
IV.4.5 Operasi Alarm	122
BAB V. KESIMPULAN	129

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	Halaman
2-1 PROSES SAMPLING	1
2-2 KUANTISASI UNIFORM DIKUTI PENGKODEAN	9
2-3 KARAKTERISTIK PENEKANAN PADA HUKUM-A	10
2-4 SUSUNAN PENGISIAN KOLOM PADA KODE SINYAL 8 BIT .	11
2-5 BAGIAN POSITIF KARAKTERISTIK 13 SEGMENT (HUKUM-A).	13
2-6 ENCODING	14
2-7 DECODING	15
2-8 REKONSTRUKSI SINYAL ANALOG	16
2-9 FREQUENCY AND TIME-DIVISION MULTIPLEXING	20
2-10 STRUKTUR MULTIPLEX	21
2-11 MULTIPLEXING YANG MEMPUNYAI KECEPATAN DIGIT YANG BERBEDA	23
2-12 SISTEM DATA BINER BASEBAND	31
2-13 CONTOH BENTUK GELOMBANG HDB-3	37
2-14 CONTOH SINYAL BENTUK GELOMBANG	37
2-15 JITTER AMPLITUDO DAN JITTER PHASE	39
3-1 URUTAN BIT RATE DENGAN DASAR 2.048 KBIT/DETIK PADA JARINGAN	41
3-2 MASKER PULSA PADA INTERFACE 2.048 KBIT/DETIK ...	73
3-3 MASKER PULSA PADA INTERFACE 8.448 KBIT/DETIK ...	75
3-4 MASKER PULSA PADA INTERFACE 34.368 KBIT/DETIK ..	77
4-1 RANGKAIAN PENGUKURAN BIT RATE	80
4-2 RANGKAIAN UJI OPERASI ALARM	81

GAMBAR	Halaman
4-3 RANGKAIAN UJI OPERASI ALARM SIGNALLING	85
4-4 RANGKAIAN PENGUKURAN BER PADA SISTEM PCM	88
4-5 RANGKAIAN PENGUKURAN JITTER OUTPUT MULTIPLEX ...	89
4-6 RANGKAIAN PENGUKURAN BENTUK GELOMBANG PULSA	90
4-7 MASKER PULSA PADA INTERFACE 2.048 KBIT/DETIK ...	91
4-8 RANGKAIAN PENGUKURAN BIT RATE	92
4-9 RANGKAIAN PENGUKURAN BIT ERROR RATE	93
4-10 RANGKAIAN PENGUKURAN JITTER OUTPUT MULTIPLEX ...	94
4-11 RANGKAIAN PENGUKURAN JITTER OUTPUT CABANG	95
4-12 RANGKAIAN PENGUKURAN BENTUK GELOMBANG PULSA ...	96
4-13 RANGKAIAN PENGUKURAN BENTUK GELOMBANG PULSA	97
4-14 MASKER BENTUK GELOMBANG PULSA 8.448 KBIT/DETIK ..	98
4-15 RANGKAIAN UJI REAKSI KEHILANGAN SINYAL DATANG DARI CABANG	99
4-16 RANGKAIAN UJI OPERASI ALARM KEHILANGAN SINYAL DATANG PADA 8.448 KBIT/DETIK	101
4-17 RANGKAIAN UJI OPERASI ALARM KEHILANGAN FRAME ALIGNMENT	102
4-18 RANGKAIAN PENGUKURAN BIT RATE	103
4-19 RANGKAIAN PENGUKURAN BIT ERROR RATE	104
4-20 RANGKAIAN PENGUKURAN JITTER OUTPUT MULTIPLEX ...	105
4-21 RANGKAIAN PENGUKURAN JITTER OUTPUT CABANG	106
4-22 RANGKAIAN PENGUKURAN BENTUK GELOMBANG PULSA ...	107
4-23 RANGKAIAN PENGUKURAN GELOMBANG PULSA	108



4-24	MASKER BENTUK GELOMBANG PULSA 34.368 KBIT/DETIK..	109
4-25	RANGKAIAN UJI REAKSI KEHILANGAN SINYAL DATANG DARI CABANG	111
4-26	RANGKAIAN UJI OPERASI ALARM KEHILANGAN SINYAL DATANG PADA 34.368 KBIT/DETIK	111
4-27	RANGKAIAN UJI OPERASI ALARM KEHILANGAN FRAME ALIGNMENT	112
4-28	RANGKAIAN PENGUKURAN BIT RATE	114
4-29	RANGKAIAN PENGUKURAN BIT ERROR RATE	115
4-30	RANGKAIAN PENGUKURAN JITTER OUTPUT MULTIPLEX ...	116
4-31	RANGKAIAN PENGUKURAN JITTER OUTPUT CABANG	117
4-32	RANGKAIAN PENGUKURAN BENTUK GELOMBANG PULSA	118
4-33	RANGKAIAN PENGUKURAN GELOMBANG PULSA	119
4-34a	MASKER PULSA BINER 0	121
4-34b	MASKER PULSA BINER 1	122
4-35	RANGKAIAN UJI REAKSI KEHILANGAN SINYAL DATANG DARI CABANG	123
4-36	RANGKAIAN UJI OPERASI ALARM KEHILANGAN SINYAL DATANG PADA 139.264 KBIT/DETIK	125
4-37	RANGKAIAN UJI OPERASI ALARM KEHILANGAN FRAME ALIGNMENT	125

DAFTAR TABEL

TABEL		Halaman
2.1	STRUKTUR FRAME UNTUK MULTIPLEX PCM PRIMER YANG BEROPERASI PADA 2.048 KBIT/DETIK	25
2.2	STRUKTUR FRAME MULTIPLEX PCM ORDE DUA PADA 8.448 KBIT/DETIK	28
2.3	REKOMENDASI KODE FRAME ALIGNMENT	29
2.4	PEMAKAIAN KODE HDB-3	36
3.1	SINYAL KARAKTER PADA HUKUM - A	43
3.2	ALOKASI NOMOR BIT 1 - 8 PADA FRAME	44
3.3	KONDISI SALAH DAN REAKSINYA UNTUK PERALATAN MULTIPLEX PCM	48
3.4	KONDISI SALAH DAN REAKSINYA UNTUK PERALATAN MULTIPLEX CHANNEL ASSOCIATED SIGNALLING	51
3.5	STRUKTUR FRAME MULTIPLEX 8.448 KBIT/DETIK	54
3.6	KONDISI SALAH DAN REAKSINYA	57
3.7	STRUKTUR FRAME MULTIPLEX 34.368 KBIT/DETIK ...	61
3.8	STRUKTUR FRAME MULTIPLEX 139.264 KBIT/DETIK ..	63
3.9	KONDISI SALAH DAN REAKSINYA	66
3.10	KONDISI SALAH DAN REAKSINYA	70
3.11	SPESIFIKASI TERMINAL OUTPUT INTERFACE 2.048 KBIT/DETIK	72
3.12	SPESIFIKASI TERMINAL INPUT	72
3.13	SPESIFIKASI TERMINAL OUTPUT INTERFACE 8.448 KBIT/DETIK	74

TABEL	Halaman
3.14 SPESIFIKASI TERMINAL OUTPUT INTERFACE 34.368 KBIT/DETIK	76
3.15 SPESIFIKASI TERMINAL OUTPUT INTERFACE 139.264 KBIT/DETIK	78
4.1 KONDISI SALAH DAN REAKSINYA PADA PERALATAN MULTIPLEX PCM	83
4.2 KONDISI SALAH DAN REAKSINYA PADA PERALATAN MULTIPLEX CHANNEL ASSOCIATED SIGNALLING	86
4.3 KONDISI SALAH DAN REAKSINYA (OPERASI ALARM PADA MULTIPLEX)	100
4.4 KONDISI SALAH DAN REAKSINYA (OPERASI ALARM PADA MULTIPLEX)	113
4.5 SPESIFIKASI PULSA OUTPUT 139.264 KBIT/DETIK ..	120
4.6 KONDISI SALAH DAN REAKSINYA (OPERASI ALARM PADA MULTIPLEX)	124
5.1 KESIMPULAN	128

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. LATAR BELAKANG

Pada dasawarsa akhir-akhir ini teknologi komunikasi mempunyai peranan yang vital di hampir berbagai bidang. Sehingga tingkat kemajuan suatu negara dapat diukur dari jumlah pemakai jasa telekomunikasi di dalam negara itu sendiri. Untuk memenuhi tuntutan akan permintaan jasa telekomunikasi yang mempunyai teknologi dan kapasitas tinggi yang jumlahnya meningkat dengan pesat, maka diperlukan sistem transmisi yang mempunyai kapasitas, ketepatan, dan kecepatan yang tinggi yaitu sistem transmisi digital.

Teknologi sistem komunikasi digital saat ini berkembang pesat. Bagian pokok yang memegang peranan penting dalam perkembangan sistem komunikasi digital adalah bagian sistem transmisi yang berfungsi untuk mengirim dan menerima atau menyalurkan sinyal digital.

Sejalan dengan kemajuan dibidang pengiriman sinyal (transmisi), yaitu sejak sistem modulasi kode pulsa (PCM) mulai diperkenalkan pada tahun 1937, bidang transmisi sinyal memulai era baru dibidang penyaluran sinyal digital. Sinyal-sinyal digital atau dapat juga disebut

pulsa biner, adalah bentuk lain dari sinyal informasi analog yang telah mengalami proses-proses pengolahan, yaitu pengambilan sampel, pemberian harga tertentu pada setiap amplitudo sampel sinyal dan pengkodean masing-masing harga dengan kode biner.

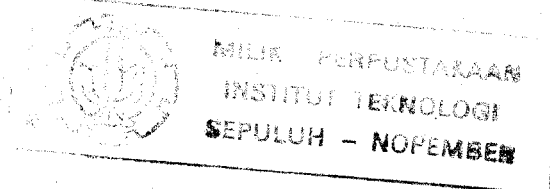
Di dalam sistem transmisi digital, ada dua macam sistem transmisi yang digunakan untuk mengirim pulsa-pulsa PCM 24 dan sistem transmisi PCM 30. Kedua sistem transmisi ini memiliki karakteristik tertentu dalam mengirim pulsa-pulsa digital. Salah satu bagian pokok dalam sistem transmisi digital adalah peralatan multiplex yang berfungsi meningkatkan kapasitas kanal transmisi.

Sistem transmisi yang digunakan dalam sistem komunikasi di Indonesia adalah sistem transmisi PCM 30. Pemilihan sistem transmisi PCM 30 ini didasarkan atas faktor ekonomis dan biaya pengoperasian serta kecepatan transmisi sinyal pada kabel ganda yang sudah digunakan secara umum oleh sentral telepon di Indonesia. Keuntungan pemakaian sistem transmisi PCM 30 ini adalah digunakannya multiplexing 30 kanal yaitu 2,048 Mbit/detik yang dapat ditingkatkan sampai 1.920 kanal atau 140 Mbit/detik.

Dalam tugas akhir ini akan dilakukan studi tentang pengujian terhadap sistem multiplex PCM 30.

I.2. PERMASALAHAN

Pada kapasitas kanal tinggi sistem transmisi PCM 30 terdiri dari beberapa bagian yaitu orde primer, orde ke



dua, orde ketiga dan seterusnya, serta peralatan interface yang harus dipasang di antara masing-masing orde. Semua peralatan atau bagian dari sistem transmisi PCM 30 harus memenuhi karakteristik tertentu agar dapat dihubungkan satu sama lain dalam suatu sistem jaringan transmisi digital nasional maupun internasional, maka sistem transmisi PCM 30 yang akan digunakan harus mempunyai karakteristik tertentu yang mengacu pada rekomendasi *CCITT*.

Sehingga perlu diadakan pengujian terhadap sistem transmisi PCM 30 yang akan digunakan untuk mengetahui apakah karakteristiknya sesuai ketentuan atau tidak.

I.3. PEMBATASAN MASALAH

Di dalam tugas akhir ini dilakukan studi tentang pengujian sistem transmisi digital, yaitu mempelajari metoda dan peralatan yang digunakan dalam melakukan pengujian terhadap bagian penting dari sistem transmisi digital yaitu sistem multiplex PCM 30.

I.4. METODOLOGI PEMBAHASAN.

Langkah-langkah studi pengujian sistem transmisi PCM 30 adalah sebagai berikut: pertama mempelajari karakteristik PCM 30 yang ditentukan dalam rekomendasi *CCITT*, kemudian ditentukan bagian-bagian dari sistem transmisi yang perlu diuji, selanjutnya dibahas metoda dan alat uji yang digunakan untuk pengujian pada tiap-tiap bagian yang perlu diuji sesuai dengan ketentuan.

I.5 SISTEMATIKA STUDI

Tugas akhir ini terdiri dari tiga bagian pokok yaitu:

- teori penunjang
- pembahasan
- kesimpulan

Pada masing-masing bab akan dibahas antara lain sebagai berikut:

Bab I PENDAHULUAN

Bab II SISTEM TRANSMISI DIGITAL

Merupakan teori penunjang yang berisi pembahasan tentang teori sistem transmisi digital secara umum.

Bab III KARAKTERISTIK PENAMPILAN SISTEM TRANSMISI PCM 30

Di sini dibahas karakteristik sistem transmisi standart eropa (PCM 30) sesuai dengan rekomendasi CCITT.

Bab IV PENGUJIAN SISTEM TRANSMISI PCM 30

Bab ini merupakan inti dari pembahasan tugas akhir, pengujian dilakukan pada tiap-tiap orde multiplex sesuai dengan rekomendasi CCITT.

Bab V KESIMPULAN

BAB II

SISTEM TRANSMISI DIGITAL

II.1 PULSE CODE MODULATION (PCM)

Pada umumnya sumber informasi yang digunakan pada sistem komunikasi digital adalah sinyal analog baik berupa suara maupun gambar, sedangkan sumber informasi digital yang berupa data-data dari komputer, facsimile dan lain-lainnya masih jarang digunakan. Sehingga diperlukan proses konversi sinyal analog ke digital pada pemancar atau pengirim dan konversi sinyal digital ke analog pada penerima, dengan menggunakan modulasi kode pulsa (PCM).

Pada konversi analog ke digital, sinyal analog harus melalui beberapa tahap proses yaitu; Proses pemilihan titik-titik pengukuran pada kurva sinyal analog disebut sebagai sampling dan harga-harga pengukuran disebut sebagai sample. Amplitudo dari sample adalah amplitudo dari sinyal analog. Ukuran sample harus dibulatkan dengan alasan praktis, proses pembulatan ini disebut proses kuantisasi. Proses berikutnya adalah mengkodekan harga-harga sample yang telah dikuantisasi dengan kode-kode digital disebut sebagai encoding. Sedangkan pada proses konversi digital ke analog terjadi proses sebaliknya yaitu mengubah kode-kode digital ke level amplitudo atau decoding, level amplitudo ini

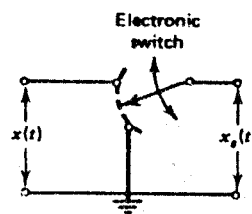
kemudian direkonstruksikan kembali sehingga diperoleh sinyal analog yang diinginkan.

Berikut ini akan diterangkan lebih mendetail mengenai beberapa bagian dari sistem transmisi pulse code modulation yaitu : konversi analog ke digital, digital ke analog dan multiplexing.

II.1.1 KONVERSI ANALOG KE DIGITAL

II.1.1.1 Sampling

Tahap pertama dari proses pembentukan sinyal digital dari sinyal analog adalah penyampelan sinyal analog. Prinsip sampling dapat dijelaskan dengan menggunakan switch sampling. Switch bergerak berulang-ulang menyentuh dua kontak dengan kecepatan $f_s = 1/t_s$ Hz dan akan berhenti pada kontak input selama t detik dan ditanahkan setiap periode sampling. Bentuk



GAMBAR 2.1 ¹⁾

PROSES SAMPLING

1) K sam Shanmugan, "Digital and Analog Communication System", Jhon Willey & Sons, Canada, 1979, h. 508

sinyal input $x_s(t)$ dan sinyal output $x_s(t)$, serta susunan switch dapat dilihat pada gambar 2-1.

Jika lebar band bidang sinyal analog yang masuk ke switch sampling dibatasi sebesar f_x Hz maka sinyal analog tersebut dapat dibentuk kembali dengan baik jika frekuensi sampling f_s Hz dengan syarat :

$$f_s \geq 2 f_x \quad \text{atau} \quad T_s \leq 1/(2 f_x)$$

Harga minimum kecepatan sampling adalah $f_s \text{ min} = 2 f_x$ disebut Nyquist Rate. Untuk dapat memperoleh kembali sinyal input $x(t)$ dari $x_s(t)$ dipergunakan suatu Low Pass Filter dengan lebar bidang B ditentukan sebagai berikut :

$$f_x \leq B \leq f_s - f_x$$

Dengan demikian sinyal analog dapat dinyatakan dalam urutan sampel-sampel saja dan dari sample tersebut dapat dibentuk kembali sinyal analog semula. Sinyal output dari hasil sampling disebut sinyal Pulse Amplitudo modulation (PAM).

Dalam jaringan telepon, suara manusia dibatasi lebar bidang frekuensi antara 300 Hz sampai 3.400 Hz sesuai dengan standart CCITT. Pada lebar bidang tersebut dipergunakan kecepatan sampling 8.000 Hz. Dengan demikian suara pada lebar bidang 4.000 Hz dapat dibentuk kembali dengan baik.

Untuk meningkatkan kapasitas kanal umumnya sampling dilakukan pada 24 atau 30 kanal suara sekaligus. Misalnya untuk 30 kanal pada multiplex PCM 30, switch sampling akan

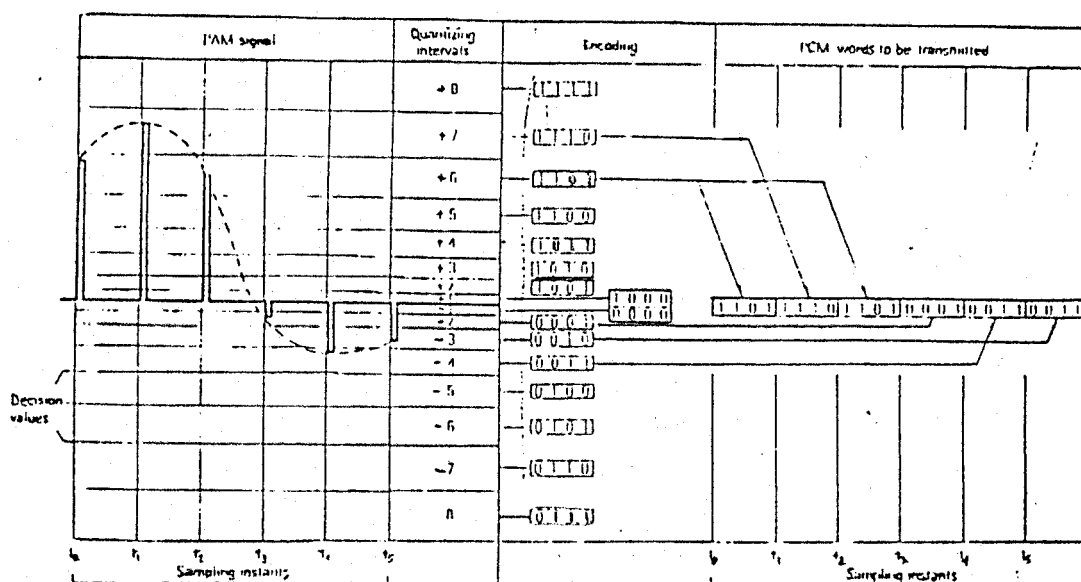
menyalurkan sampel satu kanal selama $125/30 \mu\text{detik} = 3,9 \mu\text{detik}$. Periode selama $125 \mu\text{detik}$ disebut satu frame, berisi satu kali sampling dari 30 kanal suara.

II.1.1.2 Kuantisasi

Sinyal hasil sampling berupa pulsa termodulasi amplitudo (PAM) masih berbentuk sinyal analog, maka harus dikonversikan dalam bentuk digital untuk kemudahan transmisi. Dalam proses kuantisasi, seluruh range nilai amplitudo dibagi dalam interval-interval kuantisasi.

Proses kuantisasi dapat diterangkan sebagai berikut: Jumlah interval kuantisasi yang digunakan adalah 16, terdiri dari 8 interval kuantisasi positif (+1 s/d +8) dan 8 interval kuantisasi negatif (-1 s/d -8). Interval kuantisasi ini ditentukan oleh setiap sampel. Nilai-nilai penentu membatasi interval-interval kuantisasi yang berdekatan. Adakalanya pada saat dipancarkan beberapa nilai analog yang berbeda terletak pada satu interval kuantisasi yang sama. Sedangkan pada saat diterima pengambilan sampel hanya berdasarkan titik tengah nilai. Ini menyebabkan terjadinya perbedaan bentuk antara sampel sinyal asli pada pemancar dan sinyal yang didapatkan kembali pada penerima. Perbedaan ini dikenal dengan distorsi kuantisasi. Berdasarkan rekomendasi CCITT no. G.711, distorsi kuantisasi dapat dikurangi dengan menambahkan jumlah interval-interval kuantisasi atau

memperkecil level interval kuantisasi. Kuantisasi pada PCM 30 merupakan kuantisasi non uniform karena dilakukan dengan pemampatan sampel melalui proses companding.

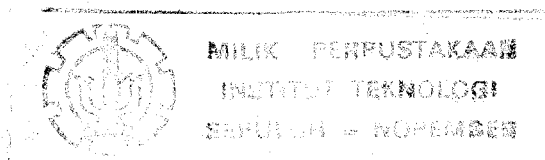


GAMBAR 2-2 ²⁾

KUANTISASI NON UNIFORM DIKUTI PENGKODEAN

Dalam sistem PCM yang menggunakan 30 kanal suara, proses kuantisasi dilakukan dengan cara penekanan (compresing) level sinyal input dengan menggunakan

2) SIEMENS, "Fundamentals of PCM", Topic: Digital Telephony, VII (Oktober 1981)



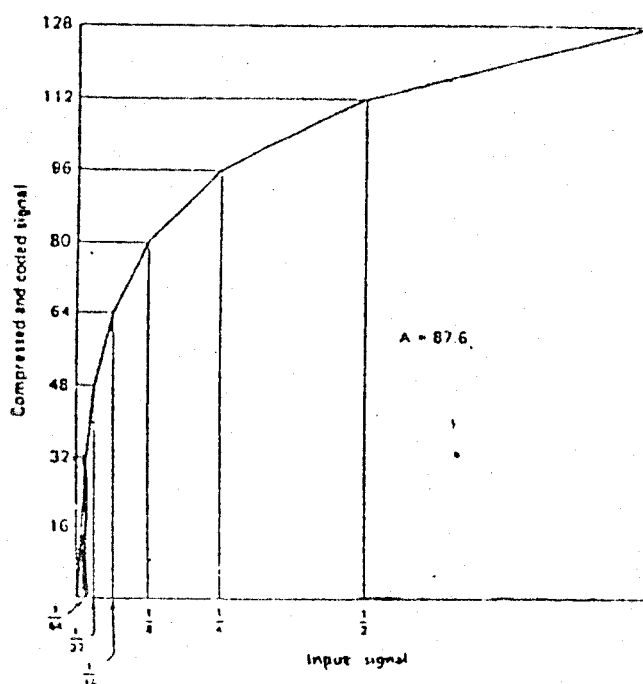
hukum-A. Persamaan hukum-A adalah sebagai berikut :³⁾

$$V_c = \frac{A}{1 + \log A} \dots\dots\dots(2-1)$$

untuk $0 \ll V_i \ll 1/A$

dimana : V_c = tegangan output sinyal

V_i = tegangan input sinyal



GAMBAR 2-3⁴⁾

KARAKTERISTIK PENEKANAN PADA HUKUM-A

3) Frank F. E Owen, Bsc, MIEE, PCM dan Digital Transmission System, McGraw-Hill Book Company, New York, 1982, h. 65

4) Ibid, h. 67

Berdasarkan rekomendasi CCITT G.712 dan G.732, harga A ditentukan sebesar 87,6 untuk pengolahan sinyal PCM. Sinyal sampling dikonversikan ke dalam level-level kuantisasi pada sumbu Y, sedangkan sumbu X mengalami penekanan dari input sinyal sebesar 100 % sampai 1/64 bagian, kemudian dibagi dalam 13 segmen yang terdiri dari segmen positif dan negatif.

Ke 13 segmen tersebut terbagi atas 7 segmen positif dan 6 segmen negatif. Bagian positif menyatakan :

Segmen 1 menyatakan level kuantisasi 1 - 32
 Segmen 2 menyatakan level kuantisasi 33 - 48
 Segmen 3 menyatakan level kuantisasi 49 - 64
 Segmen 4 menyatakan level kuantisasi 65 - 80
 Segmen 5 menyatakan level kuantisasi 81 - 96
 Segmen 6 menyatakan level kuantisasi 97 - 112
 Segmen 7 menyatakan level kuantisasi 113 - 128

Isi setiap kolom pada kode sinyal dinyatakan sebagai berikut:

S	A	B	C	W	X	Y	Z
---	---	---	---	---	---	---	---

GAMBAR 2-4 ⁵⁾

SUSUNAN PENGISIAN KOLOM PADA KODE SINYAL 8 BIT

5) Ekkelenkamp, H, IR, "Aspek-aspek Transmisi dari Sistem Komunikasi Digital", NEPOSTEL, Jakarta, 1985, h,33

Keterangan :

S : menyatakan polaritas dari amplitudo pulsa. Jika harga "1" maka polaritasnya positif, jika "0" polaritasnya negatif.

A B C : menyatakan letak amplitudo pada segmen kurva hukum-A.

W X Y Z : menyatakan letak amplitudo pulsa pada segmen setiap kenaikan 16 point, yang dimulai dari step 0 sampai 15.

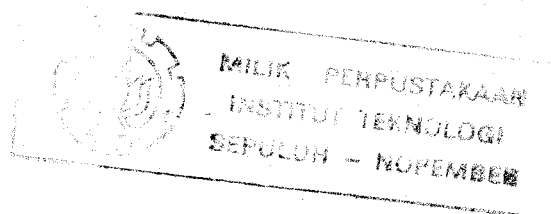
Contoh :

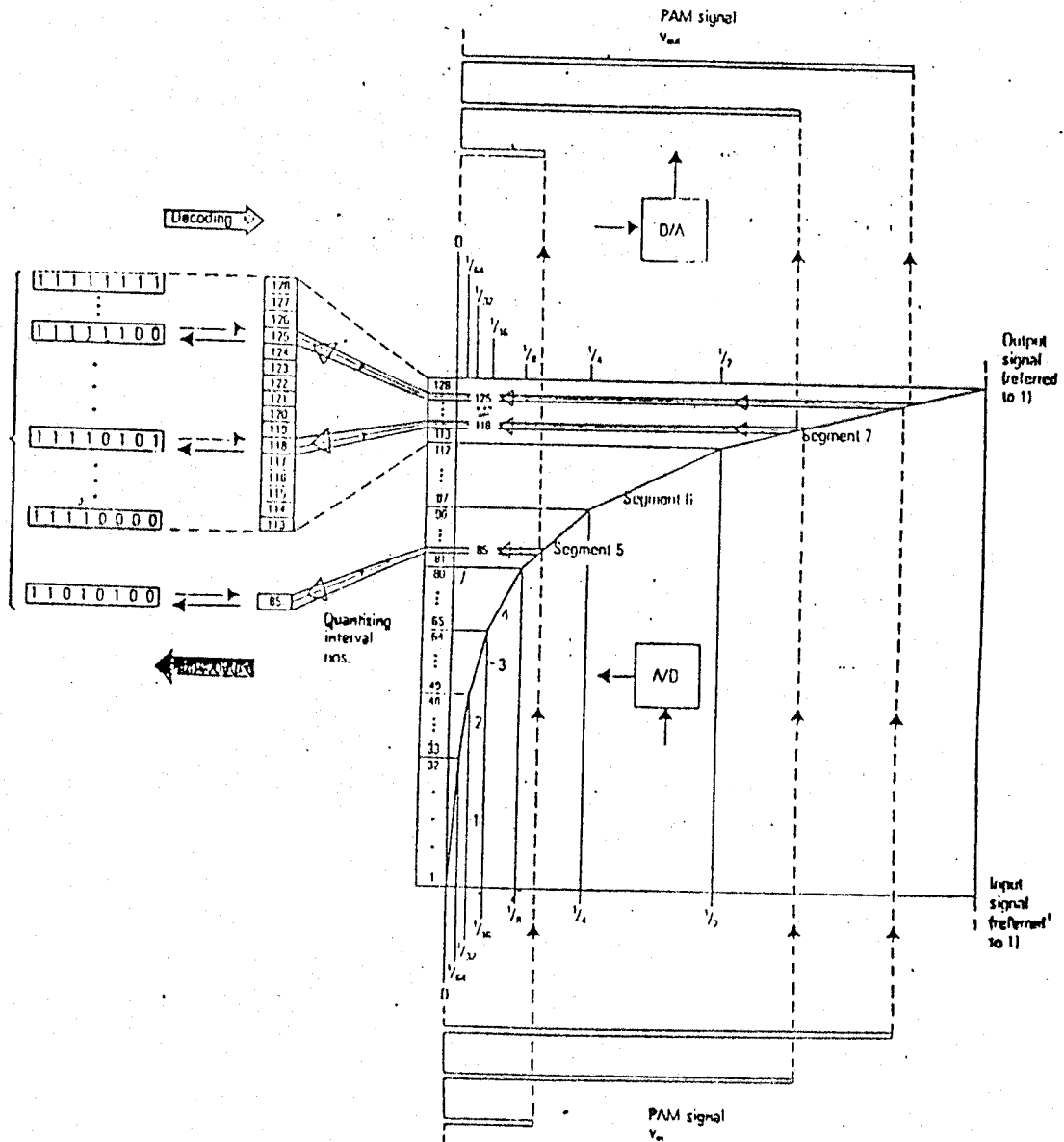
1	1	1	1	0	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

artinya :

pulsa berpolaritas positif (sumbu X dan Y positif) terletak pada segmen 7 dan pada level ke 118 (113 + 5).

Proses companding terdiri dari compressing dan expanding, dimana jangkauan dinamis sinyal ditekan sebelum kuantisasi, kemudian dikembangkan kembali pada penerima. Dengan proses companding, interval-interval kuantisasi yang sempit digunakan untuk nilai sinyal yang lebih rendah dan interval kuantisasi yang lebar digunakan untuk nilai sinyal yang lebih tinggi.





GAMBAR 2-5 ⁶⁾

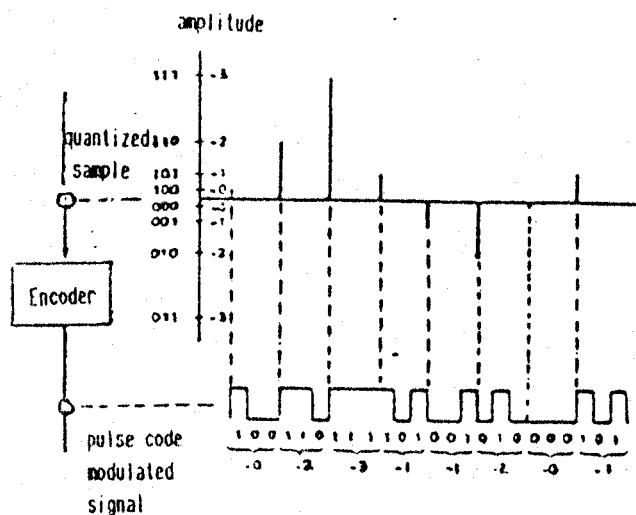
BAGIAN POSITIF KARAKTERISTIK 13 SEGMENT (HUKUM-A)

⁶⁾ Siemens, op. cit, h. 9

II.1.1.3 Encoding

Level-level kuantisasi dari sampel sinyal harus dikodekan ke dalam sederetan bit-bit agar mudah disalurkan sesuai dengan transmisi digital. Bit-bit kode digital didapatkan sesuai dengan harga biner dari masing-masing level kuantisasi sampel sinyal.

Pada umumnya sampel-sampel terkuantisasi dapat dikodekan ke dalam dua pulsa (biner) dengan bermacam-macam level amplitudo per pulsa. Sekelompok n pulsa mempunyai

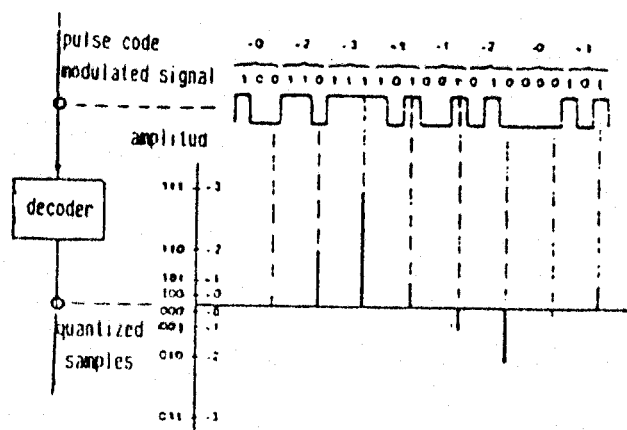


GAMBAR 2-6 ⁷⁾

ENCODING

⁷⁾ Josep Jonbert, "Digital telephony an Introduction",
Stockolm, January 1977, h. 19

level amplitudo, masing-masing pulsa mempunyai level amplitudo b yang mungkin. Maka level kuantisasi yang dapat digunakan adalah b^n . Pada sistem telepon masing-masing sampel dikodekan ke dalam sekelompok grup yang disebut PCM word yang berisi 8 pulsa biner (8 bit), sehingga level kuantisasi yang digunakan adalah 2^8 atau 256 level kuantisasi. Bila sinyal suara tersebut disampling dengan kecepatan 8000 sampel/detik, maka satu pulsa sinyal suara yang dimodulasikan akan menghasilkan 64 kbit/detik sinyal digital.



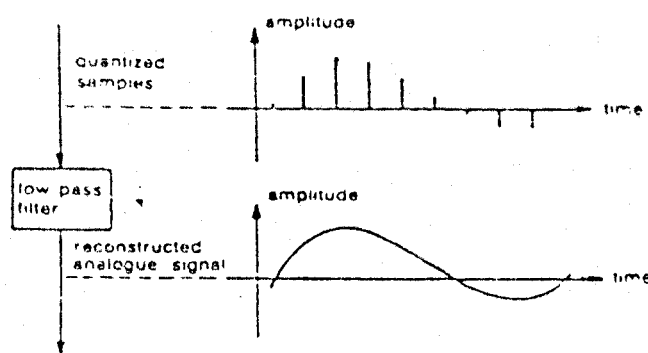
GAMBAR 2-7 ⁸⁾

DECODING

⁸⁾ Loc. cit

II.1.2 KONVERSI DIGITAL KE ANALOG

Menurut rekomendasi CCITT G. 711, proses di dalam penerima yang mengkonversikan sinyal PCM ke sinyal suara analog adalah regenerasi, decoding dan rekonstruksi sinyal. Proses regenerasi sinyal PCM ini terjadi di kanal transmisi yang mempunyai pulsa-pulsa terdistorsi. Sebelum pulsa-pulsa tersebut masuk ke bagian decoder, sinyal bipolar (return to zero) dikonversikan dulu ke unipolar (nonreturn to zero). Dalam proses decoding kode-kode digital tersebut diubah ke dalam pulsa-pulsa dengan amplitudo tertentu (lihat gambar 2-7).



GAMBAR 2-8⁹⁾

REKONSTRUKSI SINYAL ANALOG

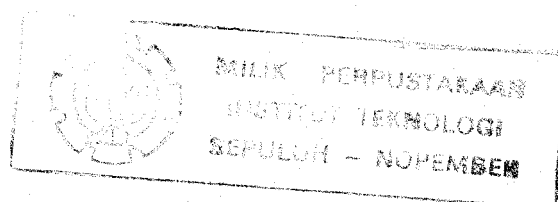
9) Ibid. h. 120

Decoding merupakan level amplitudo yang dikodekan. Sinyal analog akan diperoleh kembali dengan merekonstruksikan kembali melalui suatu Low Pass Filter (lihat gambar 2-8)

II.1.3 MULTIPLEXING

Tiap type sumber informasi mempunyai karakteristik kecepatan digit yang berbeda, misalnya percakapan telepon memerlukan 64 Kbit/detik, atau sinyal broadcasting televisi berwarna memerlukan sekitar 60 Mbit/detik. Sedangkan karakteristik kecepatan digit tergantung pada jenis media transmisi, misalnya kecepatan digit 2 Mbit/detik sesuai untuk kanal transmisi kabel ganda, sedangkan kanal digital optimal pada sistem bumbung gelombang mempunyai kapasitas sekitar 500 Mbit/detik. Untuk meningkatkan efisiensi penggunaan media transmisi, kecepatan informasi dari sumber sinyal harus disesuaikan dengan kapasitas jalur. Peningkatan efisiensi dapat dicapai dengan multiplexing yang dapat menggabungkan beberapa sinyal primer menjadi sinyal gabungan, sehingga multiplexing dapat dianggap sebagai proses matching sinyal dan dapat juga dianggap menambah matching bentuk gelombang yang digunakan untuk optimasi penampilan sinyal/noise pada jalur transmisi.

Manfaat penting yang lain dari multiplexing adalah menyusun berbagai macam sinyal primer untuk diproses



dengan format identik, kemudian disalurkan pada peralatan transmisi tunggal.

Pada struktur sistem multiplexing ini, sinyal yang disalurkan oleh sistem transmisi kapasitas rendah membentuk unit-unit dasar sebagai input untuk sistem dengan kapasitas yang lebih tinggi.

II.1.3.1 Dasar pemikiran

Multiplexing harus dapat dibalik dan harus dapat memisahkan sinyal pada penerima dari sistem transmisi. Keadaan ini dapat dicapai bila komponen dari sinyal termultiplex adalah ortogonal. Secara matematik, kondisi untuk sekelompok sinyal $f_1(x)$, $f_2(x)$, $f_3(x)$, ... , $f_n(x)$ menjadi ortogonal bila :¹⁰⁾

$$\int_0^s f_n(x) f_m(x) dx = 0 \quad \text{untuk } m \neq n \text{ dan } s \text{ dipilih} \\ \dots\dots\dots(2-2)$$

Satu dari sekelompok fungsi ortogonal merupakan fungsi putaran bila :

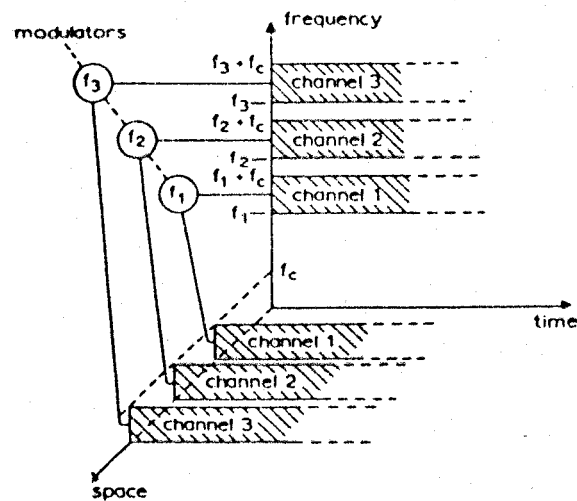
$$\int_0^{2\pi(m+n)} \sin(2\pi nt) \sin(2\pi mt) dt = 0 \quad \text{untuk } m \neq n \\ \dots\dots\dots(2-3)$$

10) P. Bylanski/D. W. G. Ingram, "Digital Transmission System", Peter Peregrinus Ltd, England, 1976, h. 83

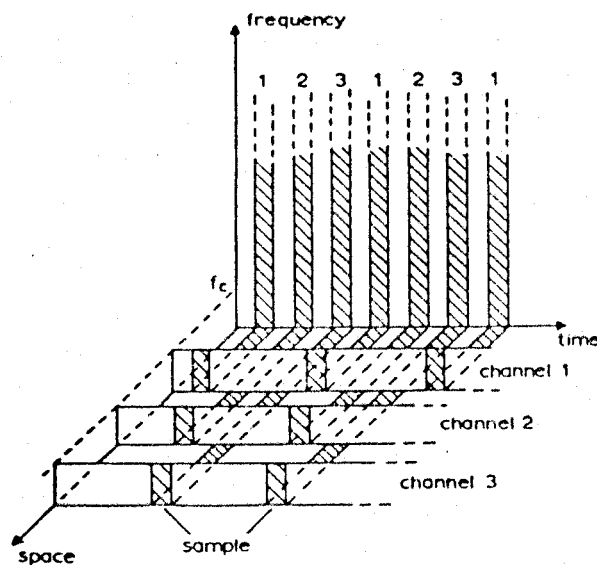
Kemungkinan lain bila fungsi-fungsi didefinisikan sebagaimana $f_m(t)$ hanya nonzero untuk nilai t bila semua fungsi lain $f_n(t)$ dalam kelompok mempunyai nilai nol, juga membentuk kelompok ortogonal.

Dua kelompok mendasari pola klasik frequency division multiplexing (f.d.m) dan time division multiplexing (t.d.m). Dalam frekuensi division multiplexing, setiap sinyal primer digeser oleh modulasi. Untuk membentuk satu kelompok komponen sinusoidal yang tidak saling tindih, kelompok dibentuk menjadi sinyal, seperti gambar 2-9a. Dalam time division multiplexing setiap sinyal dikuantisasi dalam waktu. Sampling langsung dipilih untuk interleave yang digunakan untuk sinyal lain, seperti pada gambar 2-9b.

Dua pola pokok yang dianggap dapat menggambarkan pemisah ruang frekuensi-waktu. Dalam f.d.m, sinyal diproses untuk menempati segmen terpisah dalam dimensi frekuensi pada waktu yang sama. Pada t.d.m terjadi sebaliknya, yaitu terjadi pemisahan waktu, tetapi bila sampel mempunyai spectra frekuensi yang tidak terbatas, terjadi secara serentak pada semua dimensi frekuensi.



a

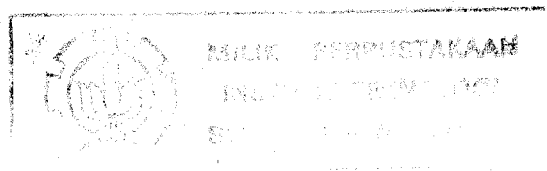


b

GAMBAR 2-9 ¹¹⁾

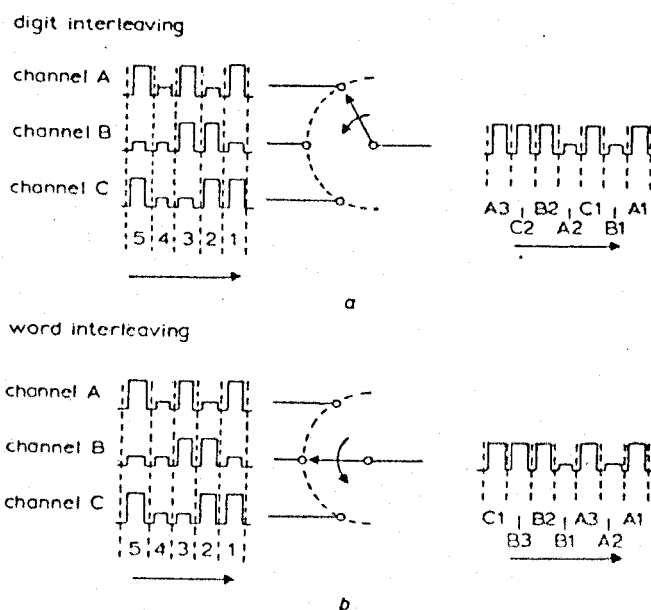
FREQUENCY AND TIME-DIVISION MULTIPLEXING
 a. Frequency division
 b. Time division

11) Ibid, h. 84



II.1.3.2 Struktur multiplex

Dalam sistem time division multiplexing (t.d.m) slot waktu dalam sinyal keluaran akan dialokasikan ke kanal masukan dalam beberapa cara yang ditetapkan. Dalam teori alokasi ini dapat dilakukan dalam cara yang hampir tidak terbatas, tetapi dalam kenyataannya pola yang digunakan biasanya gagal satu dari empat kategori. Masalah timbul bila beberapa sumber sinyal yang sama digabungkan dan setiap sinyal yang datang seperti arus digital kontinyu pada kecepatan digit tetap yang sama. Kemungkinan pertama adalah menggabungkan aliran digit demi digit, seperti pada gambar 2-10a. Susunan ini dikenal sebagai "digit interleaving". Multiplexer dapat dianggap secara fungsional ekuivalen dengan switch putaran tunggal, dan dapat dilihat bahwa sebuah delay kecil mungkin diperlukan dalam satu atau dua kanal untuk menghindari sampling yang bersamaan bila input berubah, pada pola ini tidak memerlukan penyimpanan (storage). Kemungkinan kedua adalah menerima grup-grup digit dari tiap input tiap putaran, seperti pada gambar 2-10b. Susunan ini cenderung lebih kompleks. Multiplexer menswitch untuk menahan tiap input pada semua grup dari digit-digit yang ditransfer. Jika input masuk secara kontinyu pada setiap kanal, beberapa penyimpanan lokal (local storage) akan memerlukan penimbunan sinyal masukan dan menunggu sampai transfer

GAMBAR 2-10 ¹²⁾

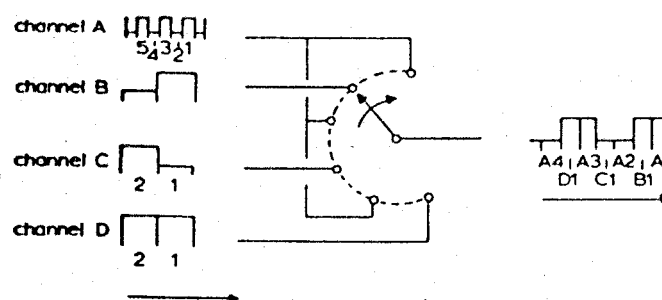
STRUKTUR MULTIPLEX

- a. Digit interleaving
- b. Word interleaving

berikutnya. Hal ini menjadi menarik bila sinyal masukan mempunyai bererapa struktur internal, misalnya sinyal yang terdiri dari grup digit, pada tiap grup dijadikan sebuah code word dan untuk alasan operasional digunakan untuk menjaga integritas dari grup itu sendiri di sepanjang sistem transmisi. Pola ini dinamakan "word interleaving".

12) Ibid, h. 85

Dua pola ini dapat dikembangkan untuk mengatasi masalah yang terjadi bila kanal masukan tidak semuanya mempunyai kecepatan digit yang sama. Misalnya gabungan dari sebuah kanal masukan yang mempunyai kecepatan digit $3f_t$ dan tiga kanal yang lain mempunyai kecepatan digit f_t . Dapat diselesaikan dengan menggunakan frame dengan enam slot waktu dan slot pengganti dialokasikan ke kanal kecepatan tinggi seperti pada gambar 2-11. Dalam sistem word interleave hasil yang sama dapat dicapai dengan menggabungkan word-word dengan panjang yang berbeda. Dapat dilihat bahwa panjang minimum dari frame multiplex harus merupakan kelipatan (multiple) dari persekutuan kelipatan terkecil dari kecepatan digit kanal masukan.



GAMBAR 2-11 ¹³⁾

MULTIPLEXING DARI CABANG YANG MEMPUNYAI KECEPATAN DIGIT
BERBEDA

¹³⁾ Ibid, h. 86

II.I.3.3 Sistem frame alignment

Untuk mendeteksi kehilangan frame alignment dan untuk memperoleh kembali frame alignment pada sistem bunched alignment. Analisa pola bunched framing dapat diaplikasikan untuk distribusi tempat hanya dengan perubahan kecil. Didefinisikan sebuah frame terdiri dari m slot waktu, n pertama berisi frame alignment-word. Sisa dari $m-n$ dialokasikan ke kanal informasi $C, C_1, C_2, C_3, \dots, C_o$. Misalnya informasi dikirim melalui kanal berupa aliran digit random, sehingga probabilitas dari sebuah mark dalam setiap kanal slot waktu adalah 0,5. Probabilitas kesalahan pengiriman dalam setiap slot waktu adalah P_t . Kecepatan pengiriman adalah:

$$t_s = 1/r \quad \dots\dots\dots(2-4)$$

dan selang waktu setiap frame adalah:

$$t_f = m t_s \quad \dots\dots\dots(2-5)$$

Frame alignment word dapat dianggap menempati bagian sebesar α dari seluruh kapasitas pengiriman dari sistem adalah:

$$\alpha = n/m \quad \dots\dots\dots(2-6)$$

Penampilan sistem frame alignment makin baik bila α minimum.

II.1.3.4 Struktur frame

Pada sistem multiplex standart Eropa yang baru yaitu pada sistem 30 kanal 32 slot waktu dengan kecepatan bit 2.048 kbit/detik menggunakan pola bunched frame alignment yang lebih kompleks dari pada sistem 24 kanal Amerika dengan kecepatan bit 1.544 kbit/detik, dapat dilihat lebih mendetail pada tabel 2.1.

TABEL 2.1 ¹⁴⁾

STRUKTUR FRAME UNTUK MULTIPLEX PCM PRIMER YANG BEROPERASI
PADA 2.048 KBIT/DETIK

Jumlah bit per slot waktu kanal 8, dengan nomor 1-8	
Jumlah slot waktu kanal per frame 32, dengan nomor 0-31	
Penempatan slot waktu kanal	
Slot waktu 0 frame ganjil frame genap	frame-alignmentsignal X0011011 X1YZZZZZ
Slot waktu 1-15	kanal telepon 1-15
Slot waktu 16	common channel atau channel assosiated signalling
Slot waktu 17-31	kanal telepon 16-30

X = persediaan untuk penggunaan internasional

Y = Sinyal alarm

Z = persediaan untuk penggunaan nasional

¹⁴⁾ Ibid, h. 113

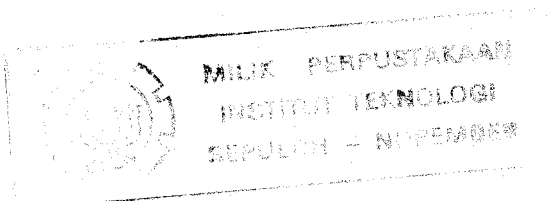
Sesuai dengan Rekomendasi CCITT G 732 pada sistem multiplex standart Eropa terdapat 2 versi yaitu common channel signalling dan channel associated signalling. Keduanya mempunyai 256 bit tiap frame yang terdiri dari 32 kanal 8 bit. 16 frame dikelompokkan menjadi sebuah multi frame.

Pada common channel signalling, bit pertama dalam tiap frame dipakai untuk dua keperluan. Dalam frame ganjil dipergunakan untuk memelihara sinkronisasi, membawa pola 10101... dalam frame yang berurutan (misalnya '1' pada frame no. 1, '0' pada frame no. 3, '1' pada frame no.5 dan seterusnya). Sedangkan dalam frame genap berisi arus bit yang membawa informasi sinyal untuk keperluan kontrol jaringan seperti sinyal penempatan, pengawasan, pemutus hubungan dan lain-lain.

Untuk channel associated signaling terdapat dua arus bit sinyal yang terdapat bersama-sama dalam setiap kanal. 16 bit disusun dalam satu kelompok (multiframe) bernomor 0 sampai 15. Tiap kanal terdiri dari 8 bit dimana setiap frame ke 6 hanya 7 bit sehingga kecepatan yang terpakai 62.666 bit/detik. Pada multiplex 30 kanal setiap frame berisi 256 bit yang terbagi menjadi 32 slot waktu. 30 slot waktu untuk kanal informasi dengan kecepatan 64 kbit/detik, sedangkan 2 slot waktu sisanya dipergunakan

untuk sinkronisasi serta alarm dan kanal sinyal. Setiap 16 frame dikelompokkan menjadi sebuah multiframe untuk mendapatkan kanal sinyal tersebut, pada kanal sinkronisasi dan alarm terdapat batasan frame pada bit 2 sampai 8 dengan pola 0011011.

Sebagai contoh, akan diuji sistem multiplex orde ke dua yang dibentuk dengan menggabungkan empat sistem 32 slot waktu (rekomendasi CCITT G 742). Rincian dari struktur framanya dapat dilihat pada tabel 2.2. Terlihat bahwa frame terbagi menjadi empat bagian, tiap bagian terdiri dari satu grup service digit, diikuti oleh selang (interleaved) kanal sinyal. Bagian pertama berisi sebuah bunched frame alignment word yang mempunyai struktur tertutup untuk rancangan optimum diberikan pada tabel 2.3. Diikuti dua service bit. Pertama digunakan sebagai alarm bila terjadi kesalahan dalam multiplex, akan berisi '0' bila alarm mati dan '1' bila alarm hidup. Bila alarm terdeteksi, terminal penerima akan memutuskan hubungan output cabang dan memasukan beberapa pola tertentu. Ini akan mengurangi resiko gangguan dipropagasikan ke jaringan.



TABEL 2.2 ¹⁵⁾

STRUKTUR FRAME MULTIPLEX PCM ORDE DUA PADA 8.448

KBIT/DETIK

Kecepatan bit cabang (kbit/det)	2048
Jumlah cabang	4
Struktur frame	Nomor bit
Sinyal frame alignment (1111010000)	set I 1 - 10
Tanda peringatan untuk peralatan remote multiplex digital	11
Cadangan bit untuk penggunaan nasional	12
Bit-bit dari cabang	13 - 212
Bit kontrol justifikasi C _{1j}	set II 1 - 4
Bit-bit dari cabang	5 - 212
Bit kontrol justifikasi C _{2j}	set III 1 - 4
Bit-bit dari cabang	5 - 212
Bit kontrol justifikasi C _{3j}	set IV 1 - 4
Bit-bit dari cabang yang tersedia untuk justifikasi	5 - 8
Bit-bit dari cabang	9 - 212
Panjang frame	848 bit
Bit per cabang	206 bit
Kecepatan justifikasi maksimum per cabang	10 kbit/d
Perbandingan justifikasi nominal	0,424

C_{ij} adalah tanda bit kontrol justifikasi ke i dari cabang ke j.

¹⁵⁾ Ibid, h. 114

TABEL 2.3 ¹⁶⁾

REKOMENDASI KODE FRAME ALIGNMENT

Word length	Pattern	Relative simulation probability, R_r
7	0001101	0.8342
8	00011101	0.8951
9	000011101	0.9127
10	0000111011	0.6972
11	00011101101	0.8967
12	000001101011	0.5804
13	0000011010111	0.5397
14	00000101100111	0.5532
15	000010100110111	0.4508
16	0000100111010111	0.4202
17	00000101011001111	0.3892
18	000000101011001111	0.3483
19	0000010100110011111	0.3226
20	00000100011110110111	0.3303
21	000000110100101110111	0.3252
22	0000000101011011001111	0.2936
23	00000001011001110101111	0.2899
24	00000100110011110101111	0.2847
25	000000100011101101001111	0.2827
26	0000001000110101100101111	0.2730
27	00000001100110010110101111	0.2664
28	000000011001101001111010111	0.2659
29	0000000010110011001111010111	0.2662
30	00000000101100110011110101111	0.2570
31	000000000101100110011110101111	0.2578
32	0000000000101100110011110101111	0.2616
33	00000000000101100110011110101111	0.2685

R_r is the sum total probability of simulation for all overlap positions relative to the simulation by random data in a single test, for an error rate of 1×10^{-3}

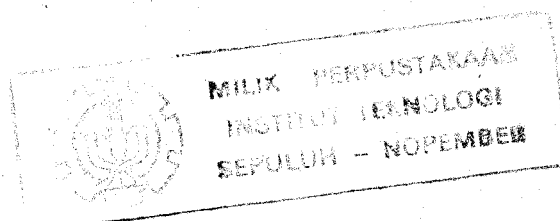
16) Ibid, h. 104

Justifikasi positif digunakan bila digit kontrol berada dalam grup yang terdiri dari 4 digit pada awal tiap bagian. Kontrol untuk tiap bagian didistribusikan ke dalam tiga bagian, sinyal '111' merupakan justifikasi, dan '000' bila tidak ada justifikasi. Justifikasi disediakan pada bagian pertama dari empat slot waktu dalam bagian terakhir.

II.2 TEORI TRANSMISI BASEBAND

Kecepatan transmisi data yang mempunyai kesalahan minimum melalui kanal noisy dapat dilakukan dengan menggunakan sinyal-sinyal dalam jumlah besar yang mempunyai karakteristik statistik yang sesuai dengan karakteristik noise. Sinyal-sinyal tersebut dinyatakan sebagai kode-kode digital dalam satuan gelombang dasar yang dibangkitkan oleh modulator. Jumlah satuan bit di dalam gelombang yang dibangkitkan oleh modulator digital komersil ini berkisar dari 2 (biner) sampai 8 dan 16.

Pada modulasi pulsa-pulsa diskrit, amplitudo, kedalaman atau posisi pulsa bervariasi sesuai dengan informasi digital yang disalurkan. Elemen-elemen suatu sistem transmisi baseband biner PAM ditunjukkan pada gambar 2-12. Input sistem adalah urutan data biner dengan suatu kecepatan bit r_b dan lamanya kedalaman bit T_b . Output generator pulsa adalah suatu bentuk pulsa dengan



persamaan: ¹⁷⁾

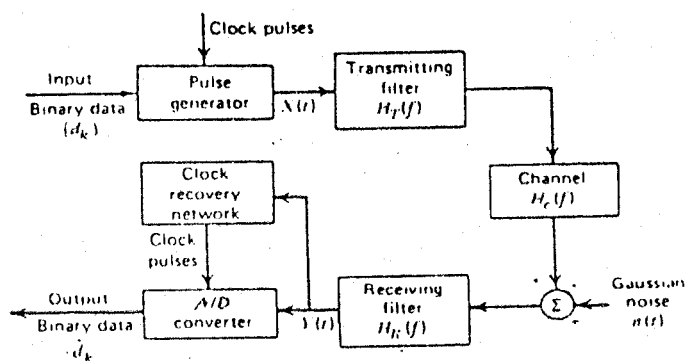
$$X(t) = \sum_{K=00}^{\infty} A_k P_g (t - KT_b) \dots\dots\dots(2-7)$$

dimana $P_g(t)$ adalah pulsa dasar yang amplitudonya A_k tergantung pada bit input K . Untuk mudahnya, anggap $P_g(t)$ dinormalisir sebagai :

$$P_g(t) = 1 \dots\dots\dots(2-8)$$

dan

$$a_k = \begin{cases} a, & \text{jika bit input ke } k = 1 \\ -a, & \text{jika bit input ke } k = 0 \end{cases} \dots\dots(2-9)$$



GAMBAR 2-12 ¹⁸⁾
SISTEM DATA BINER BASEBAND

17) K. Sam Shanmugam, op. cit, h. 190

18) Loc. cit

Sinyal PAM $X(t)$ melalui satu filter transmisi $H_T(f)$, dan kemudian melalui kanal. Di dalam kanal ini ditambahkan noise random untuk memodifikasi sinyal dalam bentuk deterministik. Sinyal noisy kemudian melalui filter penerima $H_R(f)$. Output $Y(t)$ pada filter penerima disampel dengan cara dibangkitkan kembali oleh pengkonversi A/D berdasarkan nilai $Y(t)$ sendiri.

Interferensi intersymbol (ISI) adalah suatu efek yang dihasilkan oleh output penerima. Noise dan ISI ini akan menghasilkan kesalahan-kesalahan output. Tujuan merencanakan baseband PAM adalah untuk memilih filter-filter pemancar dan penerima yang digunakan untuk mengurangi efek noise dan membatasi ISI. Penambahan daya pancar, dipakai untuk menambah kecepatan pensinyalan r_b pada bandwidth B atau mengurangi bandwidth yang diperlukan untuk pensinyalan. Dianggap bahwa :

- 1) Karakteristik kanal dan karakteristik statistik noise dan deretan bit input telah diketahui.
- 2) Dipilih bentuk-bentuk pulsa $P_g(t)$ dan $P_r(t)$ dan fungsi-fungsi pemindah filter-filter $H_T(f)$ dan $H_R(f)$ untuk optimasi penampilan sistem, termasuk pemilihan probabilitas kesalahan dibawah harga-harga yang ditentukan.

Probabilitas kesalahan bit yang umumnya digunakan dalam pengukuran penampilan sistem-sistem biner PAM, didefinisikan sebagai $P_e = P(\hat{d}_k \neq d_k)$

Kriteria perencanaan diarahkan sepenuhnya pada bentuk keseluruhan pulsa yang akan menghasilkan zero ISI. Tetapi dalam kenyataannya, tidak dapat dihindarkan munculnya sejumlah residual ISI, dan ISI ini akan mengakibatkan ketidaksempurnaan kerja filter. Suatu filter ekualisasi selalui disertakan dalam filter penerima dan pengkonversi A/D untuk memberikan perubahan parameter-parameter dalam kanal.

Pada metode transmisi data PAM, clock sinyal harus didapatkan kembali pada ujung penerima untuk mengeset kecepatan dan waktu sampling. Beberapa parameter yang terlibat dalam desain suatu sistem PAM adalah : kecepatan data, tingkat kesalahan, daya yang dipancarkan, kerapatan daya spectral noise, dan kerumitan sistem itu sendiri.

II.2.1 SISTEM BASEBAND BINER PAM

Kecepatan data dalam sistem biner berkisar mulai dari 100 bit/detik (BPS) seperti pada teletipe sampai pada kecepatan tinggi di atas puluhan megabit/det, seperti pada pentransferan data melalui komputer. Dalam sistem komunikasi suara, kecepatan data berkisar antara 300-4.800 bit/detik melalui kanal telepon, sampai beberapa ratus megabit melalui radio gelombang mikro. Probabilitas kesalahan yang mungkin dalam sistem baseband ini sekitar 10^{-4} sampai 10^{-6} .

Suatu sistem baseband biner PAM yang terdiri dari bentuk-bentuk pulsa $P_g(t)$ dan $P_r(t)$ serta filter-filter

$H_r(f)$ dan $H_g(f)$ untuk mengurangi pengaruh ISI dan noise, agar tercapai suatu probabilitas kesalahan minimum.

Ada beberapa sifat penting yang didapatkan dengan pemakaian proses pengkodean dan pembentukan sinyal dalam proses transmisi baseband, yaitu : ¹⁹⁾

1. Kecepatan peralihan data

Biasanya teknik pengkodean baseband akan menambah kerapatan peralihan data, dan menambah kecepatan proses sinkronisasi bit dan simbol.

2. Pendeteksian / koreksi kesalahan

Beberapa kode yang dipakai disini mempunyai kemampuan mendeteksi kesalahan yang terjadi, hal ini dilakukan ketika terjadi, peralihan data dari data pemancar ke penerima.

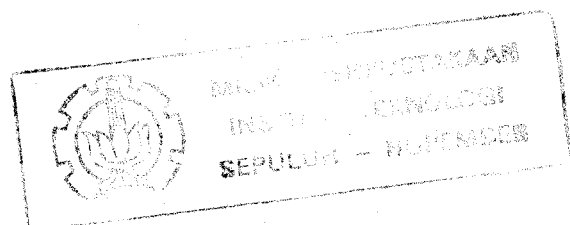
3. Pengurangan bandwidth

Bandwidth sinyal-sinyal digital dapat dikurangi dengan filter tertentu dan pola multilevel.

4. Pembentukan spektrum

Bentuk spektrum data dapat diubah dengan menggunakan pola pengacakan atau pemfilteran. Pola-pola ini digunakan untuk menyesuaikan sinyal masukan dengan karakteristik kanal transmisi, atau untuk mengontrol interferensi antar kanal yang berbeda.

¹⁹⁾ David R. Smith, "Digital Transmission Sistem", Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1985, h. 9



II.2.2 JENIS KODE SALURAN

Dalam saluran transmisi, sinyal telah dikode ke dalam kode biner diubah menjadi kode saluran, dalam bentuk sinyal terner, yang dalam sisi kirim diubah menjadi pulsa-pulsa dengan perbandingan pulsa periode sebesar 50 %. Kecepatan dari simbol-simbol pada jalur transmisi disebut kecepatan simbol, yang dinyatakan dalam Baud (Bd). Perubahan dari sinyal biner menjadi sinyal terner menyebabkan kecepatan simbol menjadi lebih kecil dari pada kecepatan transmisi. Pada penghantar yang terbuat dari logam, redaman pada frekuensi tinggi berbanding lurus dengan akar frekuensi, menyebabkan kecepatan simbol lebih rendah lagi. Oleh karenanya bandwidth frekuensi yang dibutuhkan juga semakin kecil, sehingga menghemat bandwidth frekuensi kerja sistem.

Ada berbagai macam kode saluran (kode terner) yang digunakan untuk penyaluran informasi dalam saluran baseband. Salah satu kode yang digunakan adalah HDB-3 (High Density Bipolar) atau kode bipolar dengan kerapatan tinggi. Kode ini banyak digunakan di dalam sistem transmisi PCM, dengan kecepatan bit 2.048 kbit/detik, 8.448 kbit/detik, dan 34.368 kbit/detik.

Kemunculan bit "0" yang berturutan cukup panjang, dapat menyebabkan kesalahan dalam proses pembentukan kembali pulsa-pulsa yang telah diterima. Untuk menghindari munculnya "0" yang berurutan lebih dari tiga kali,

digunakan kode HDB-3 ini. Prinsip pengkodeannya adalah sebagai berikut : apabila di dalam proses transmisi pulsa muncul urutan "0" lebih tiga kali, maka "0" yang keempat kalinya akan berayun menjadi "+1" atau "-1", tergantung dari harga ayunan sebelumnya. Bentuk kode HDB-3 yang tertentu adalah 000D dan 100D. Harga "0" yang terdepan menunjukkan level 0, sedangkan harga "1" yang terdepan menunjukkan level amplitudo +1 atau -1 sesuai aturan bipolar, "D" berarti terjadi ayunan +1 atau -1. Contoh pemakaian kode HDB-3 ini ditunjukkan dalam tabel 2.4 dibawah.

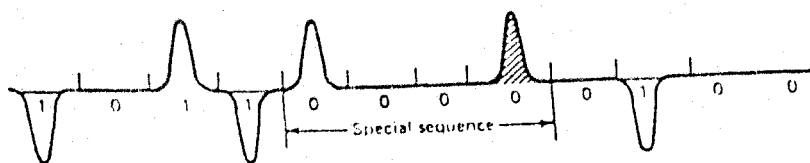
TABEL 2.4 ²⁰⁾

PEMAKAIAN KODE HDB-3

Urutan bit input	1 0 1 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
Urutan bit yang sudah terkode	1 0 1 1 1 0 0 D 0 1 0 0 0 D 1 0 0 D
level amplitudo a k	- 0 + - + 0 0 + 0 - 0 0 0 - + 0 0 +

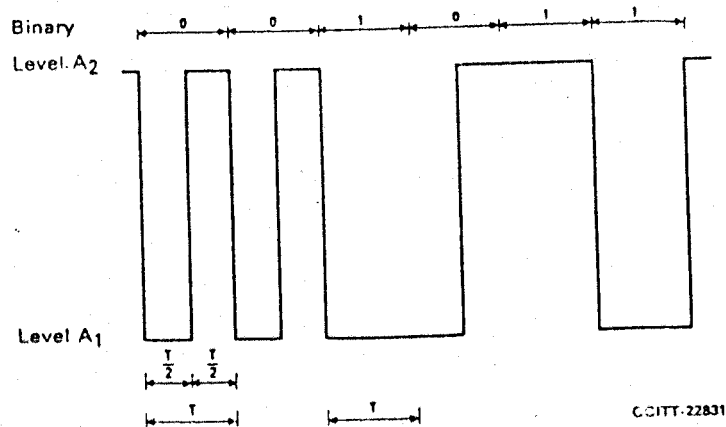
Urutan bit didalam kotak menunjukkan bit-bit dari kode HDB-3 yang mengalami proses peralihan khusus. Bentuk gelombang yang ditunjukkan oleh kode diatas adalah seperti pada gambar 2-13.

20) Ibid, h. 227

GAMBAR 2-13 ²¹⁾

CONTOH BENTUK GELOMBANG HDB-3

Untuk sistem transmisi digital dengan kecepatan 139.264 kbit/detik digunakan kode CMI (Coded Mark Inversion). CMI adalah 2 level kode non-return-to-zero,

GAMBAR 2-14 ²²⁾

CONTOH SINYAL KODE BINER CMI

21) Ibid, h. 228

22) CCITT Redbook, "Digital Transmissions System and Multiplexing Equipment", Fujitsu Limited, Tokyo, 1988, Rec G 703

biner 0 dikodekan pada kedua level amplitudo A_1 dan A_2 secara berurutan, tiap setengah interval waktu ($T/2$).

Biner 1 dikodekan pada salah satu level amplitudo A_1 atau A_2 pada satu interval waktu, contoh sinyal biner yang dikodekan dengan CMI dapat dilihat pada gambar 2-14.

Perlu diperhatikan bahwa: Biner 0 selalu merupakan transisi positif pada titik tengah dari interval waktu unit biner, biner 1 adalah transisi positif pada awal interval waktu unit biner jika levelnya A_1 dan transisi negatif pada awal interval waktu unit biner jika biner 1 terakhir diencode pada level A_2 .

II.3 PARAMETER TRANSMISI

Dalam transmisi digital di atas 4 kHz, sering didapatkan kesalahan yang menyertai transmisi sinyal informasi adalah :

1. Jitter

Jitter dapat didefinisikan sebagai variasi dalam waktu pada titik tertentu dari sebuah sinyal digital, di sekitar posisi idealnya. Jitter mempengaruhi transmisi dalam tiga hal pokok :

- a. Pergeseran waktu clock terhadap waktu pendeteksian optimum dapat menimbulkan kesalahan-kesalahan bit.
- b. Pada pengkodean ke suatu sinyal digital (misalnya suara PCM), sampel-sampel analog dapat muncul secara tidak

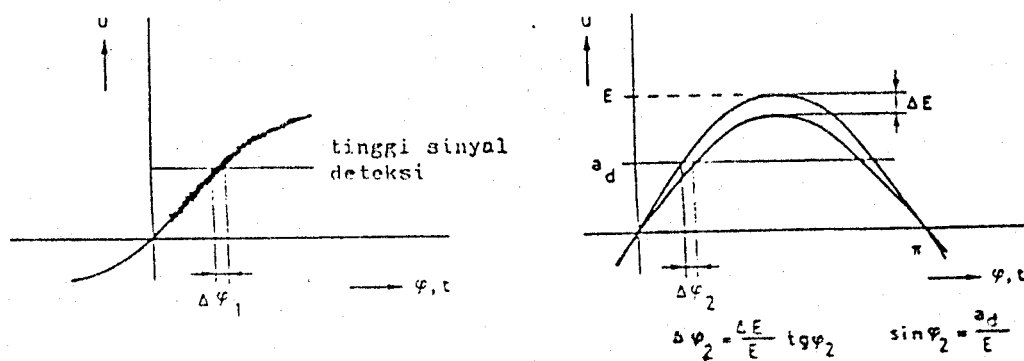
teratur. Hal ini dapat menimbulkan noise yang mengubah bentuk sinyal.

c. Terjadinya buffer slip pada multiplexer.

Suatu penyebab terjadinya jitter dalam rangkaian clock adalah variasi deteksi dari detektor tinggi sinyal sesudah sinyal yang akan dideteksi secara selektif. Bila titik ambang dalam detektor tinggi sinyal tidak sama dengan nol, maka pada variasi tinggi sinyal yang keluar dari filter akan terjadi jitter.

2. Bit error rate (Error ratio)

Bit error rate adalah perbandingan jumlah bit salah (error) yang diterima dalam periode tertentu dengan jumlah total bit yang diterima dalam periode yang sama.



GAMBAR 2-15 ²³⁾

JITTER AMPLITUDO DAN JITTER FASE

23) H. Ekkelenkamp, op. cit, h. 50

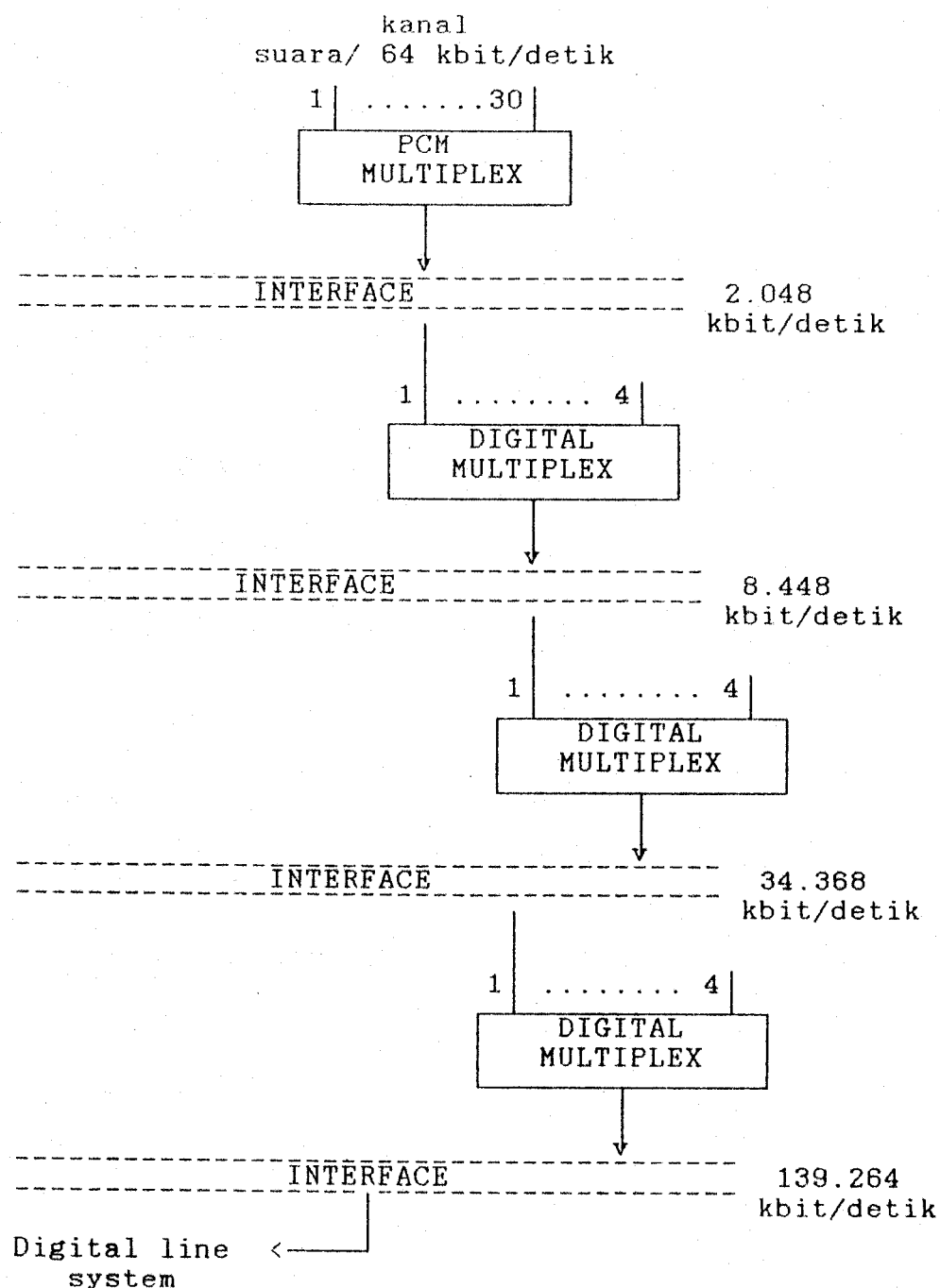
BAB III

KARAKTERISTIK PENAMPILAN SISTEM TRANSMISI PCM 30

III.1 UMUM

Karakteristik penampilan sistem transmisi PCM 30 yang akan dibahas dalam bab ini adalah karakteristik yang diperlukan sebagai referensi hasil pengujian terhadap peralatan multiplex dengan dasar 30 kanal PCM atau bit rate 2.048 kbit/detik pada orde primer, orde kedua, orde ketiga dan orde keempat.

Untuk orde primer merupakan multiplex PCM sedangkan pada orde kedua, orde ketiga dan orde keempat merupakan multiplex digital. Peralatan multiplex PCM adalah peralatan yang memperoleh sinyal digital tunggal pada kecepatan digital yang telah ditentukan dari beberapa kanal frekuensi suara dengan menggabungkan modulasi kode pulsa (PCM) dengan time division multiplexing (TDM) dan sebaliknya. Peralatan multiplex digital adalah peralatan yang dapat menggabungkan beberapa sinyal digital dengan time division multiplexing (TDM) menjadi sinyal digital campuran tunggal dan sebaliknya. Secara hirarki bit rate, jaringan dengan berdasar hirarki digital pada bit rate orde pertama 2.048 kbit/detik dapat dilihat lebih jelas pada gambar 3-1.



GAMBAR 3-1 23)

URUTAN HIRARKI BIT RATE DENGAN DASAR 2.048
KBIT/DETIK PADA JARINGAN

23) CCITT Red Book, op. cit, h. 42.

III.2. KARAKTERISTIK PERALATAN MULTIPLEX PCM PRIMER PADA BIT RATE 2.048 KBIT/DETIK

III.2.1 KARAKTERISTIK UMUM

III.2.1.1 Karakteristik dasar

Karakteristik dasar peralatan multiplex PCM orde pertama berdasarkan rekomendasi CCITT G 711 antara lain sebagai berikut:

III.2.1.1.1 Kecepatan sampling

Nilai nominal yang direkomendasikan untuk kecepatan sampling adalah 8000 sample per detik. Toleransi pada kecepatan sampling adalah ± 50 bagian per sejuta (ppm).

III.2.1.1.2 Hukum encoding

Karakteristik yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut:

- a. Untuk rangkaian internasional dipergunakan delapan digit binary persampel.
- b. Direkomendasikan dua hukum encoding yang secara umum disebut hukum μ dan hukum A. Hukum encoding yang digunakan pada PCM 30 adalah hukum A.

III.2.1.1.3 Hubungan antara hukum encoding dengan level audio

Hubungan antara hukum encoding dan level sinyal audio didefinisikan sebagai berikut:

Sebuah sinyal gelombang sinus 1kHz pada level nominal 0 dBm0 harus muncul pada semua output frekuensi suara multiplex PCM, jika urutan periodik sinyal karakter

dari tabel 3.1 untuk hukum A dimasukkan pada input decoder.

TABEL 3.1 ²⁴⁾
SINYAL KARAKTER PADA HUKUM - A

A-law							
1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	1	1	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	1	1	0	1	0	0
1	0	1	1	0	1	0	0
1	0	1	0	0	0	0	1
1	0	1	0	0	0	0	1
1	0	1	1	0	1	0	0

Hasil teoritis kapasitas beban (T_{max}) adalah + 3,14 dBm0 untuk hukum A.

Level kuantisasi yang digunakan untuk sinyal suara adalah 256 level.

III.2.1.2 Bit rate

Bit rate yang digunakan pada multiplex PCM orde pertama adalah 2.048 kbit/detik dengan toleransi ± 50 bagian per sejuta (ppm).

III.2.1.3 Sinyal timing

Peralatan multiplex PCM harus mampu memperoleh

24) CCITT Red Book, op. cit, h. 93

sinyal timing kirim dari sumber internal, sinyal digital yang datang, dan dari sumber external.

III.2.2 STRUKTUR FRAME

Karakteristik struktur frame dari multiplex PCM pada 2.048 kbit/detik sesuai dengan rekomendasi CCITT G 704 antara lain sebagai berikut:

TABEL 3.2 ²⁵⁾

ALOKASI NOMOR BIT 1 - 8 PADA FRAME

Alternate frames	Bit number	1	2	3	4	5	6	7	8
Frame containing the frame alignment signal	S_i Note 1	0	0	1	1	0	1	1	
Frame not containing the frame alignment signal	S_i Note 1	1 Note 2	A Note 3	S_n	S_n	S_n	S_n	S_n	S_n Note 4

Note 1 = 1

Note 2 = frame alignment

Note 3 = alarm signalling

Note 4 = 1

- Jumlah bit per slot waktu kanal adalah 8 dengan nomor 1 sampai 8.
- Jumlah slot waktu kanal per frame adalah 32 dengan nomor 0 sampai 31. Jumlah bit per frame adalah 256 dan kecepatan pengulangan framenya 8000 Hz.
- Alokasi bit slot waktu kanal 0, sesuai dengan tabel 3.2.

25) Ibid, h. 70

III.2.3 PENGGUNAAN SLOT WAKTU KANAL YANG DIPEROLEH

Tiap slot waktu kanal 1 sampai 15 dan 17 sampai 31 disediakan untuk kanal telepon PCM 64 kbit/detik yang diencode dengan hukum A atau sinyal digital 64 kbit/detik.

Slot kanal waktu 16 digunakan untuk signalling. Jika tidak diperlukan untuk signalling, dalam beberapa hal dapat digunakan untuk kanal 64 kbit/detik, sebagaimana halnya slot waktu 1 sampai 15 dan 17 sampai 31.

III.2.4 KEHILANGAN DAN MEMPEROLEH KEMBALI FRAME ALIGNMENT

Frame alignment dinyatakan loss jika tiga atau empat sinyal frame alignment berurutan yang telah diterima mengalami kesalahan.

Frame alignment dinyatakan telah diperoleh jika mendeteksi urutan sebagai berikut:

1. Adanya sinyal frame alignment yang benar dan tidak adanya sinyal frame alignment dalam frame berikutnya dideteksi dengan memeriksa bahwa bit 2 dalam slot waktu kanal 0 adalah 1.
2. Adanya sinyal frame alignment dalam frame berikutnya.

Jika sinyal frame alignment yang sah dideteksi dalam frame n , pengecekan harus dilakukan untuk memastikan bahwa sebuah sinyal frame alignment tidak ada dalam frame $n + 1$, dan sebuah sinyal frame alignment tidak ada dalam frame $n + 2$. Kegagalan terjadi pada satu atau kedua syarat ini akan menyebabkan pencarian baru dimulai dalam frame

n + 2.

III.2.5 KONDISI SALAH DAN REAKSINYA

III.2.5.1 Kondisi salah

Peralatan multiplex PCM akan mendeteksi kondisi salah berikut ini:

- a. Kerusakan power supply.
- b. Kerusakan codec.

Sebagai syarat minimum kondisi salah harus dikenali jika paling tidak satu level sinyal dalam range antara -21 sampai -6 dBm0, penampilan perbandingan sinyal terhadap noise kuantisasi dari codec lokal adalah 18 dB atau lebih.

- c. Kehilangan sinyal datang 64 kbit/detik pada terminal input (slot waktu 16).
- d. Kehilangan sinyal datang pada 2.048 kbit/detik.

Deteksi kondisi salah ini diperlukan hanya jika ia tidak mengakibatkan tanda kehilangan frame alignment.

- e. Kehilangan frame alignment.
- f. Error ratio terlalu besar, terdeteksi dalam sinyal frame alignment. Dengan kriteria sebagai berikut:

- i. Untuk mengaktifkan tanda kondisi salah.

- Error ratio $\leq 1.10^{-4}$

Probabilitas aktifnya tanda kondisi salah dalam 4 sampai 5 detik harus kurang dari 10^{-6} .

- Error ratio $\leq 1.10^{-3}$

Probabilitas aktifnya tanda kondisi salah dalam

4 sampai 5 detik harus lebih tinggi dari pada 0,95.

ii. Untuk menonaktifkan tanda kondisi salah.

- Error ratio $\leq 1.10^{-3}$

Probabilitas nonaktifnya tanda kondisi salah dalam 4 sampai 5 detik harus mendekati 0.

- Error ratio $\leq 1.10^{-4}$

Probabilitas aktifnya tanda kondisi salah dalam 4 sampai 5 detik harus lebih tinggi dari pada 0,95.

III.2.5.2 Reaksi

Untuk deteksi kondisi salah lebih jauh, aksi yang sesuai ditentukan dalam spesifikasi dalam tabel 3.3. Reaksinya adalah sebagai berikut:

- a. Tanda peringatan servis dibangkitkan untuk memberitahukan bahwa servis yang diberikan oleh multiplex PCM ini tidak ada lagi. Tanda ini harus menggerakkan paling tidak untuk menswitch dan atau signalling peralatan multiplex tergantung pada rancangan yang disediakan. Peringatan ini harus diberikan secepat mungkin dan tidak lebih lambat dari 2 milidetik setelah mendeteksi kondisi salah yang sesuai.
- b. Tanda peringatan pemeliharaan dibangkitkan untuk memberitahukan bahwa penampilan di bawah standart yang dapat diterima.

Jika sinyal tanda peringatan (AIS) dideteksi, tanda peringatan perawatan yang tepat bersangkutan dengan kehilangan frame alignment dan error ratio terlalu

besar harus dicegah, bilamana berhentinya suatu reaksi adalah sesuai dengan tabel 3.3 dengan dua kondisi salah.

TABEL 3.3 ²⁰⁾

KONDISI SALAH DAN REAKSINYA UNTUK PERALATAN MULTIPLEX PCM

Peralatan	Kondisi salah	Reaksi					
		Tanda alarm service dibangkitkan	Tanda alarm perawatan dibangkitkan	Tanda alarm pada remote end transmitted	Transmisi terhahan pada output analog	AIS masuk pada 64 kbit/d output (time slot 16)	AIS masuk pada time slot 16 di 2048 kbit/d output
Multiplexer dan demultiplexer	Kerusakan pada power supply	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya
	Kerusakan pada codec	Ya	Ya	Ya	Ya		
Multiplexer saja	Kehilangan sinyal datang pada 64 kbit/d input time slot 16		Ya				Ya
Demultiplexer saja	Kehilangan sinyal datang pada 2048 kbit/d	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	
	Kehilangan frame alignment	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	
	Error ratio 1.10^{-3} pada sinyal alignment	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	
	Tanda alarm diterima dari remote end (bit 3 dari time slot 0)	Ya					

20) Ibid, h. 169

- c. Tanda peringatan untuk sebuah ujung remote, dikirim dengan mengubah bit 3 slot waktu kanal 0 dari keadaan 0 ke 1 bila dalam frame itu tidak berisi sinyal frame alignment, harus dilakukan secepat mungkin.
- d. Transmisi ditekan pada output analog.
- e. AIS masuk pada slot waktu 16 output 64 kbit/detik. Aksi ini harus dilakukan secepat mungkin dan tidak lebih lambat dari 2 mdetik setelah kondisi salah.
- f. AIS masuk pada slot waktu 16 dari sinyal campuran 2.048 kbit/detik.

Strategi untuk mendeteksi adanya AIS dibuat sedemikian rupa hingga AIS dapat dideteksi, sama dalam adanya error ratio 1.10^{-3} . Bila sinyal dengan semua bit kecuali frame alignment dalam keadaan 1, tidak boleh salah seperti AIS.

III.2.6 SIGNALLING

III.2.6.1 Susunan signalling

Slot waktu kanal 16 dapat digunakan untuk menyediakan interface 64 kbit/detik yang sesuai untuk penggunaan common channel signalling atau associated channel signalling.

III.2.6.2 Kehilangan dan memperoleh multiframe alignment pada channel associated signalling

Multiframe alignment dinyatakan hilang jika dua sinyal multiframe alignment yang diterima mengalami

kesalahan.

Multiframe alignment dinyatakan telah diperoleh segera setelah sinyal multiframe alignment pertama benar dideteksi.

Untuk menghindari keadaan bahwa multiframe alignment palsu prosedur berikut dapat digunakan untuk melengkapi prosedur di atas.

- Multiframe alignment dinyatakan hilang jika selama periode satu atau dua multiframe, semua bit dalam slot waktu 16 adalah 0.
- Multiframe alignment dinyatakan telah diperoleh hanya jika paling tidak satu bit dalam keadaan 1 ada dalam slot waktu 16 multiframe alignment pertama dideteksi.

III.2.6.3 Kondisi salah dan reaksinya pada peralatan multiplex channel associated signalling

III.2.6.3.1 Kondisi salah

Peralatan multiplex PCM akan mendeteksi kondisi salah berikut ini:

- a. Kerusakan power supply.
- b. Kehilangan sinyal datang 64 kbit/detik pada input terminal suatu signalling demultiplexer.
- c. Kehilangan multiframe alignment.
- d. Tanda peringatan diterima dari sebuah peralatan remote signalling multiplex.
- e. Penerimaan tanda peringatan servis dari peralatan multiplex PCM.

III.2.6.3.2 Reaksi

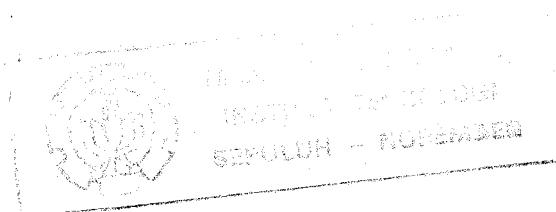
Untuk deteksi kondisi salah lebih jauh, aksi yang sesuai ditentukan dalam spesifikasi dalam tabel 3.4. Reaksinya adalah sebagai berikut:

TABEL 3.4 ²⁷⁾

KONDISI SALAH DAN REAKSINYA UNTUK PERALATAN MULTIPLEX CHANNEL ASSOCIATED SIGNALLING

Peralatan	Kondisi salah	Reaksi			
		Tanda alarm service dibangkitkan	Tanda alarm perawatan dibangkitkan	Tanda alarm pada remote end transmitted	Permintaan dari keadaan ekuivalen ke keadaan 1 pada semua kanal signalling terima
Multiplexer dan demultiplexer	Kerusakan pada power supply	Ya	Ya	Ya	Ya
Demultiplexer saja	Kehilangan sinyal datang	Ya	Ya	Ya	Ya
	Kehilangan multiframe alignment	Ya	Ya	Ya	Ya
	Tanda alarm yg diterima dari peralatan remote signalling multiplex	Ya			Ya
	Penerimaan tanda alarm service dari PCM mux	Ya			Ya

27) Ibid, h. 165



- a. Tanda ini harus bergerak untuk menswitch signalling peralatan multiplex tergantung pada rancangan yang disediakan.
- b. Tanda peringatan pemeliharaan dibangkitkan untuk memberitahukan bahwa penampilan di bawah standart yang dapat diterima dan perhatian perawatan di tempat itu.
- c. Tanda peringatan untuk sebuah remote peralatan signalling multiplex, dibangkitkan dengan mengubah 0 dari keadaan 0 ke 1 bit 6 dari slot waktu kanal 16 frame 0 dari multiframe harus dilakukan secepat mungkin dan tidak lebih lambat dari 3 mdetik setelah mendeteksi sebuah kondisi salah.

III.2.7 JITTER PADA OUTPUT 2.048 KBIT/DETIK

Dalam keadaan dimana sinyal timing kirim diperoleh dari internal oscillator, jitter puncak ke puncak pada output 2.048 kbit/detik tidak boleh lebih dari 0,05 UI jika diukur dengan frekuensi antara 20 Hz sampai 100 kHz.

III.3 KARAKTERISTIK PERALATAN MULTIPLEXING DIGITAL ORDE KEDUA PADA 8.448 KBIT/DETIK DENGAN MENGGUNAKAN JUSTIFIKASI POSITIF

III.3.1 UMUM

Peralatan multiplexing digital orde kedua menggunakan justifikasi positif yang akan dibahas dibawah ini digunakan untuk jalur digital antar negara yang menggunakan peralatan multiplex primer dengan kecepatan

2.048 kbit/detik.

III.3.2 BIT RATE

Bit rate nominal yang dipakai harus 8.448 kbit/detik dan dengan toleransi ± 30 ppm.

III.3.3 STRUKTUR FRAME

Struktur frame pada peralatan multiplex digital orde kedua ini ditunjukkan pada tabel 3.5.

III.3.4 KEHILANGAN DAN MEMPEROLEH KEMBALI FRAME ALIGNMENT

Kehilangan frame alignment dinyatakan telah terjadi, jika 4 sinyal frame alignment yang berurutan telah dengan benar telah diterima dalam posisi yang diramalkan.

Jika frame alignment dinyatakan hilang, alat frame alignment harus ditentukan bahwa alignment demikian telah secara efektif diperoleh jika ia mendeteksi adanya 3 sinyal frame alignment yang benar.

Alat frame alignment telah mendeteksi munculnya sinyal frame alignment tunggal yang benar, harus memulai pencarian sinyal frame alignment jika mendeteksi tidak adanya sinyal frame alignment dalam satu dari dua frame berikutnya.

III.3.5 METODE MULTIPLEXING

Pada metode multiplexing ini sinyal kontrol justifikasi harus didistribusikan dan menggunakan bit C_n ($n = 1, 2, 3, \dots$) lihat tabel 3.5.

Justifikasi positif harus ditandai dengan sinyal 111, tidak ada justifikasi ditandai dengan 000.

TABEL 3.5 ²⁸⁾

STRUKTUR FRAME MULTIPLEX 8.448 KBIT/DETIK

Bit rate cabang (kbit/det)	2.048
Jumlah cabang	4
Struktur frame	Nomor bit
Sinyal frame alignment (1111010000)	set I 1 - 10
Tanda peringatan untuk peralatan remote multiplex digital	11
Cadangan bit untuk penggunaan nasional	12
Bit-bit dari cabang	13 - 212
Bit kontrol justifikasi C_{ji}	set II 1 - 4
Bit-bit dari cabang	5 - 212
Bit kontrol justifikasi C_{j2}	set III 1 - 4
Bit-bit dari cabang	5 - 212
Bit kontrol justifikasi C_{j3}	set IV 1 - 4
Bit-bit dari cabang yang tersedia untuk justifikasi	5 - 8
Bit-bit dari cabang	9 - 212
Panjang frame	848 bit
Bit per cabang	206 bit
Kecepatan justifikasi maksimum per cabang	10 kbit/d
Perbandingan justifikasi nominal	0,424

C_{ji} adalah tanda bit kontrol justifikasi ke i dari cabang ke j.

²⁸⁾ Ibid, h. 195

III.3.6 JITTER

III.3.6.1 Jitter output cabang

Untuk pada input cabang tidak ada jitter maka jitter puncak ke puncak pada output cabang tidak boleh lebih dari 0,25 UI jika diukur pada frekuensi di atas 100 kHz.

Jika diukur dengan instrument yang tergabung dengan sebuah bandpass filter mempunyai frekuensi cut-off lebih rendah dari 18 kHz, roll-off pada 20dB/dekade dan batas atas 100 kHz, jitter puncak ke puncak output tidak boleh lebih dari 0,05 UI dengan probabilitas 99,9 % selama periode pengujian 10 detik.

III.3.6.2 Jitter output sinyal multiplex

Bila sinyal timing kirim diperoleh dari oscillator internal, jitter puncak ke puncak output 2.048 kbit/detik tidak boleh lebih dari 0,05 UI jika diukur dalam frekuensi antara 20 sampai 400 kHz.

III.3.7 SINYAL TIMING

Jika secara ekonomi memungkinkan, diperlukan untuk memperoleh sinyal timing multiplexer dari sumber external sebaik dari sumber internal.

III.3.8 SERVICE DIGIT

Tiap frame tersedia dua bit untuk fungsi service. Bit 11 dari set I digunakan untuk mengirim tanda peringatan untuk peralatan remote multiplex jika kondisi

kesalahan yang spesifik dideteksi dalam peralatan multiplex. Bit 12 set I dicadangkan untuk penggunaan nasional. Pada jalur digital yang melewati perbatasan, bit ini tetap pada 1.

III.3.9 KONDISI SALAH DAN REAKSINYA

III.3.9.1 Kondisi salah

Peralatan multiplex PCM akan mendeteksi kondisi salah berikut ini:

- a. Kerusakan power supply.
- b. Kehilangan sinyal datang 2.048 kbit/detik pada input multiplexer.
- c. Kehilangan sinyal datang 8.448 kbit/detik input demultiplexer.

Deteksi kondisi salah ini diperlukan hanya jika ia tidak mengakibatkan tanda kehilangan frame alignment.

- d. Kehilangan frame alignment.

III.3.9.2 Reaksinya

Untuk deteksi kondisi salah lebih jauh, aksi yang sesuai ditentukan dalam spesifikasi dalam tabel 3.6.

Reaksinya adalah sebagai berikut:

- a. Tanda peringatan pemeliharaan dibangkitkan untuk memberitahukan bahwa penampilan di bawah standart yang dapat diterima dan perhatian perawatan di tempat itu. Jika sinyal tanda peringatan (AIS) 8.448 kbit/detik dideteksi pada input demultiplexer, tanda peringatan

TABEL 3.6 ²⁹⁾

KONDISI SALAH DAN REAKSINYA

Peralatan	Kondisi salah	Reaksi				
		Tanda alarm service dibangkitkan	Tanda alarm perawatan dibangkitkan	AIS masuk		
				pada semua cabang	pada sinyal campuran	pada time slot yg sesuai dari sinyal campuran
Multiplexer dan demultiplexer	Kerusakan pada power supply	Ya		Ya	Ya	
Multiplexer saja	Kehilangan sinyal datang pada cabang	Ya				Ya
Demultiplexer saja	Kehilangan sinyal datang pada 0.448 Kbit/d	Ya	Ya	Ya		
	Kehilangan frame alignment	Ya	Ya	Ya		

²⁹⁾ Ibid, h. 197

perawatan yang tepat bersangkutan dengan kehilangan frame alignment dan error ratio terlalu besar harus dicegah, bilamana berhentinya suatu reaksi adalah sesuai dengan tabel 3.6 dengan dua kondisi salah.

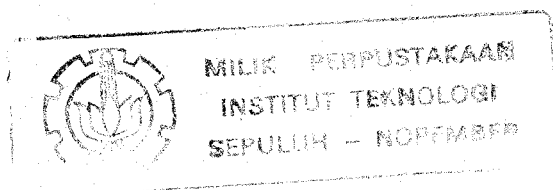
- c. Tanda peringatan untuk peralatan remote multiplex dibangkitkan dengan mengubah dari keadaan 0 ke 1 bit 11 set I pada 8.448 kbit/detik output multiplexer.
- d. AIS masuk pada 8.448 kbit/detik output multiplex.
- e. AIS masuk pada 8.448 kbit/detik output multiplex bersangkutan dengan cabang 2.048 kbit/detik yang relevan.

Metoda untuk mengirim AIS pada terminal output multiplexer pada slot waktu yang bersangkutan ke input cabang yang cacat, sedemikian rupa hingga status dari digit kontrol justifikasi dikontrol sebagaimana untuk meyakinkan bahwa AIS berada dalam toleransi yang dispesifikasikan untuk cabang tersebut.

III.4 KARAKTERISTIK PERALATAN MULTIPLEX DIGITAL ORDE KETIGA PADA 34.368 KBIT/DETIK DAN ORDE KEEMPAT PADA 139.264 KBIT/DETIK DENGAN JUSTIFIKASI POSITIF

III.4.1 KARAKTERISTIK UMUM

Pada multiplex orde keempat dengan bit rate 139.264 kbit/detik dengan dasar orde kedua dengan bit rate 8.448 kbit/detik, ada dua metoda untuk mencapai bit rate 139.264 pada orde keempat yaitu:



- a. Dengan menggunakan orde ketiga pada bit rate 34.364 kbit/detik dalam hirarki digital.
- b. Langsung memultiplex enambelas sinyal digital pada 8.448 kbit/detik.

Sinyal digital dengan bit rate 139.264 kbit/detik yang dihasilkan kedua metode di atas harus identik.

Dari kedua metoda di atas, yang akan dibahas dalam bab ini adalah metoda pertama yaitu memultiplex empat sinyal digital pada 8.448 kbit/detik untuk mencapai bit rate 34.368 kbit/detik orde ketiga dan memultiplex empat sinyal digital pada 34.368 kbit/detik untuk mencapai bit rate 139.264 kbit/detik.

III.4.1.1 Memultiplex empat sinyal digital pada 8.448 kbit/detik

III.4.1.1.1 Bit rate

Bit rate nominal yang digunakan harus 34.368 kbit/detik dengan toleransi ± 20 ppm.

III.4.1.1.2 Struktur frame

Struktur frame pada peralatan multiplex digital orde ketiga ini ditunjukkan pada tabel 3.7 .

III.4.1.1.3 Kehilangan dan memperoleh kembali frame alignment

Kehilangan frame alignment dinyatakan telah terjadi, jika 4 sinyal frame alignment yang berurutan telah dengan benar telah diterima dalam posisi yang diramalkan.

Jika frame alignment dinyatakan hilang, alat frame

alignment harus ditentukan bahwa alignment demikian telah secara efektif diperoleh jika ia mendeteksi adanya 3 sinyal frame alignment yang benar.

Alat frame alignment yang telah mendeteksi munculnya sinyal frame alignment tunggal yang benar, harus memulai pencarian sinyal frame alignment jika mendeteksi tidak adanya sinyal frame alignment dalam satu dari dua frame berikutnya.

III.4.1.1.4 Metode multiplexing

Pada metode multiplexing ini sinyal kontrol justifikasi harus didistribusikan dan menggunakan bit C_n ($n = 1, 2, 3$, lihat tabel 3.7).

Justifikasi positif harus ditandai dengan sinyal 111, tidak ada justifikasi ditandai dengan 000.

III.4.1.1.5 Service digit

Tiap frame tersedia dua bit untuk fungsi service. Bit 11 dari set I digunakan untuk mengirim tanda peringatan untuk peralatan remote multiplex jika kondisi kesalahan yang spesifik dideteksi dalam peralatan multiplex. Bit 12 set I dicadangkan untuk penggunaan nasional. Pada jalur digital yang melewati perbatasan, bit ini tetap pada 1.

III.4.1.2 Memultiplex sinyal pada 34.368 kbit/detik

III.4.1.2.1 Bit rate

Bit rate nominal yang digunakan harus 139.264 kbit/detik dengan toleransi ± 15 ppm.

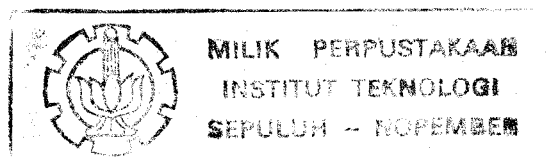
TABEL 3.7 ³⁰⁾

STRUKTUR FRAME MULTIPLEX 34.368 KBIT/DETIK

Bit rate cabang (kbit/det)	34.368
Jumlah cabang	4
Struktur frame	Nomor bit
Sinyal frame alignment (1111010000)	set I 1 - 10
Tanda peringatan untuk peralatan remote multiplex digital	11
Cadangan bit untuk penggunaan nasional	12
Bit-bit dari cabang	13 - 384
Bit kontrol justifikasi C _i	set II 1 - 4
Bit-bit dari cabang	5 - 384
Bit kontrol justifikasi C _j	set III 1 - 4
Bit-bit dari cabang	5 - 384
Bit kontrol justifikasi C _k	set IV 1 - 4
Bit-bit dari cabang yang tersedia untuk justifikasi	5 - 8
Bit-bit dari cabang	9 - 384
Panjang frame	1536 bit
Bit per cabang	378 bit
Kecepatan justifikasi maksimum per cabang	22375 bit/d
Perbandingan justifikasi nominal	0,436

C_i adalah tanda bit kontrol justifikasi ke i dari cabang ke j.

³⁰⁾ Ibid, h. 214



III.4.1.2.2 Struktur frame

Struktur frame pada peralatan multiplex digital orde ketiga ini ditunjukkan pada tabel 3.8.

III.4.1.2.3 Kehilangan dan memperoleh kembali frame alignment

Kehilangan frame alignment dinyatakan telah terjadi, jika 4 sinyal frame alignment yang berurutan telah dengan benar telah diterima dalam posisi yang diramalkan.

Jika frame alignment dinyatakan hilang, alat frame alignment harus ditentukan bahwa alignment demikian telah secara efektif diperoleh jika ia mendeteksi adanya 3 sinyal frame alignment yang benar.

Alat frame alignment telah mendeteksi munculnya sinyal frame alignment tunggal yang benar, harus memulai pencarian sinyal frame alignment jika mendeteksi tidak adanya sinyal frame alignment dalam satu dari dua frame berikutnya.

III.4.1.2.4 Metode multiplexing

Pada metode multiplexing ini sinyal kontrol justifikasi harus didistribusikan dan menggunakan bit C_n ($n = 1, 2, 3$, lihat tabel 3.8).

Justifikasi positif harus ditandai dengan sinyal 11111, tidak ada justifikasi ditandai dengan 00000.

III.4.1.2.5 Service digit

Tiap frame tersedia dua bit untuk fungsi service. Bit 11 dari set I digunakan untuk mengirim tanda

peringatan untuk peralatan remote multiplex jika kondisi kesalahan yang spesifik dideteksi dalam peralatan multiplex. Bit 12 set I dicadangkan untuk penggunaan nasional. Pada jalur digital yang melewati perbatasan, bit ini tetap pada 1.

TABEL 3.8 ³¹⁾

STRUKTUR FRAME MULTIPLEX 139.264 KBIT/DETIK

Bit rate cabang (kbit/det)	139.264
Jumlah cabang	4
Struktur frame	Nomor bit
Sinyal frame alignment (1111010000) Tanda peringatan untuk peralatan remote multiplex digital Cadangan bit untuk penggunaan nasional Bit-bit dari cabang	set I 1 - 12 13 14 - 16 17 - 488
Bit kontrol justifikasi C_{jn} ($n = 1 - 4$) Bit-bit dari cabang	set II - IV 1 - 4 5 - 488
Bit kontrol justifikasi C_{js} Bit-bit dari cabang yang tersedia untuk justifikasi Bit-bit dari cabang	set VI 1 - 4 5 - 8 9 - 488
Panjang frame Bit per cabang Kecepatan justifikasi maksimum per cabang Perbandingan justifikasi nominal	2928 bit 723 bit 47560 bit/d 0,419

C_{ji} adalah tanda bit kontrol justifikasi ke i dari cabang ke j .

³¹⁾ Ibid. h. 215

III.4.2 KARAKTERISTIK PERALATAN MULTIPLEX YANG BEROPERASI PADA 34.368 KBIT/DETIK DAN MEMULTIPLEX EMPAT CABANG 8.448 KBIT/DETIK

III.4.2.1 Jitter

III.4.2.1.1 *Jitter output cabang*

Untuk pada input cabang tidak ada jitter maka jitter puncak ke puncak pada output cabang tidak boleh lebih dari 0,25 UI jika diukur pada frekuensi di atas 400 kHz.

Jika diukur dengan instrument yang tergabung dengan sebuah bandpass filter mempunyai frekuensi cut-off lebih rendah dari 3 kHz, roll-off pada 20dB/dekade dan batas atas 400 kHz, jitter puncak ke puncak output tidak boleh lebih dari 0,05 UI dengan probabilitas 99,9 % selama periode pengujian 10 detik.

III.4.2.1.2 *Jitter output sinyal multiplex*

Bila sinyal timing kirim diperoleh dari oscillator internal, jitter puncak ke puncak output 8.448 kbit/det tidak boleh lebih dari 0,05 UI jika diukur dalam frekuensi 20 Hz sampai 400 kHz.

III.4.2.2 Sinyal timing

Jika secara ekonomi memungkinkan, diperlukan untuk memperoleh sinyal timing multiplexer dari sumber external sebaik dari sumber internal.

III.4.2.3 Kondisi salah dan reaksinya

III.4.2.3.1 Kondisi salah

Peralatan multiplex digital akan mendeteksi kondisi salah berikut ini:

- a. Kerusakan power supply.
- b. Kehilangan sinyal datang 8.448 kbit/detik pada input multiplexer.
- c. Kehilangan sinyal datang 34.368 kbit/detik input demultiplexer.

Deteksi kondisi salah ini diperlukan hanya jika ia tidak mengakibatkan tanda kehilangan frame alignment.

- d. Kehilangan frame alignment.

III.4.2.3.2 Reaksi

Untuk deteksi kondisi salah lebih jauh, aksi yang sesuai ditentukan dalam spesifikasi dalam tabel 3.9.

Reaksinya adalah sebagai berikut:

- a. Tanda peringatan pemeliharaan dibangkitkan untuk memberitahukan bahwa penampilan di bawah standart yang dapat diterima dan perhatian perawatan di tempat itu. Jika sinyal tanda peringatan (AIS) 34.368 kbit/detik dideteksi pada input demultiplexer, tanda peringatan perawatan yang tepat bersangkutan dengan kehilangan frame alignment dan error ratio terlalu besar harus dicegah, saat berhentinya suatu reaksi adalah sesuai dengan tabel 3.9 dengan dua kondisi salah.

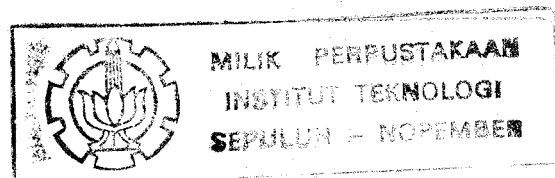
- b. Tanda peringatan untuk peralatan remote multiplex dibangkitkan dengan mengubah dari keadaan 0 ke 1 bit 11

TABEL 3.9 ³²⁾

KONDISI SALAH DAN REAKSINYA

Peralatan	Kondisi salah	Reaksi				
		Tanda alarm service dibangkitkan	Tanda alarm perawatan dibangkitkan	AIS masuk		
				pada semua cabang	pada sinyal campuran	pada time slot yg sesuai dari sinyal campuran
Multiplexer dan demultiplexer	Kerusakan pada power supply	Ya		Ya	Ya	
Multiplexer saja	Kehilangan sinyal datang pada cabang	Ya				Ya
Demultiplexer saja	Kehilangan sinyal datang	Ya	Ya	Ya		
	Kehilangan frame alignment	Ya	Ya	Ya		

32) Ibid, h. 218



- set I pada output 34.368 kbit/detik multiplexer.
- c. AIS masuk pada empat cabang output 8.448 kbit/detik dari demultiplexer .
 - d. AIS masuk pada output 34.368 kbit/detik multiplexer.
 - e. AIS masuk pada 34.368 kbit/detik output multiplex bersangkutan dengan cabang 8.448 kbit/detik yang relevan.

Metoda untuk mengirim AIS pada terminal output multiplexer pada slot waktu yang bersangkutan ke input cabang yang cacat, sedemikian rupa hingga status dari digit kontrol justifikasi dikontrol sebagaimana untuk meyakinkan bahwa AIS berada dalam toleransi yang dispesifikasikan untuk cabang tersebut.

Bit rate AIS pada output peralatan multiplexer atau output demultiplexer harus sesuai dengan spesifikasi interface.

III.4.3 KARAKTERISTIK PERALATAN MULTIPLEX DIGITAL YANG BEROPERASI PADA 139.264 KBIT/DETIK DAN MEMULTIPLEX EMPAT CABANG PADA 34.368 KBIT/DETIK

III.4.3.1 Jitter

III.4.3.1.1 Jitter output cabang

Untuk pada input cabang tidak ada jitter maka jitter puncak ke puncak pada output cabang tidak boleh lebih dari 0,25 UI jika diukur pada frekuensi di atas 800 kHz.

Jika diukur dengan instrument yang tergabung dengan sebuah bandpass filter mempunyai frekuensi cut-off lebih rendah dari 3 kHz, roll-off pada 20dB/dekade dan batas atas 800 kHz, jitter puncak ke puncak output tidak boleh lebih dari 0,05 UI dengan probabilitas 99,9 % selama periode pegujian 10 detik.

III.4.3.1.2 Jitter output sinyal multiplex

Bila sinyal timing kirim diperoleh dari oscillator internal, jitter puncak ke puncak output 139.264 kbit/detik tidak boleh lebih dari 0,05 UI jika diukur dalam frekuensi 200 Hz sampai 3500 kHz.

III.4.3.2 Sinyal timing

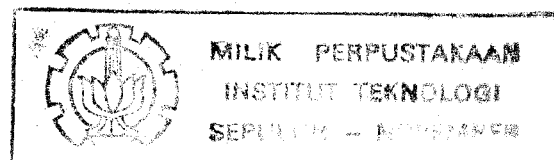
Jika secara ekonomi memungkinkan, diperlukan untuk memperoleh sinyal timing multiplexer dari sumber external sebaik dari sumber internal.

III.4.3.3 Kondisi salah dan reaksinya

III.4.3.3.1 Kondisi salah

Peralatan multiplex digital akan mendeteksi kondisi salah berikut ini:

- a. Kerusakan power supply.
- b. Kehilangan sinyal datang 34.368 kbit/detik pada input multiplexer.
- c. Kehilangan sinyal datang 139.264 kbit/detik input demultiplexer.



Deteksi kondisi salah ini diperlukan hanya jika ia tidak mengakibatkan tanda kehilangan frame alignment.

d. Kehilangan frame alignment.

III.4.3.3.2 Reaksi

Untuk deteksi kondisi salah lebih jauh, aksi yang sesuai ditentukan dalam spesifikasi dalam tabel 3.10. Reaksinya adalah sebagai berikut:

- a. Tanda peringatan pemeliharaan dibangkitkan untuk memberitahukan bahwa penampilan di bawah standart yang dapat diterima dan perhatian perawatan di tempat itu. Jika sinyal tanda peringatan (AIS) 139.264 kbit/detik dideteksi pada input demultiplexer, tanda peringatan perawatan yang tepat bersangkutan dengan kehilangan frame alignment dan error ratio terlalu besar harus dicegah, bilamana berhentinya suatu reaksi adalah sesuai dengan tabel 3.9 dengan dua kondisi salah.
- b. Tanda peringatan untuk peralatan remote multiplex dibangkitkan dengan mengubah dari keadaan 0 ke 1 bit 13 set I pada output 139.264 kbit/detik multiplexer.
- c. AIS masuk pada empat cabang output 34.368 kbit/detik dari demultiplexer .
- d. AIS masuk pada output 139.264 kbit/detik multiplexer.
- e. AIS masuk pada 134.264 kbit/detik output multiplex bersangkutan dengan cabang 34.368 kbit/detik yang relevan.

TABEL 3.10 33)

KONDISI SALAH DAN REAKSINYA

Peralatan	Kondisi salah	Reaksi					
		Tanda alarm perawatan dibangkitkan	Tanda alarm sinyal 140M P.R.M dibangkitkan	Tanda alarm sinyal 34M P.R.M dibangkitkan	AIS masuk		
					pada 4 cabang output	pada 34M demux	pada time slot yg sesuai dari sinyal campuran
Multiplexer dan demultiplexer	Kerusakan pada power supply	Ya				Ya	
Multiplexer saja	Kehilangan sinyal datang pada cabang	Ya					Ya
Demultiplexer saja	Kehilangan sinyal datang 139.264 kbit/d	Ya	Ya				
	Kehilangan frame alignment pada sinyal 139.264 kbit/d	Ya	Ya				
	Kehilangan frame alignment pada sinyal 34.368 kbit/d	Ya		Ya	Ya		

34 M = 34.368 kbit/detik
 140 M = 139.264 kbit/detik
 P.R.M = Peralatan remote multiplex

mux : multiplexer
 demux : demultiplexer

Metoda untuk mengirim AIS pada terminal output multiplexer pada slot waktu yang bersangkutan ke input cabang yang cacat, sedemikian rupa hingga status dari digit kontrol justifikasi dikontrol sebagaimana untuk meyakinkan bahwa AIS berada dalam toleransi yang dispesifikasikan untuk cabang tersebut.

Bit rate AIS pada output peralatan multiplexer atau output demultiplexer harus sesuai dengan spesifikasi interface.

III.5 KARAKTERISTIK INTERFACE DIGITAL MENURUT HIRARKI

III.5.1 INTERFACE PADA 2.048 KBIT/DETIK

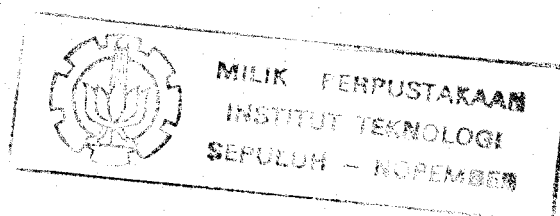
Karakteristik interface pada 2.048 kbit/detik diuraikan sebagai berikut:

III.5.1.1 Karakteristik umum

Interface ini menggunakan bit rate 2.048 kbit/detik \pm 50 ppm dan menggunakan kode HDB3.

III.5.1.2 Spesifikasi pada terminal output

Spesifikasi terminal output interface 2.048 kbit/detik diuraikan pada tabel 3.11.



TABEL 3.11 ³⁴⁾

SPESIFIKASI TERMINAL OUTPUT INTERFACE 2.248 KBIT/DETIK

Bentuk pulsa	Pulsa sinyal harus berada dalam batas arsiran pada gambar 3-2	
Impedansi beban uji	75 ohm resistiv (coax pair)	120 ohm resistiv (simetrical pair)
Tegangan puncak nominal pulsa "1"	2,37 Volt	3 Volt
Tegangan puncak nominal pulsa "0"	$0 \pm 0,237 \text{ V}$	$1 \pm 0,3 \text{ V}$
Lebar pulsa nominal	244 nanodetik	
Perbandingan amplitudo pulsa negatif dan pulsa positif	0,95 - 1,05	
Perbandingan lebar pulsa negatif dan pulsa positif	0,95 - 1,05	

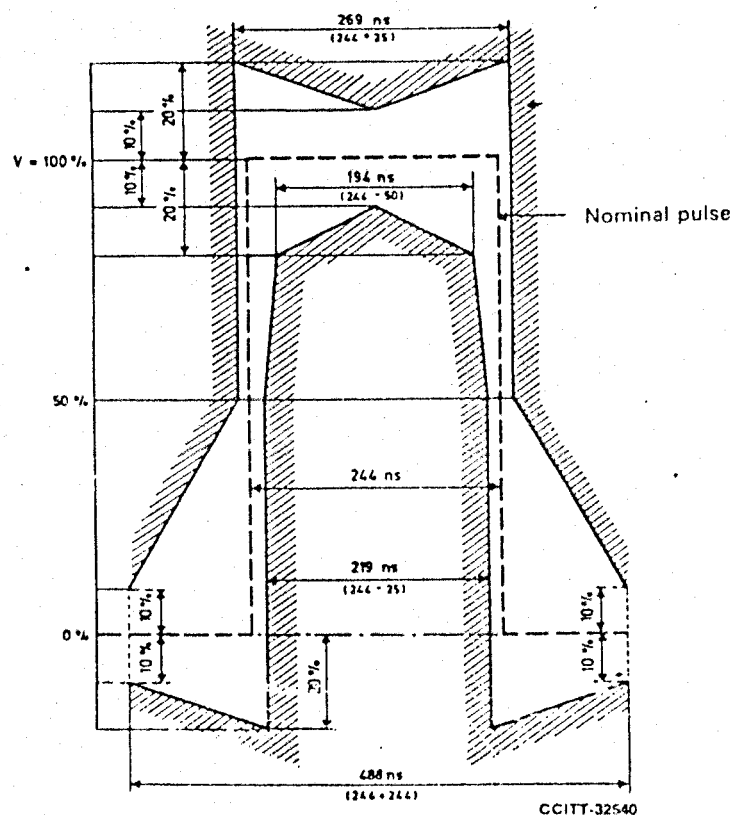
TABEL 3.12 ³⁵⁾

SPESIFIKASI TERMINAL INPUT

Prosentase frekuensi dari bit rate nominal	Return loss
2,5 sampai 5 %	12 dB
5 sampai 100 %	18 dB
100 sampai 150 %	14 dB

34) Ibid, h. 59

35) Ibid, h. 60



GAMBAR 3-2 ³⁶⁾

MASKER PULSA PADA INTERFACE 2.048 KBIT/DETIK

III.5.1.3 Spesifikasi pada terminal input

Return loss pada terminal input mempunyai harga minimum sementara seperti pada tabel 3.12.

³⁶⁾ Loc. cit

III.5.2 KARAKTERISTIK INTERFACE PADA 8.448 KBIT/DETIK

III.5.2.1 Karakteristik umum

Interface ini menggunakan bit rate 8.448 kbit/detik \pm 30 ppm dan menggunakan kode HDB3.

III.5.2.2 Spesifikasi pada terminal output

Spesifikasi terminal output interface 8.448 kbit/detik diuraikan pada tabel 3.13.

TABEL 3.13 ³⁷⁾

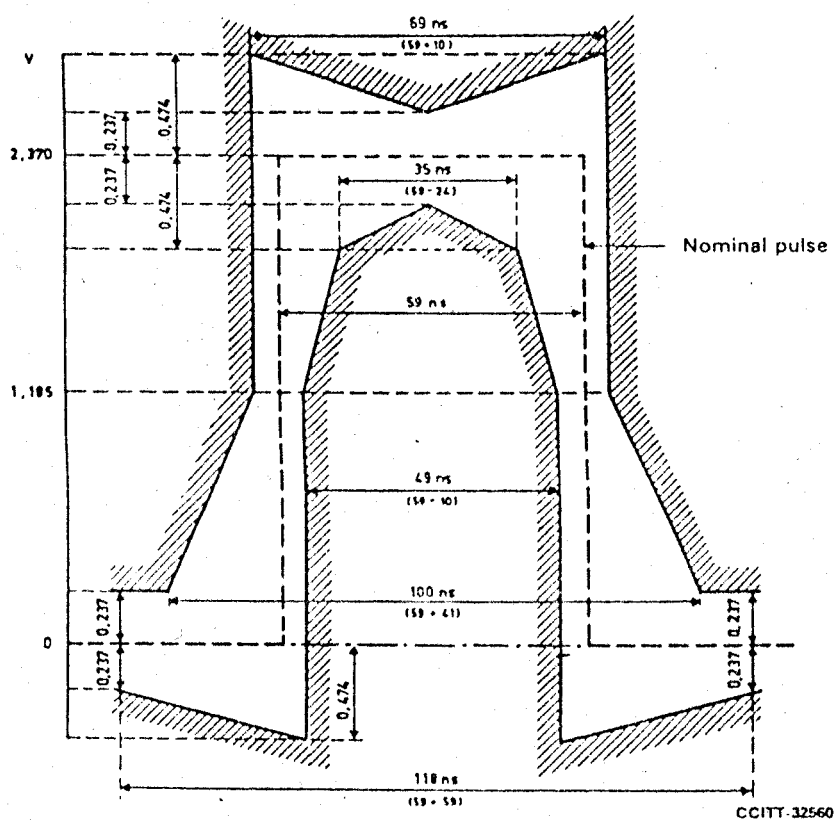
SPEKIFIKASI TERMINAL OUTPUT INTERFACE 8.448 KBIT/DETIK

Bentuk pulsa	Pulsa sinyal harus berada dalam batas arsiran pada gambar 3-3
Impedansi beban uji	75 ohm resistiv (coax pair)
Tegangan puncak nominal pulsa "1"	2,37 Volt
Tegangan puncak nominal pulsa "0"	0 \pm 0,237 V
Lebar pulsa nominal	59 nanodetik
Perbandingan amplitudo pulsa negatif dan pulsa positif	0,95 - 1,05
Perbandingan lebar pulsa negatif dan pulsa positif	0,95 - 1,05

37) Ibid, h. 61

III.5.2.3 Spesifikasi pada terminal input

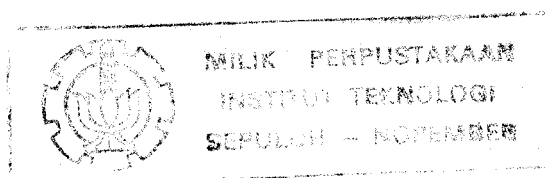
Return loss pada terminal input mempunyai harga minimum sementara seperti pada tabel 3.12.



GAMBAR 3-3 ³⁰⁾

MASKER PULSA PADA INTERFACE 8.448 KBIT/DETIK

³⁰⁾ Ibid, h. 62



III.5.3 INTERFACE PADA 34.368 KBIT/DETIK

Karakteristik interface pada 34.368 kbit/detik diuraikan sebagai berikut:

III.5.3.1 Karakteristik umum

Interface ini menggunakan bit rate 34.368 kbit/detik \pm 20 ppm dan menggunakan kode HDB3.

39)
TABEL 3.14

SPESIFIKASI TERMINAL OUTPUT INTERFACE 34.368 KBIT/DETIK

Bentuk pulsa	Pulsa sinyal harus berada dalam batas arsiran pada gambar 3-4
Impedansi beban uji	75 ohm resistiv (coax pair)
Tegangan puncak nominal pulsa "1"	1 Volt
Tegangan puncak nominal pulsa "0"	$0 \pm 0,1$ V
Lebar pulsa nominal	14.55 nanodetik
Perbandingan amplitudo pulsa negatif dan pulsa positif	0,95 - 1,05
Perbandingan lebar pulsa negatif dan pulsa positif	0,95 - 1,05

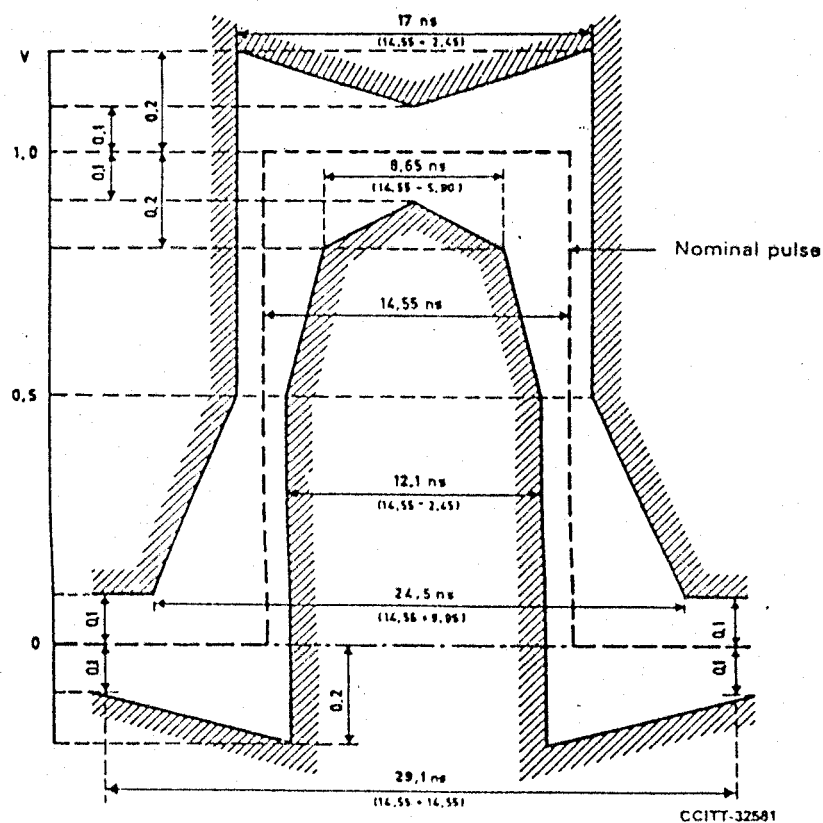
39) Ibid, h. 63

III.5.3.2 Spesifikasi pada terminal output

Spesifikasi terminal output interface 34.368 kbit/detik diuraikan pada tabel 3.14.

III.5.3.3 Spesifikasi pada terminal input

Return loss pada terminal input mempunyai harga minimum sementara seperti pada tabel 3.12.



GAMBAR 3-4 ⁴⁰⁾

MASKER PULSA PADA INTERFACE 34.368 KBIT/DETIK

⁴⁰⁾ Loc. cit

III.5.4 INTERFACE PADA 139.264 KBIT/DETIK

Karakteristik interface pada 139.264 kbit/detik diuraikan sebagai berikut:

III.5.4.1 Karakteristik umum

Interface ini menggunakan bit rate 139.264 kbit/detik ± 15 ppm dan menggunakan kode CMI (Coded Mark Inversion).

III.5.4.2 Spesifikasi pada terminal output

Spesifikasi terminal output interface 139.264 kbit/detik diuraikan pada tabel 3.15 di bawah ini.

41)
TABEL 3.15

SPESIFIKASI TERMINAL OUTPUT INTERFACE 139.264 KBIT/DETIK

Bentuk pulsa	Tidak beraturan
Impedansi beban uji	75 ohm resistiv (coax pair)
Tegangan puncak ke puncak	$1 \pm 0,1$ Volt
Return loss	≥ 15 dB diukur di atas range 7 MHz sampai 210 MHz

41) Ibid, h. 65

BAB IV

PENGUJIAN SISTEM TRANSMISI PCM 30

Pengujian terhadap sistem multiplex dilakukan untuk mengetahui penampilan sistem itu sendiri sebelum digunakan atau dirangkaikan ke dalam jaringan transmisi digital. Dengan mengetahui penampilan maka dapat ditentukan bahwa sistem multiplex dapat digunakan atau harus diperbaiki bahkan tidak dapat dirangkaikan ke jaringan transmisi digital karena tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan terhadap masing-masing orde pada sistem multiplex.

Parameter yang perlu diuji pada sistem multiplex adalah bit rate, bit error rate, bentuk gelombang pulsa, jitter dan operasi alarm.

IV.1 PENGUJIAN PADA PERALATAN MULTIPLEX PCM ORDE PERTAMA

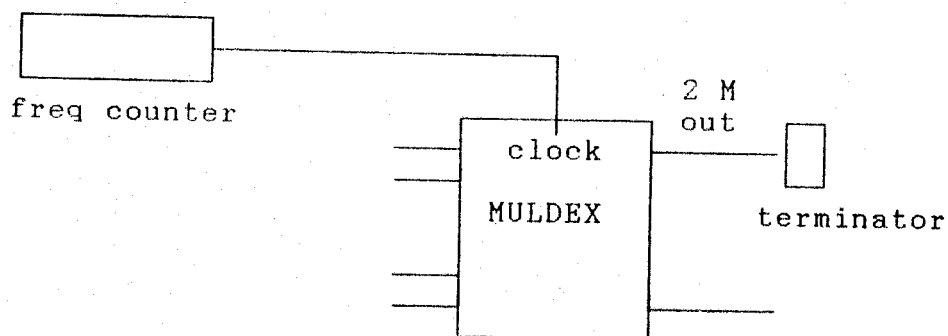
IV.1.1 BIT RATE

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui frekuensi clock pada peralatan multiplex atau bit rate pada output multiplex.

a. Alat ukur yang digunakan :

- Frequency counter dengan range DC sampai 500 MHz.
- Terminator 120 Ohm balance atau 75 Ohm unbalance.

b. Rangkaian pengukuran :

GAMBAR 4-1⁴²⁾

RANGKAIAN PENGUKURAN BIT RATE

c. prosedur pengukuran :

1. Peralatan dihubungkan seperti rangkaian pengukuran di atas.
2. Frekuensi sinyal diukur dengan frequency counter dengan impedansi input ≥ 10 MOhm pada test point sending clock.

d. Hasil pengukuran harus sesuai dengan persyaratan yang ditentukan yaitu 2.048 kbit/detik ± 50 ppm.

IV.1.2 OPERASI ALARM

Tujuan pengujian ini adalah untuk memeriksa reaksi yang dibangkitkan oleh peralatan multiplex PCM sesuai dengan kondisi salah di bawah :

1. Kerusakan power supply.
2. kerusakan codec.
3. Kehilangan sinyal datang pada input 64 kbit/detik slot waktu 16 (TS 16).

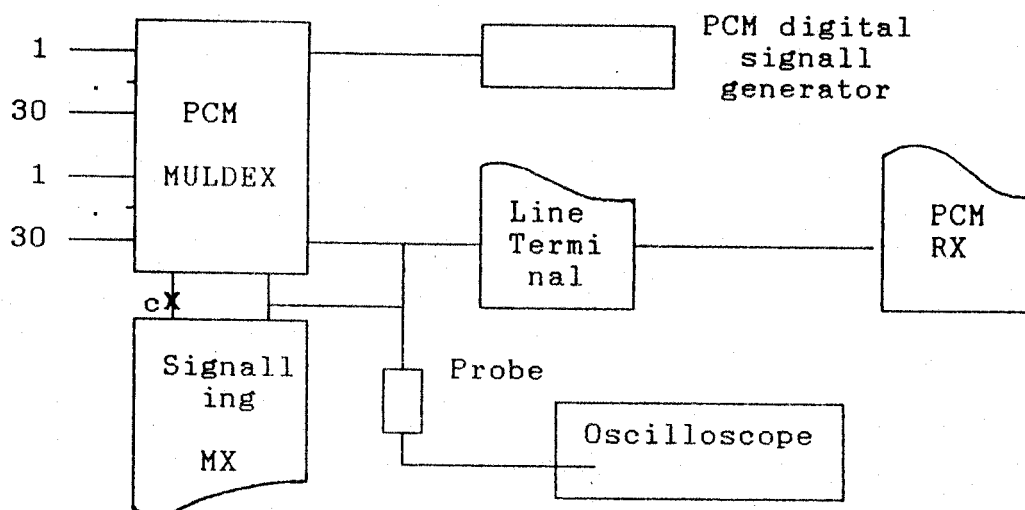
⁴²⁾ STEL T-011, "Cara Uji Perangkat Multiplex PCM 30 kanal untuk Junction dan Trunk", Edisi I, LITBANGTEL, PERUMTEL, Bandung, 1989.

4. Kehilangan sinyal datang pada input 2.048 kbit/detik.
5. Kehilangan frame alignment.
6. Bit error rate (10^{-3}) pada sinyal alignment.
7. Tanda peringatan yang diterima dari remote end.
8. Penerimaan AIS 2.048 kbit/detik.

a. Alat ukur yang digunakan :

- Oscilloscope dengan kemampuan :
 - Dual time base
 - Delay time
 - Bandwidth ≥ 25 MHz
- Pembangkit digital PCM dengan kemampuan :
 - Sinyal output sesuai dengan Rec CCITT G 703 dan G 732
 - Test Frame synchronization

b. Rangkaian pengukuran :



GAMBAR 4-2⁴³⁾

RANGKAIAN UJI OPERASI ALARM

⁴³⁾ Bidang Pengembangan dan Penelitian PUSDIKLITBANGTEL, "Laporan Penelitian" Topik : Test Procedure for PCM System 30-Ch on Symmetrical Pairs, PERUMTEL, Bandung, 1989, H. 92.

- c. Prosedur pengukuran untuk :
- 1) Kerusakan power supply
 - a- Matikan power supply
 - b- Periksa alarm reaksi dan aksi sesuai dengan tabel pengukuran 4.1.
 - 2) Kerusakan codec
 - Tergantung pada sistem PCM yang akan diuji. Sehingga cukup diperiksa apakah tanda alarm tersedia.
 - 3) Kehilangan sinyal datang pada input 64 kbit/detik TS 16
 - a- Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-2 di atas.
 - b- Hubungan interface signalling masuk 64 kbit/detik (TS 16) pada titik C dilepas.
 - c- Periksa alarm reaksi dan aksi sesuai dengan tabel pengukuran 4.1.
 - 4) Kehilangan sinyal datang pada input 2.048 kbit/detik
 - a- Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-2 di atas.
 - b- Hubungan input 2.048 kbit/detik dilepas.
 - c- Periksa alarm reaksi dan aksi sesuai dengan tabel pengukuran 4.1.
 - 5) Kehilangan frame alignment
 - a- Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-2 di atas.
 - b- Pembangkit sinyal digital PCM diset :
 - SYN WORD : 10011011
 - Kode : HDB3
 - c. Penyalaan semua alarm diperiksa.
 - d. SYN WORD diubah menjadi 11011011.

- e. Periksa alarm reaksi dan aksi sesuai dengan tabel pengukuran 4.1.

TABEL 4.1⁴⁴⁾

KONDISI SALAH DAN REAKSI PADA PERALATAN MULTIPLEX PCM

Peralatan	Kondisi salah	Reaksi					
		Tanda alarm service dibangkitkan	Tanda alarm perawatan dibangkitkan	Tanda alarm pada remote end transmitted	Transmisi terhentikan pada output analog	AIS masuk pada 64 kbit/d output (line slot 16)	AIS masuk pada line slot 16 di 2048 kbit/d output
Multiplexer dan Demultiplexer	Gerusakan pada power supply	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya
	Gerusakan pada codec	Ya	Ya	Ya	Ya		
Multiplexer saja	Cehilangan sinyal datang pada 64 kbit/d input line slot 16		Ya				Ya
Demultiplexer saja	Cehilangan sinyal datang pada 2048 kbit/d	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	
	Cehilangan frame alignment	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	
	Error ratio 1.10^{-3} pada sinyal alignment	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	
	Tanda alarm diterima dari remote end (bit 3 dari line slot 0)	Ya					

6) Bit error rate pada sinyal alignment

a- Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-2.

b- Pembangkit digital PCM diset :

- SYN WORD : 1001011

- Kode : HDB3

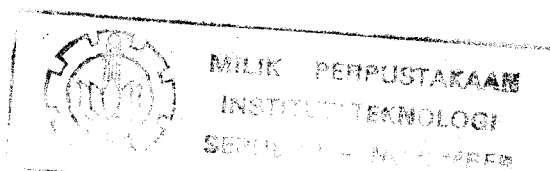
⁴⁴⁾ CCITT Red Book, op. cit, h. 163.

- SYN TEST 1 in 3
 - c- Tombol "SYN TEST" ditekan.
 - d- Periksa alarm reaksi dan aksi sesuai dengan tabel pengukuran 4.1.
- 7) Tanda peringatan yang diterima dari remote end
- a. Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-2.
 - b. PCM generator diset pada :
NON SYN WORD : 11100000
 - c. Periksa alarm reaksi dan aksi sesuai dengan tabel pengukuran 4.1.
- 8) Penerimaan AIS - 2.048 kbit/detik
- a- AIS - 2.048 kbit/detik disimulasikan pada input 2.048 kbit/detik.
 - b- Periksa alarm reaksi dan aksi sesuai dengan tabel pengukuran 4.1.

IV.1.3 OPERASI ALARM SIGNALLING

Tujuan pengujian ini adalah untuk memeriksa pengiriman yang dibangkitkan oleh peralatan multiplex signalling kanal tergabung sesuai dengan kondisi salah di bawah ini :

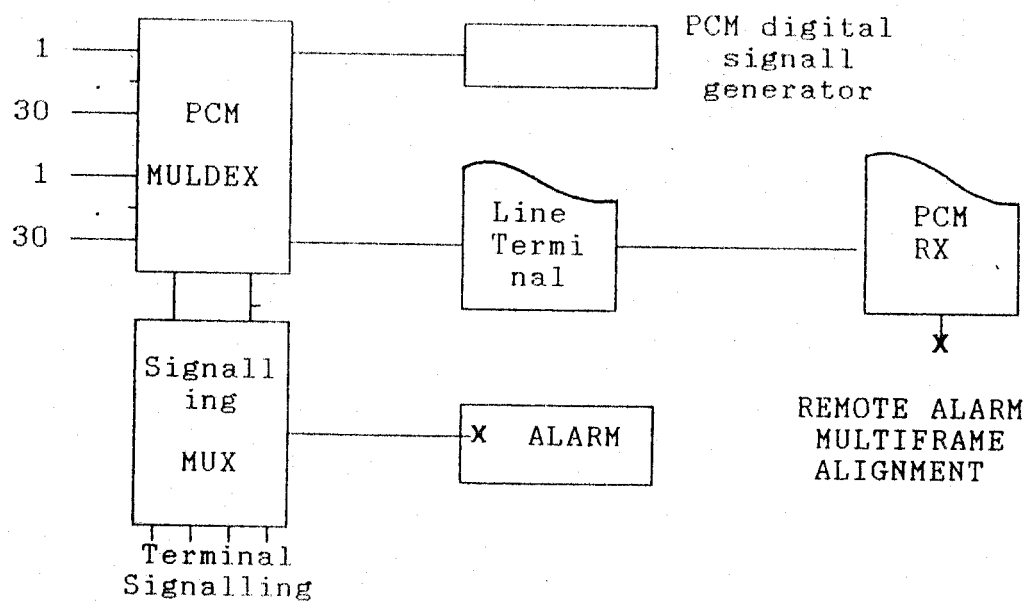
1. Kerusakan power supply.
2. AIS diterima pada input 64 kbit/detik (TS 16).
3. Kehilangan multiframe alignment.
4. Tanda alarm dari peralatan remote signalling multiplex.
5. Penerimaan tanda alarm penerimaan dari peralatan multiplex PCM.



a. Alat ukur yang digunakan :

- PCM digital signal generator dengan kemampuan sebagai berikut :
 - Sinyal output sesuai dengan Rec CCITT G 703 dan G 732.
 - TS16/FRO programable.
 - Test multiframe synchronization.

b. Rangkaian pengukuran :



GAMBAR 4-3⁴⁵⁾

RANGKAIAN UJI OPERASI ALARM SIGNALLING

c. Prosedur pengukuran :

1) Kerusakan power supply

a- Matikan power supply

b- Periksa alarm reaksi dan aksi sesuai dengan tabel pengukuran 4.2.

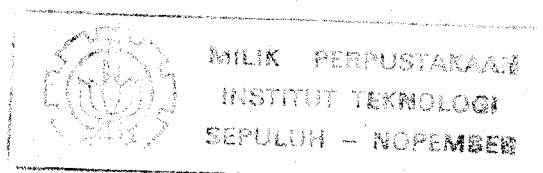
⁴⁵⁾

TABEL 4.2⁴⁶
KONDISI SALAH DAN REAKSI
UNTUK CHANNEL ASSOCIATED SIGNALING PERALATAN MULTIPLEX

Peralatan	Kondisi salah	Reaksi			
		Tanda alarm service dibangkitkan	Tanda alarm perawatan dibangkitkan	Tanda alarm pada remote end transmitted	Permintaan dari keadaan ekuivalen ke keadaan 1 pada semua kanal signalling terima
Multiplexer dan demultiplexer	Kerusakan pada power supply	Ya	Ya	Ya	Ya
Demultiplexer saja	Kehilangan sinyal datang	Ya	Ya	Ya	Ya
	Kehilangan multiframe alignment	Ya	Ya	Ya	Ya
	Tanda alarm yg diterima dari peralatan remote signalling multiplex	Ya			Ya
	Penerimaan tanda alarm service dari PCN mux	Ya			Ya

- 2) AIS yang diterima pada input 64 kbit/detik TS 16
- a- AIS disimulasikan pada input 64 kbit/detik.
 - b- Periksa alarm reaksi dan aksi sesuai dengan tabel pengukuran 4.2.

⁴⁶ CCITT Red book, op. cit, h. 165

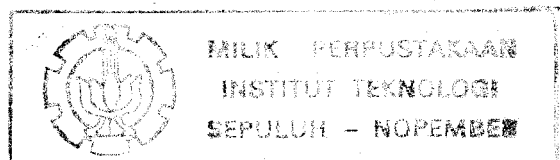


- 3) Kehilangan multiframe alignment
 - a- Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-3 di atas.
 - b- Pembangkit sinyal digital PCM diset :
 - TS16/FRO : 00001011
 - Kode : HDB3
 - c. Penyalaan semua alarm diperiksa.
 - d. Isi TS16/FRO diubah menjadi 10001011.
 - e. Periksa alarm reaksi dan aksi sesuai dengan tabel pengukuran 4.2.
- 4) Tanda alarm yang diterima dari peralatan remote multiplex signalling.
 - a- Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-3 di atas.
 - b- Pembangkit sinyal digital PCM diset :
 - TS16/FRO : 00001111
 - Kode : HDB3
 - c. Periksa alarm reaksi dan aksi sesuai dengan tabel pengukuran 4.2.

IV.1.4 BIT ERROR RATE

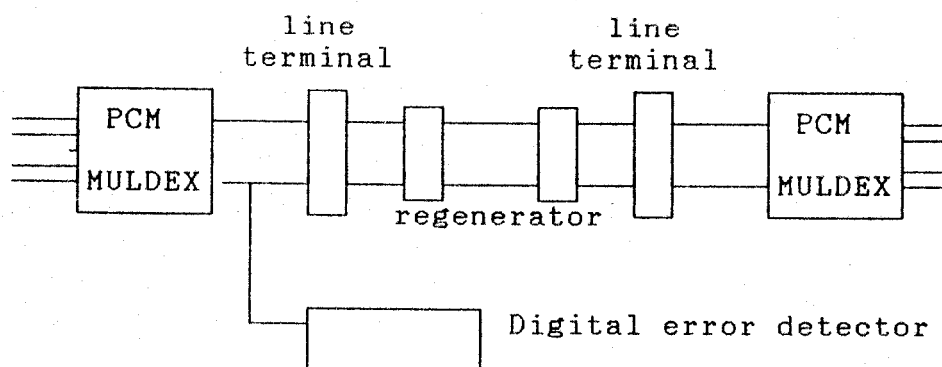
Tujuan pengujian ini adalah mengukur perbandingan jumlah bit terima yang tidak berpasangan dengan jumlah total bit yang diterima sistem PCM yang memuat trafic pada pengenalan error tiap detik atau lebih perusakan dari kutup yang sama dengan kode HDB3.

- a. Alat ukur yang digunakan :
 - PCM digital error detector dengan kemampuan :
 - Input sesuai dengan Rec CCITT G 703.



- Range bit error rate (BER) bit 10^{-3} sampai 10^{-7}
- Probe dengan kemampuan :
 - High impedance differential > 5 kOhm.
 - Input differential mode protection 250 Vdc.

b. Rangkaian pengukuran:



GAMBAR 4-4⁴⁷⁾

RANGKAIAN PENGUKURAN BER PADA SISTEM PCM

c. prosedur pengukuran :

1. Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-4.
2. Pengukuran bit error rate dilakukan selama 30 menit.
3. Hasil pengukuran dicatat.

d. Nilai batas kualitas transmisi : $BER \leq 10^{-5}$

IV.1.5 JITTER OUTPUT MULTIPLEX

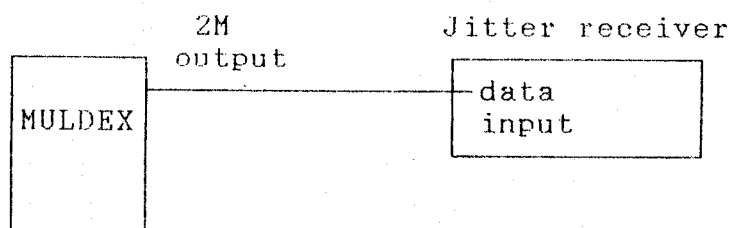
Tujuan pengujian ini adalah untuk mengukur besar jitter pada sinyal output multiplex.

a. Alat ukur yang digunakan :

- Jitter generator & receiver dengan sistem CEPT

⁴⁷⁾ Bidang Pengembangan dan Penelitian PUSDIKLITBANGTEL, op. cit, h. 59.

b. Rangkaian pengukuran :



GAMBAR 4-5⁴⁸⁾

RANGKAIAN PENGUKURAN JITTER OUTPUT MULTIPLEX

c. Prosedur pengukuran :

1. Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-5.
2. Jitter diukur dalam frekuensi antara 20 Hz sampai 100 kHz.
3. Hasil pengukuran di atas dicatat.

d. Jitter output multiplex tidak boleh lebih dari 0,05 UI.

IV.1.6 BENTUK GELOMBANG PULSA PADA 2.048 KBIT/DETIK

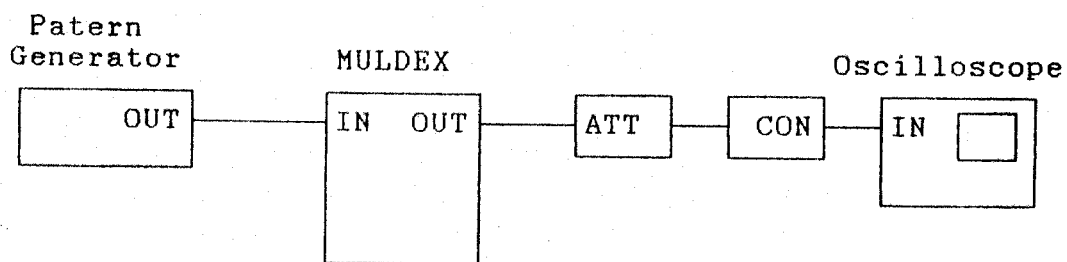
Tujuan pengujian ini adalah untuk memeriksa bentuk gelombang pulsa pada interface digital yang telah dispesifikasikan pada rekomendasi CCITT G 703.

a. Alat ukur yang digunakan :

- Patern generator
- Oscilloscope
- Konverter impedansi 75 Ohm ke 50 Ohm
- Variable attenuator

⁴⁸⁾ Hewlett Packard, "Jitter Generator & Receiver Model 3785A & 3785B", Technical Data (September 87).

b. Rangkaian pengukuran :



ATT = Variable Attenuator
 CON = Konverter Impedansi 75/50 Ohm

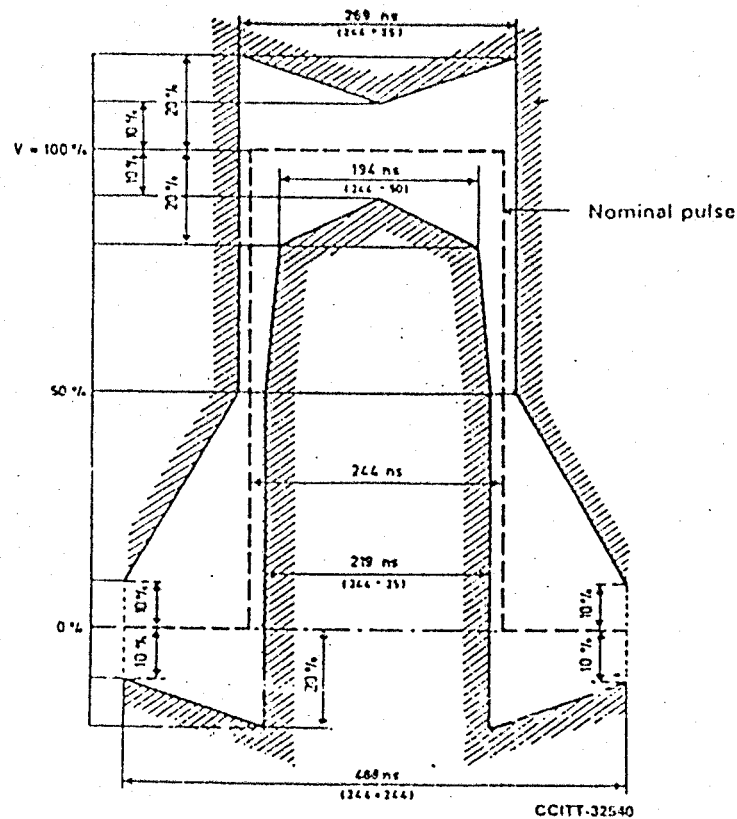
GAMBAR 4-6⁴⁹⁾

RANGKAIAN PENGUKURAN BENTUK GELOMBANG PULSA

c. Prosedur pengukuran :

1. Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-6 di atas.
 2. Patern generator diset dengan pola sinyal acak dan pada 64 kbit/detik.
 3. Variable attenuator dikontrol sedemikian rupa hingga redaman total konverter impedansi dan variable attenuator menjadi 20 dB.
 4. Oscilloscope dikontrol sedemikian rupa hingga bentuk gelombang pulsa dapat dibandingkan dengan masker bentuk gelombang pulsa pada gambar 4-7.
- d. Bentuk gelombang pulsa hasil pengukuran harus terletak di dalam masker bentuk gelombang pulsa pada gambar 4-7.

⁴⁹⁾ Fujitsu Practices, "DDL - M12C Multiplex Equipment", Fujitsu Limited, Japan, 1986, h. 26.

GAMBAR 4-7 ⁵⁰⁾

MASKER BENTUK GELOMBANG PULSA 2.048 KBIT/DETIK

IV.2 PENGUJIAN PADA PERALATAN MULTIPLEX ORDE KEDUA

IV.2.1 BIT RATE

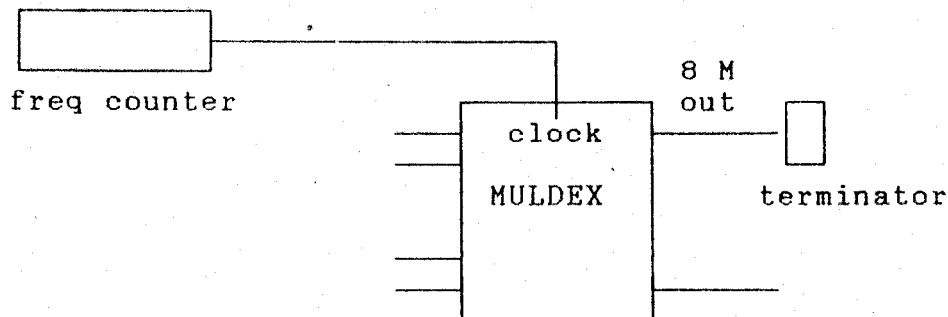
Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui frekuensi clock pada peralatan multiplex atau bit rate pada output multiplex.

a. Alat ukur yang digunakan :

⁵⁰⁾ CCITT Red book, op. cit, h. 60.

- Frequency counter dengan range DC sampai 500 MHz.
- Terminator 120 Ohm balance atau 75 Ohm unbalance.

b. Rangkaian pengukuran :



GAMBAR 4-8 ⁵¹⁾

RANGKAIAN PENGUKURAN BIT RATE

c. prosedur pengukuran :

1. Peralatan dihubungkan seperti rangkaian pengukuran di atas.
2. Frekuensi sinyal diukur dengan frequency counter dengan impedansi input ≥ 10 MOhm pada test point sending clock.

d. Hasil pengukuran harus sesuai dengan persyaratan yang ditentukan yaitu 8.448 kbit/detik ± 30 ppm.

IV.2.2 BIT ERROR RATE

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengukur error rate atau kesalahan pola sinkronisasi frame pada peralatan multiplex, selama beroperasi. Dengan perhitungan bit error rate sebagai berikut : ⁵²⁾

⁵¹⁾ STEL T - 011, op. cit.

⁵²⁾ Fujitsu practices, "DDL-M12C Multiplex Equipment"

$$\text{Bit error rate} = \frac{N}{10^5 \times T}$$

dimana : N = error yang terukur

T = waktu pengukuran

Bila kondisi output ERR MON adalah :

Impedansi : 75 Ohm

Amplitudo pulsa : 1 Vp - p

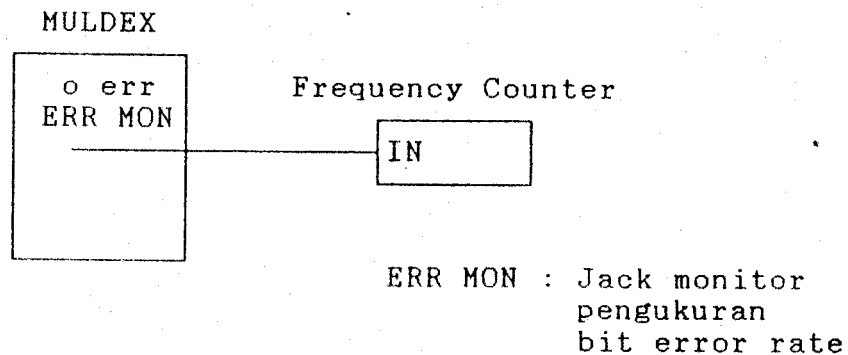
Lebar pulsa : 25 μ detik \pm 10%

Coupling : AC coupling

a. Alat ukur yang digunakan :

- Frequency counter dengan range DC sampai 500 MHz

b. Rangkaian pengukuran :



GAMBAR 4-9⁵³⁾

RANGKAIAN PENGUKURAN BIT ERROR RATE

c. Prosedur pengukuran :

1. Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-9 di atas.

⁵³⁾ Ibid, h. 19.

2. Error yang terukur pada counter dicatat, kemudian bit error rate (BER) dihitung.

d. Nilai batas kualitas transmisi : $BER \leq 10^{-5}$

IV.2.3 JITTER

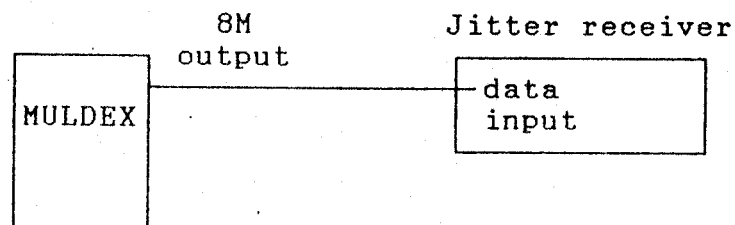
IV.2.3.1 JITTER OUTPUT MULTIPLEX

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengukur besar jitter pada sinyal output multiplex.

a. Alat ukur yang digunakan :

- Jitter generator & receiver dengan sistem CEPT

b. Rangkaian pengukuran :



GAMBAR 4-10 ⁵⁴⁾

RANGKAIAN PENGUKURAN JITTER OUTPUT MULTIPLEX

c. Prosedur pengukuran :

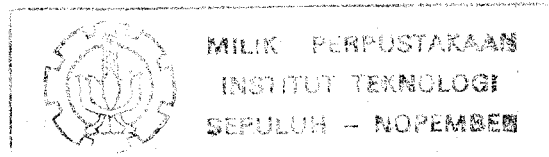
1. Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-10.

2. Jitter diukur dalam frekuensi antara 20 Hz sampai 400 kHz.

3. Hasil pengukuran di atas dicatat.

d. Jitter puncak ke puncak output multiplex tidak boleh lebih dari 0,05 UI.

⁵⁴⁾ Hewlett Packard, op. cit.



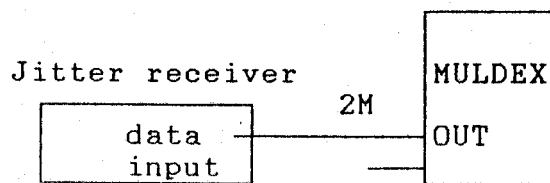
IV.2.3.2 JITTER OUTPUT CABANG MULTIPLEX

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengukur besar jitter pada sinyal output cabang multiplex.

a. Alat ukur yang digunakan :

- Jitter generator & receiver dengan sistem CEPT

b. Rangkaian pengukuran :



GAMBAR 4-11 ⁵⁵⁾

RANGKAIAN PENGUKURAN JITTER OUTPUT CABANG

c. Prosedur pengukuran :

1. Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-11.
2. Jitter diukur pada frekuensi di atas 100 kHz.
3. Jitter puncak ke puncak yang terukur dicatat.

d. Jitter Puncak ke puncak output cabang tidak boleh lebih dari 0,25 UI.

IV.2.4 BENTUK GELOMBANG PULSA

IV.2.4.1 BENTUK GELOMBANG PULSA PADA 2.048 KBIT/DETIK

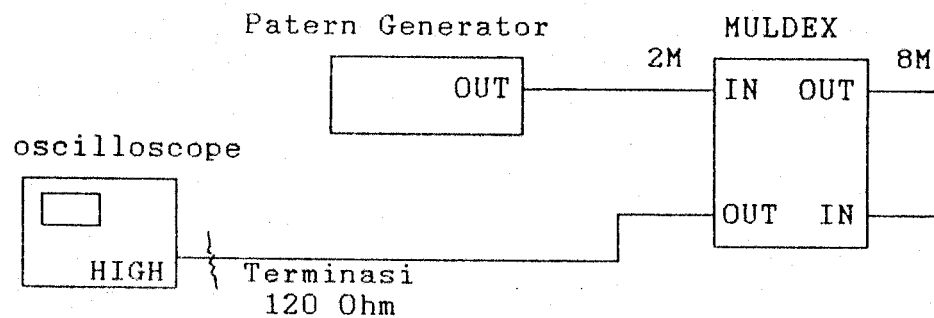
Tujuan pengujian ini adalah untuk memeriksa bentuk gelombang pulsa pada interface digital yang telah dispesifikasikan pada rekomendasi CCITT G 703.

⁵⁵⁾ Loc. cit.

a. Alat ukur yang digunakan :

- Patern generator
- Oscilloscope
- Terminator 120 Ohm

b. Rangkaian pengukuran :



GAMBAR 4-12 ⁵⁶⁾

RANGKAIAN PENGUKURAN BENTUK GELOMBANG PULSA

c. Prosedur pengukuran :

1. Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-12 di atas.
2. Patern generator diset dengan pola sinyal acak dan pada 2.048 kbit/detik.
3. Oscilloscope dikontrol sedemikian rupa hingga bentuk gelombang pulsa dapat dibandingkan dengan masker bentuk gelombang pulsa pada gambar 4-7.
4. Prosedur di atas dilakukan untuk memeriksa bentuk gelombang pulsa pada semua kanal lainnya.

d. Bentuk gelombang pulsa hasil pengukuran harus terletak di dalam masker bentuk gelombang pulsa pada gambar 4-7.

⁵⁶⁾ Fujitsu Practices, op. cit, h. 25.

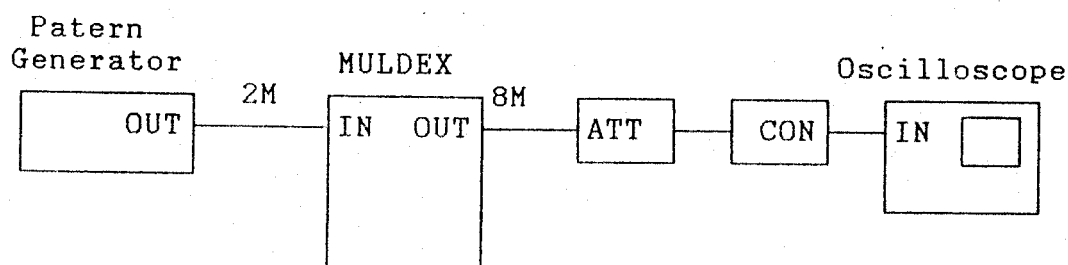
IV.2.4.2 BENTUK GELOMBANG PULSA PADA 8.448 KBIT/DETIK

Tujuan pengujian ini adalah untuk memeriksa bentuk gelombang pulsa pada interface digital yang telah dispesifikasikan pada rekomendasi CCITT G 703.

a. Alat ukur yang digunakan :

- Patern generator
- Oscilloscope
- Konverter impedansi 75 Ohm ke 50 Ohm
- Variable attenuator

b. Rangkaian pengukuran :



ATT = Variable Attenuator
 CON = Konverter Impedansi 75/50 Ohm

GAMBAR 4-13 ⁵⁷⁾

RANGKAIAN PENGUKURAN BENTUK GELOMBANG PULSA

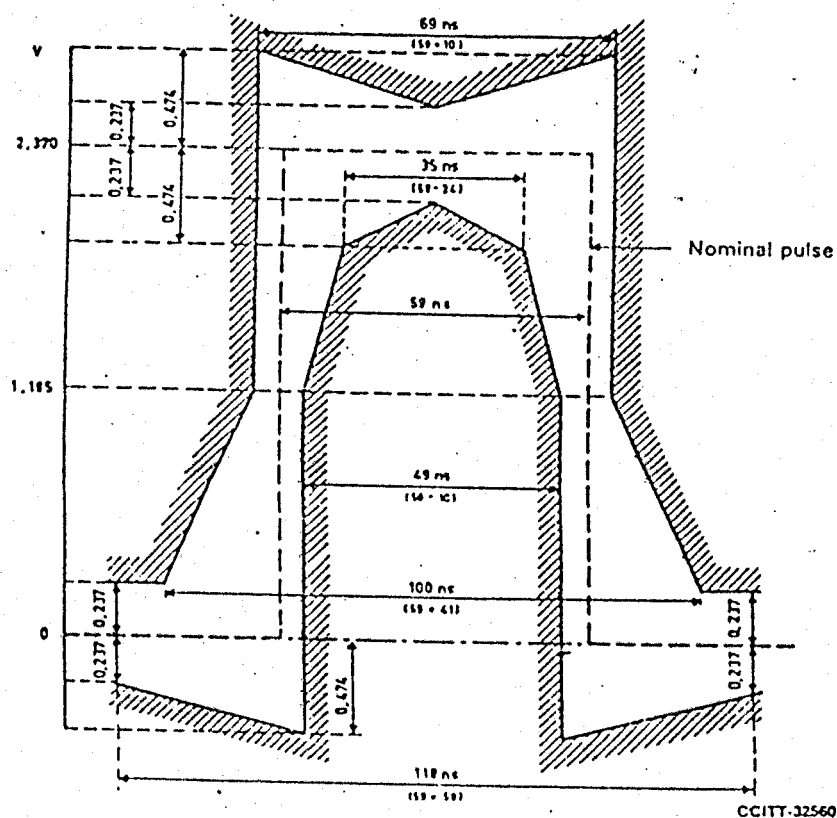
c. Prosedur pengukuran :

1. Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-13 di atas.
2. Patern generator diset dengan pola sinyal acak dan pada 2.048 kbit/detik.
3. Variable attenuator dikontrol sedemikian rupa hingga redaman total konverter impedansi dan variable

⁵⁷⁾ Fujitsu Practices, op. cit, h. 26.

attenuator menjadi 20 dB.

4. Oscilloscope dikontrol sedemikian rupa hingga bentuk gelombang pulsa dapat dibandingkan dengan masker bentuk gelombang pulsa pada gambar 4-13.
- d. Bentuk gelombang pulsa hasil pengukuran harus terletak di dalam masker bentuk gelombang pulsa pada gambar 4-14.



GAMBAR 4-14 ⁵⁸⁾

MASKER BENTUK GELOMBANG PULSA 8.448 KBIT/DETIK

58)

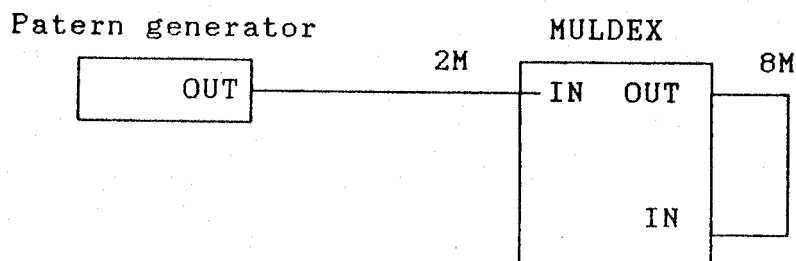
CCITT Red Book, Op. cit, h. 62

IV.2.5 OPERASI ALARM

Tujuan pengujian ini adalah untuk memeriksa kondisi peralatan alarm multiplex. Sehingga diketahui apakah peralatan alarm dapat beroperasi dengan baik, yaitu dapat memberikan reaksi sesuai dengan kondisi salah di bawah ini :

1. Kerusakan power supply.
 2. Kehilangan sinyal datang dari sebuah cabang.
 3. Kehilangan sinyal datang pada 8.448 kbit/detik.
 4. Kehilangan frame alignment.
 5. Mendeteksi sinyal AIS.
- a. Alat ukur yang digunakan :
- Patern generator dan error detector
- b. Prosedur pengukuran
- 1) Kerusakan power supply
 - a- Matikan power supply.
 - b- Periksa operasi alarm pada peralatan multiplex apakah sesuai dengan tabel 4.3.
 - 2) Kehilangan sinyal datang dari sebuah cabang
 - a- Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-15.
 - b- Patern generator diatur pada 2.048 kbit/detik dengan sinyal pola acak.
 - c- Hubungan patern generator dilepas dari IN 8M (multiplexer) dan periksa operasi alarm apakah sesuai dengan tabel 4.3.

d- Prosedur b dan c di atas diulangi untuk semua kanal yang lain.

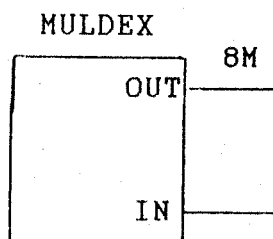


GAMBAR 4-15 ⁵⁹⁾

RANGKAIAN UJI REAKSI KEHILANGAN SINYAL DATANG DARI CABANG

3) Kehilangan sinyal datang pada 8.448 kbit/detik

a- Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-16.



GAMBAR 4-16 ⁶⁰⁾

RANGKAIAN UJI OPERASI ALARM KEHILANGAN SINYAL DATANG PADA 8.448 KBIT/DETIK

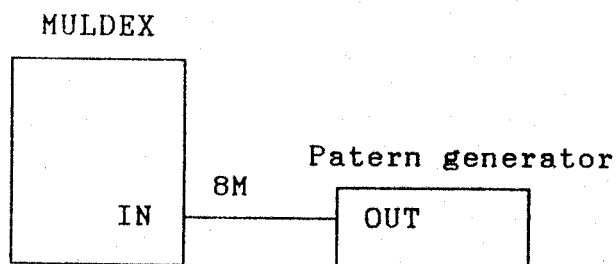
b- Jack 8M IN (demultiplexer) dilepas dan periksa operasi alarm apakah sesuai dengan tabel 4.3.

4) Kehilangan frame alignment

⁵⁹⁾ Fujitsu Practices, op. cit, h. 21.

⁶⁰⁾ Fujitsu Practices, op. cit, h. 22.

a- Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-17.



GAMBAR 4-17 ⁶¹⁾

RANGKAIAN UJI OPERASI ALARM KEHILANGAN FRAME ALIGNMENT

- b- Patern generator diatur pada sinyal 8.448 kbit/detik dengan pola "1111010000XXXXX" dan bit pertama dari sinyal pola "1111010000" diubah.
 - c- Periksa operasi alarm apakah sesuai dengan tabel 4-3.
 - d- Prosedur b dan c di atas diulangi untuk bit-bit berikutnya sampai bit kesepuluh.
- 5) Mendeteksi sinyal AIS
- a- Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-17.
 - b- Patern generator diatur pada sinyal 8.448 kbit/detik dengan pola "11111111111111".
 - c- Periksa operasi alarm apakah sesuai dengan tabel 4-3.

⁶¹⁾ Loc. cit.

TABEL 4.3 ⁶²⁾

KONDISI SALAH DAN REAKSINYA COPERASI ALARM PADA MULTIPLEXO

Peralatan	Kondisi salah	Reaksi				
		Tanda alarm service dibangkitkan	Tanda alarm perawatan dibangkitkan	AIS masuk		
				pada semua cabang	pada sinyal campuran	pada time slot yg sesuai dari sinyal campuran
Multiplexer dan demultiplexer	Kerusakan pada power supply	Ya		Ya	Ya	
Multiplexer saja	Kehilangan sinyal datang pada cabang	Ya				Ya
Demultiplexer saja	Kehilangan sinyal datang pada 8.448 kbit/d	Ya	Ya	Ya		
	Kehilangan frame alignment	Ya	Ya	Ya		

⁶²⁾ CCITT Red Book, op. cit, h. 197.

IV.3 PENGUJIAN PADA PERALATAN MULTIPLEX ORDE KETIGA

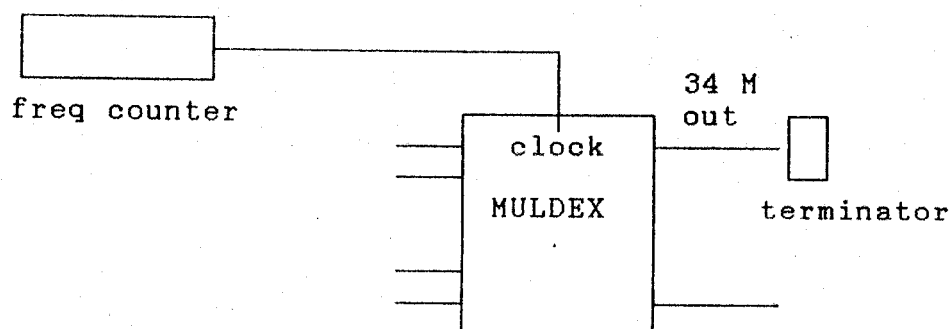
IV.3.1 BIT RATE

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui frekuensi clock pada peralatan multiplex atau bit rate pada output multiplex.

a. Alat ukur yang digunakan :

- Frequency counter dengan range DC sampai 500 MHz.
- Terminator 120 Ohm balance atau 75 Ohm unbalance.

b. Rangkaian pengukuran :



GAMBAR 4-18 ⁶³⁾

RANGKAIAN PENGUKURAN BIT RATE

c. prosedur pengukuran :

1. Peralatan dihubungkan seperti rangkaian pengukuran di atas.
2. Frekuensi sinyal diukur dengan frequency counter dengan impedansi input ≥ 10 MOhm pada test point sending clock.

d. Hasil pengukuran harus sesuai dengan persyaratan yang ditentukan yaitu 34.368 kbit/detik ± 20 ppm.

⁶³⁾ STEL T - 011, op. cit.

IV.3.2 BIT ERROR RATE

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengukur error rate atau kesalahan pola sinkronisasi frame pada peralatan multiplex, selama beroperasi. Dengan perhitungan bit error rate sebagai berikut : ⁶⁴⁾

$$\text{Bit error rate} = \frac{N}{2,2 \times 10^5 \times T}$$

dimana : N = error yang terukur

T = waktu pengukuran

Bila kondisi output ERR MON adalah :

Impedansi : 75 Ohm

Amplitudo pulsa : 1 Vp - p

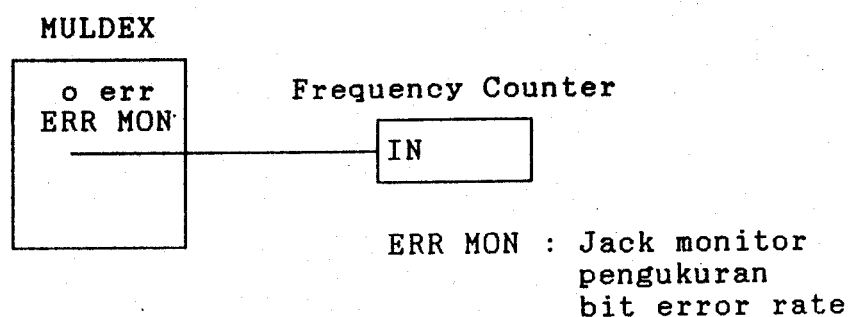
Lebar pulsa : 22 μ detik \pm 50%

coupling : AC coupling

a. Alat ukur yang digunakan :

- Frequency counter dengan range DC sampai 500 MHz

b. Rangkaian pengukuran :



GAMBAR 4-19 ⁶⁵⁾
RANGKAIAN PENGUKURAN BIT ERROR RATE

⁶⁴⁾ Fujitsu Practices, "DDL-M23C Multiplex Equipment"
Testing procedure, Fujitsu Limited, Japan, 1986, h. 16

⁶⁵⁾ Ibid, h. 17.

c. Prosedur pengukuran :

1. Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-19 di atas.
2. Pada waktu yang sama pulsa output pada titik monitor "ERR MONITOR" diukur. Kemudian bit error rate dihitung.

d. Nilai batas kualitas transmisi : $B E R \leq 10^{-5}$

IV.3.3 JITTER

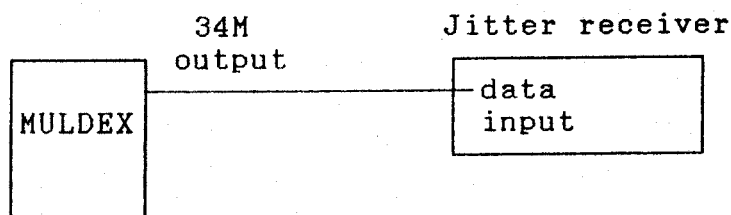
IV.3.3.1 JITTER OUTPUT MULTIPLEX

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengukur besar jitter pada sinyal output multiplex.

a. Alat ukur yang digunakan :

- Jitter generator & receiver dengan sistem CEPT

b. Rangkaian pengukuran :



GAMBAR 4-20 ⁶⁶⁾

RANGKAIAN PENGUKURAN JITTER OUTPUT MULTIPLEX

c. Prosedur pengukuran :

1. Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-20.
2. Jitter diukur dalam frekuensi antara 100 Hz sampai 800 kHz.
3. Hasil pengukuran di atas dicatat.

⁶⁶⁾ Hewlett Packard, op. cit.

- d. Jitter puncak ke puncak output multiplex tidak boleh lebih dari 0,05 UI.

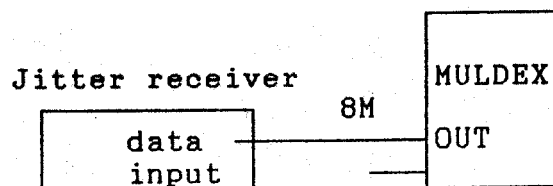
IV.3.3.2 JITTER OUTPUT CABANG MULTIPLEX

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengukur besar jitter pada sinyal output cabang multiplex.

- a. Alat ukur yang digunakan :

- Jitter generator & receiver dengan sistem CEPT

- b. Rangkaian pengukuran :



GAMBAR 4-21 ⁶⁷⁾

RANGKAIAN PENGUKURAN JITTER OUTPUT CABANG

- c. Prosedur pengukuran :

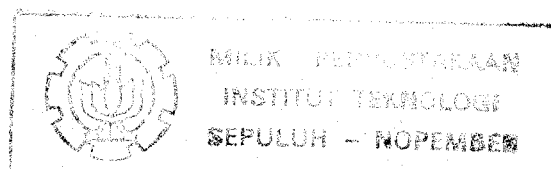
1. Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-21.
2. Jitter diukur pada frekuensi di atas 400 kHz.
3. Jitter puncak ke puncak yang terukur dicatat.

- d. Jitter Puncak ke puncak output cabang tidak boleh lebih dari 0,25 UI.

IV.3.4 BENTUK GELOMBANG PULSA

IV.3.4.1 BENTUK GELOMBANG PULSA PADA 8.448 KBIT/DETIK

Tujuan pengujian ini adalah untuk memeriksa bentuk gelombang pulsa pada interface digital yang telah

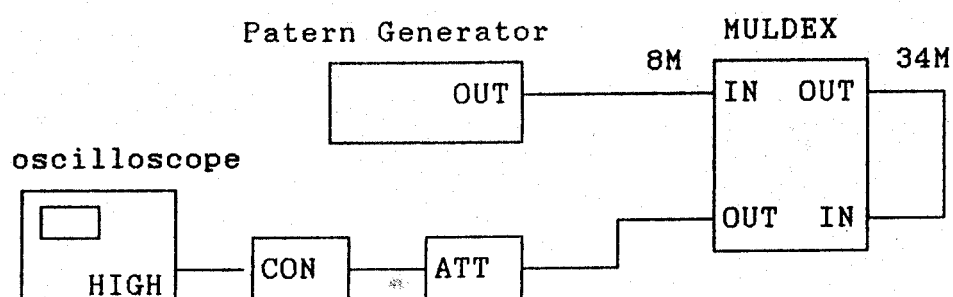


dispesifikasikan pada rekomendasi CCITT G 703.

a. Alat ukur yang digunakan :

- Patern generator
- Oscilloscope
- Konverter impedansi 75 Ohm ke 50 Ohm
- Variable attenuator

b. Rangkaian pengukuran :



ATT = Variable Attenuator

CON = Konverter Impedansi 75/50 Ohm

GAMBAR 4-22 ⁽⁶⁸⁾

RANGKAIAN PENGUKURAN BENTUK GELOMBANG PULSA

c. Prosedur pengukuran :

1. Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-22 di atas.
2. Patern generator diset dengan pola sinyal acak dan pada 8.448 kbit/detik.
3. Variable attenuator dikontrol sedemikian rupa hingga redaman total konverter impedansi dan variable attenuator menjadi 20 dB.
4. Oscilloscope dikontrol sedemikian rupa hingga bentuk

⁽⁶⁸⁾ Fujitsu Practice, op. cit, h. 24.

gelombang pulsa dapat dibandingkan dengan masker bentuk gelombang pulsa pada gambar 4-14.

4..Prosedur di atas dilakukan untuk memeriksa bentuk gelombang pulsa pada semua kanal lainnya.

d. Bentuk gelombang pulsa hasil pengukuran harus terletak di dalam masker bentuk gelombang pulsa pada gambar 4-14.

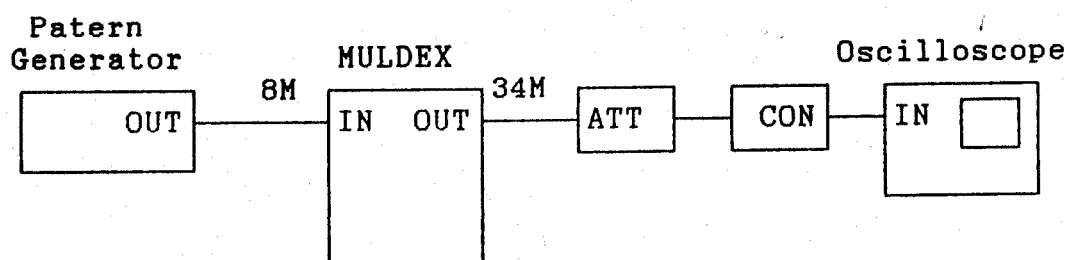
IV.3.4.2 BENTUK GELOMBANG PULSA PADA 34.368 KBIT/DETIK

Tujuan pengujian ini adalah untuk memeriksa bentuk gelombang pulsa pada interface digital yang telah dispesifikasikan pada rekomendasi CCITT G 703.

a. Alat ukur yang digunakan :

- Patern generator
- Oscilloscope
- Konverter impedansi 75 Ohm ke 50 Ohm
- Variable attenuator

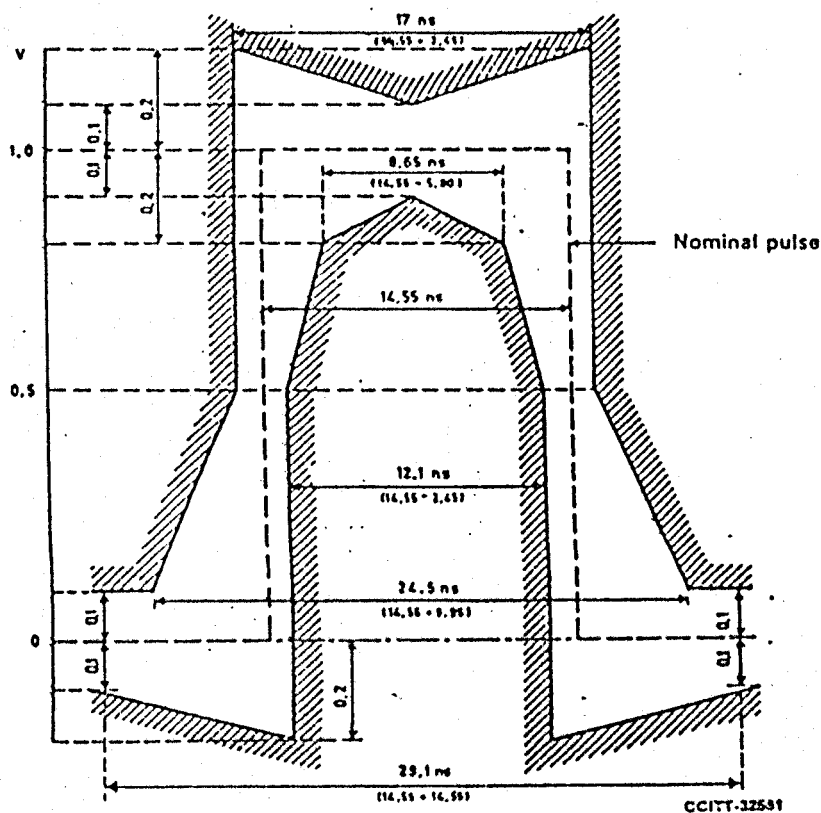
b. Rangkaian pengukuran :



ATT = Variable Attenuator
 CON = Konverter Impedansi 75/50 Ohm

GAMBAR 4-23 ⁶⁹⁾

RANGKAIAN PENGUKURAN BENTUK GELOMBANG PULSA



GAMBAR 4-24 ⁷⁰⁾

MASKER BENTUK GELOMBANG PULSA 34.368 KBIT/DETIK

c. Prosedur pengukuran :

1. Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-23 di atas.
2. Patern generator diset dengan pola sinyal acak dan pada 8.448 kbit/detik.
3. Variable attenuator dikontrol sedemikian rupa hingga redaman total konverter impedansi dan variable

⁷⁰⁾ CCITT Red Book, Op. cit, h. 63

attenuator menjadi 20 dB.

4. Oscilloscope dikontrol sedemikian rupa hingga bentuk gelombang pulsa dapat dibandingkan dengan masker bentuk gelombang pulsa pada gambar 4-24.

d. Bentuk gelombang pulsa hasil pengukuran harus terletak di dalam masker bentuk gelombang pulsa pada gambar 4-24.

IV. 3.5 OPERASI ALARM

Tujuan pengujian ini adalah untuk memeriksa kondisi peralatan alarm multiplex. Sehingga diketahui apakah peralatan alarm dapat beroperasi dengan baik, yaitu dapat memberikan reaksi sesuai dengan kondisi salah di bawah ini :

1. Kerusakan power supply.
2. Kehilangan sinyal datang dari sebuah cabang.
3. Kehilangan sinyal datang pada 34.368 kbit/detik.
4. Kehilangan frame alignment.
5. Mendeteksi sinyal AIS.

a. Alat ukur yang digunakan :

- Patern generator dan error detektor

b. Prosedur pengukuran

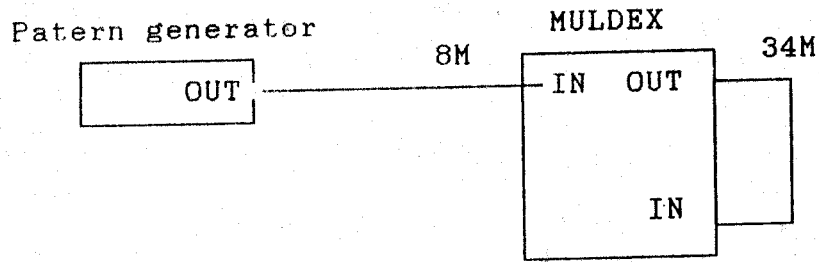
1) Kerusakan power supply

a- Matikan power supply.

b- Periksa operasi alarm pada peralatan multiplex apakah sesuai dengan tabel 4.4.

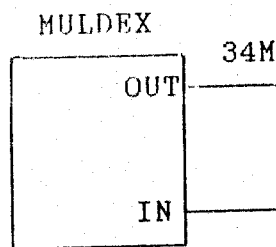
2) Kehilangan sinyal datang dari sebuah cabang

a- Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-25.

GAMBAR 4-25 ⁷¹⁾

RANGKAIAN UJI REAKSI KEHILANGAN SINYAL DATANG DARI CABANG

- b- Patern generator diatur pada 8.448 kbit/detik dengan sinyal pola acak.
 - c- Hubungan patern generator dilepas dari IN 8M (multiplexer) dan periksa operasi alarm apakah sesuai dengan tabel 4.4.
 - d- Prosedur b dan c di atas diulangi untuk semua kanal yang lain.
- 3) Kehilangan sinyal datang pada 34.368 kbit/detik
- a- Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-26.

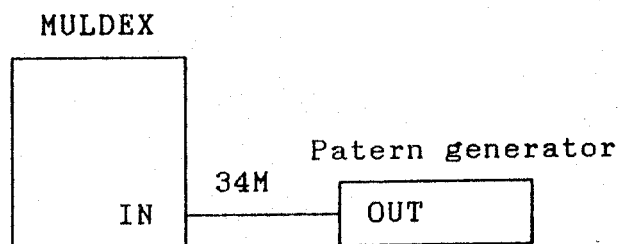
GAMBAR 4-26 ⁷²⁾

RANGKAIAN UJI OPERASI ALARM KEHILANGAN SINYAL DATANG PADA 34.368 KBIT/DETIK

⁷¹⁾ Fujitsu Practices, op. cit, h. 19.

⁷²⁾ Ibid, h. 20.

- b- Jack 8M IN (demultiplexer) dilepas dan periksa operasi alarm apakah sesuai dengan tabel 4.4.
- 4) Kehilangan frame alignment
- a- Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-27.



GAMBAR 4-27 ⁷³⁾

RANGKAIAN UJI OPERASI ALARM KEHILANGAN FRAME ALIGNMENT

- b- Patern generator diatur pada sinyal 34.368 kbit/detik dengan pola "1111010000XXXXX" dan bit pertama dari sinyal pola "1111010000" diubah.
- c- Periksa operasi alarm apakah sesuai dengan tabel 4-4.
- d- Prosedur b dan c di atas diulangi untuk bit-bit berikutnya sampai bit kesepuluh.
- 5) Mendeteksi sinyal AIS
- a- Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-27 di atas.
- b- Patern generator diatur pada sinyal 34.368 kbit/detik dengan pola "11111111111111".
- c- Periksa operasi alarm apakah sesuai dengan tabel 4-4.

⁷³⁾ Loc. cit.

TABEL 4.4 ⁷⁴⁾

KONDISI SALAH DAN REAKSINYA COPERASI ALARM PADA MULTIPLEX

Peralatan	Kondisi salah	Reaksi				
		Tanda alarm service dibangkitkan	Tanda alarm perawatan dibangkitkan	AIS masuk		
				pada semua cabang	pada sinyal campuran	pada time slot yg sesuai dari sinyal campuran
Multiplexer dan demultiplexer	Kerusakan pada power supply	Ya		Ya	Ya	
Multiplexer saja	Kehilangan sinyal datang pada cabang	Ya				Ya
Demultiplexer saja	Kehilangan sinyal datang	Ya	Ya	Ya		
	Kehilangan frame alignment	Ya	Ya	Ya		

IV. 4 PENGUJIAN PADA MULTIPLEX ORDE KEEMPAT

IV. 4.1 BIT RATE

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui frekuensi clock pada peralatan multiplex atau bit rate

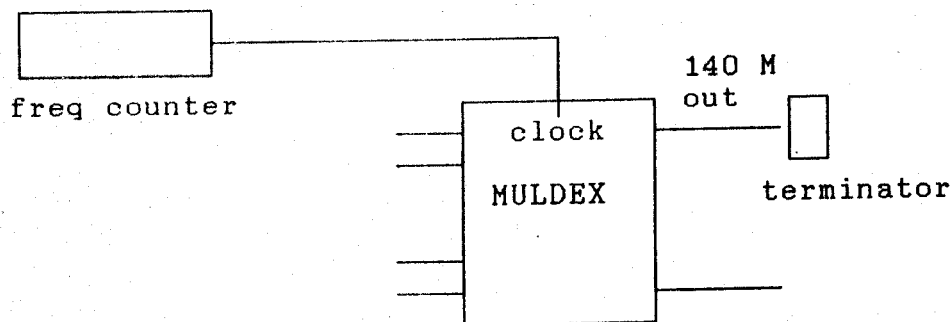
⁷⁴⁾ CCITT Red Book, op. cit, h. 218.

pada output multiplex.

a. Alat ukur yang digunakan :

- Frequency counter dengan range DC sampai 500 MHz.
- Terminator 120 Ohm balance atau 75 Ohm unbalance.

b. Rangkaian pengukuran :



GAMBAR 4-28 ⁷⁵⁾

RANGKAIAN PENGUKURAN BIT RATE

c. prosedur pengukuran :

1. Peralatan dihubungkan seperti rangkaian pengukuran di atas.
2. Frekuensi sinyal diukur dengan frequency counter dengan impedansi input ≥ 10 MOhm pada test point sending clock.

d. Hasil pengukuran harus sesuai dengan persyaratan yang ditentukan yaitu 139.264 kbit/detik ± 15 ppm.

IV. 4.2 BIT ERROR RATE

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengukur error rate atau kesalahan pola sinkronisasi frame pada peralatan

⁷⁵⁾ STEL T - 011, op. cit.

multiplex, selama beroperasi. Dengan perhitungan bit error rate sebagai berikut : ⁷⁶⁾

$$\text{Bit error rate} = \frac{N}{5,7 \times 10^5 \times T}$$

dimana : N = error yang terukur

T = waktu pengukuran

Bila diukur pada :

Impedansi : 75 Ohm

Amplitudo pulsa : 1 Vp - p

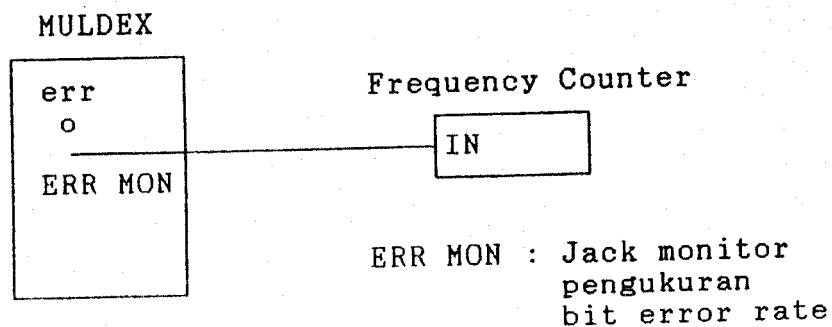
Lebar pulsa : 4,2 μ detik \pm 10%

coupling : AC coupling

a. Alat ukur yang digunakan :

- Frequency counter dengan range DC sampai 500 MHz

b. Rangkaian pengukuran :



GAMBAR 4-29 ⁷⁷⁾

RANGKAIAN PENGUKURAN BIT ERROR RATE

⁷⁶⁾ Fujitsu Practices, "DDL-M34C Multiplex equipment"

Testing Procedure, Fujitsu Limited, Japan, 1986, h. 25

⁷⁷⁾ Loc. cit.

c. Prosedur pengukuran :

1. Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-29 di atas.
2. Pada waktu yang sama pulsa output pada titik monitor "ERR MONITOR" diukur. Kemudian bit error rate diukur.

d. Nilai batas kualitas transmisi : $B E R \leq 10^{-5}$

IV.4.3 JITTER

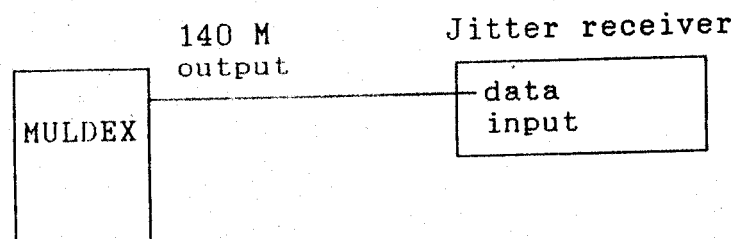
IV.4.3.1 JITTER OUTPUT MULTIPLEX

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengukur besar jitter pada sinyal output multiplex.

a. Alat ukur yang digunakan :

- Jitter generator & receiver dengan sistem CEPT

b. Rangkaian pengukuran :



GAMBAR 4-30 ⁷⁸⁾

RANGKAIAN PENGUKURAN JITTER OUTPUT MULTIPLEX

c. Prosedur pengukuran :

1. Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-30.
2. Jitter diukur dalam frekuensi antara 200 Hz sampai 3500 kHz.
3. Hasil pengukuran di atas dicatat.

⁷⁸⁾ Hewlett Packard, op. cit.

d. Jitter output multiplex tidak boleh lebih dari 0,05 UI.

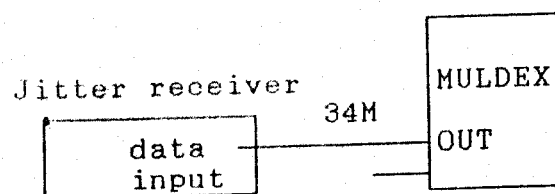
IV.2.3.2 JITTER OUTPUT CABANG MULTIPLEX

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengukur besar jitter pada sinyal output cabang multiplex.

a. Alat ukur yang digunakan :

- Jitter generator & receiver dengan sistem CEPT

b. Rangkaian pengukuran :



GAMBAR 4-31 ⁷⁹⁾

RANGKAIAN PENGUKURAN JITTER OUTPUT CABANG

c. Prosedur pengukuran :

1. Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-31.
2. Jitter diukur pada frekuensi di atas 800 kHz.
3. Jitter puncak ke puncak yang terukur dicatat.

d. Jitter Puncak ke puncak output cabang tidak boleh lebih dari 0,25 UI.

IV.4.4 BENTUK GELOMBANG PULSA

IV.4.4.1 BENTUK GELOMBANG PULSA PADA 34.368 KBIT/DETIK

Tujuan pengujian ini adalah untuk memeriksa bentuk gelombang pulsa pada interface digital yang telah

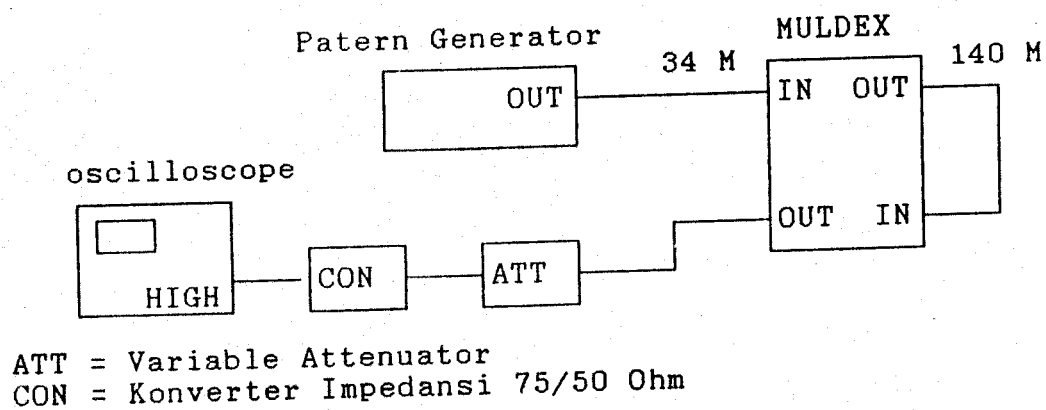
⁷⁹⁾ Loc. cit.

dispesifikasikan pada rekomendasi CCITT G 703.

a. Alat ukur yang digunakan :

- Patern generator
- Oscilloscope
- Konverter impedansi 75 Ohm ke 50 Ohm
- Variable attenuator

b. Rangkaian pengukuran :



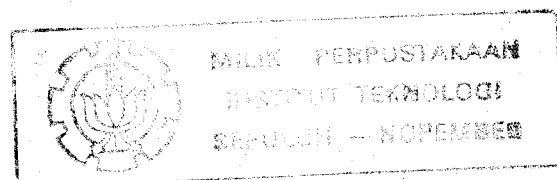
GAMBAR 4-32 ⁸⁰⁾

RANGKAIAN PENGUKURAN BENTUK GELOMBANG PULSA

c. Prosedur pengukuran :

1. Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-32 di atas.
2. Variable attenuator dikontrol sedemikian rupa hingga redaman total konverter impedansi dan variable attenuator menjadi 20 dB.
3. Oscilloscope dikontrol sedemikian rupa hingga bentuk gelombang pulsa dapat dibandingkan dengan masker

⁸⁰⁾ Fujitsu Practices, op. cit, h. 33.



bentuk gelombang pulsa pada gambar 4-24.

4. Prosedur di atas dilakukan untuk memeriksa bentuk gelombang pulsa pada semua kanal lainnya.

d. Bentuk gelombang pulsa hasil pengukuran harus terletak di dalam masker bentuk gelombang pulsa pada gambar 4-24.

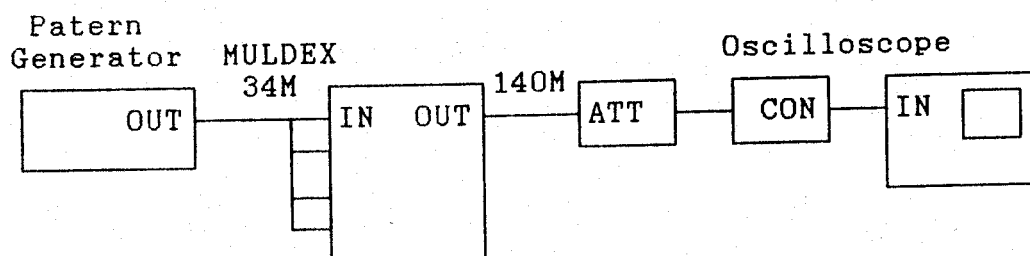
IV. 4. 4. 2 BENTUK GELOMBANG PULSA PADA 139.264 KBIT/DETIK

Tujuan pengujian ini adalah untuk memeriksa bentuk gelombang pulsa pada interface digital yang telah dispesifikasikan pada rekomendasi CCITT G 703.

a. Alat ukur yang digunakan :

- Patern generator
- Oscilloscope
- Konverter impedansi 75 Ohm ke 50 Ohm
- Variable attenuator

b. Rangkaian pengukuran :



ATT = Variable Attenuator
 CON = Konverter Impedansi 75/50 Ohm

GAMBAR 4-33 ⁸¹⁾

RANGKAIAN PENGUKURAN BENTUK GELOMBANG PULSA

⁸¹⁾ Ibid, h. 34.

c. Prosedur pengukuran :

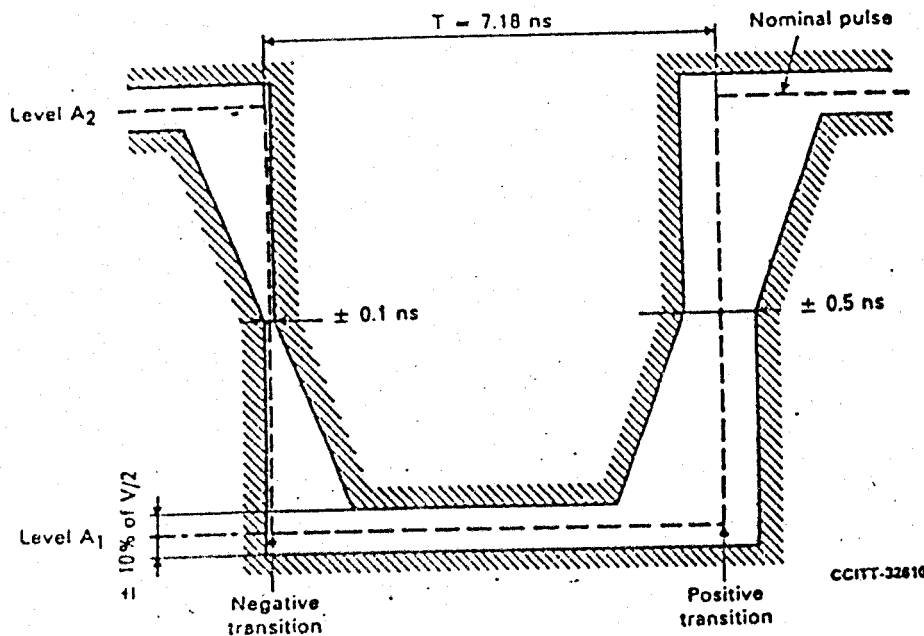
1. Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-33 di atas.
2. Patern generator diset dengan pola sinyal acak dan pada 34.368 kbit/detik.
3. Variable attenuator dikontrol sedemikian rupa hingga redaman total konverter impedansi dan variable attenuator menjadi 20 dB.
4. Oscilloscope dikontrol sedemikian rupa hingga bentuk gelombang pulsa dapat dibandingkan dengan tabel spesifikasi bentuk gelombang pulsa.
5. Sinyal pola pada patern generator diubah dari "1" ke "0" dan bentuk kedua gelombang pulsa diperiksa.

TABEL 4.5 ⁸²⁾

SPESIFIKASI PULSA OUTPUT 139.264 KBIT/DETIK

Bentuk pulsa nominal	Tidak beraturan
Tegangan peak to peak	$1 \pm 0,1$ Volt
Overshoot	Kurang dari 5% diukur pada tegangan p-p
Rise time antara 10% dan 90% amplitudo dari pengukuran amplitudo	2 ndetik atau kurang
Toleransi timing transisi	Transisi negatif: ± 0.1 nd Transisi positif pada batas interval unit : $\pm 0,5$ ndetik Transisi positif pada interval tengah unit : $\pm 0,35$ ndetik

⁸²⁾ CCITT Red Book, op. cit, h. 65.



GAMBAR 4-34b ⁸⁴⁾

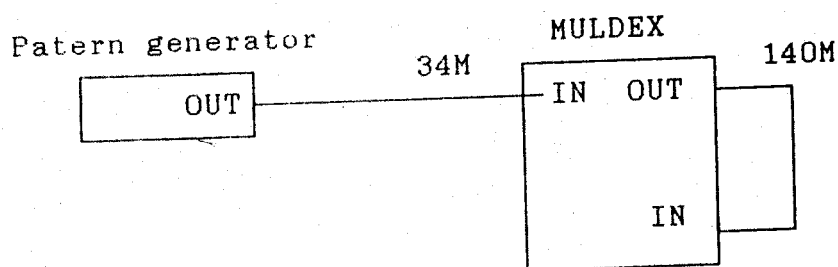
MASKER PULSA BINER 1

IV. 4.5 OPERASI ALARM

Tujuan pengujian ini adalah untuk memeriksa kondisi peralatan alarm multiplex. Sehingga diketahui apakah peralatan alarm dapat beroperasi dengan baik, yaitu dapat memberikan reaksi sesuai dengan kondisi salah di bawah ini :

⁸⁴⁾ Loc. cit

1. Kerusakan power supply.
 2. Kehilangan sinyal datang dari sebuah cabang.
 3. Kehilangan sinyal datang pada 139.264 kbit/detik.
 4. Kehilangan frame alignment.
 5. Mendeteksi sinyal AIS.
- a. Alat ukur yang digunakan :
- Patern generator dan error detektor
- b. Prosedur pengukuran
- 1) Kerusakan power supply
 - a- Matikan power supply.
 - b- Periksa operasi alarm pada peralatan multiplex apakah sesuai dengan tabel 4.6.
 - 2) Kehilangan sinyal datang dari sebuah cabang
 - a- Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-35.



GAMBAR 4-35 ⁸⁵⁾

RANGKAIAN UJI REAKSI KEHILANGAN SINYAL DATANG DARI CABANG

- b- Patern generator diatur pada 34.368 kbit/detik dengan sinyal pola acak.
- c- Hubungan patern generator dilepas dari IN 34M

⁸⁵⁾ Fujitsu Practices, op. cit, h. 19.

(multiplexer) dan periksa operasi alarm apakah sesuai dengan tabel 4.6.

d- Prosedur b dan c di atas diulangi untuk semua kanal yang lain.

TABEL 4.6 ⁸⁶⁾

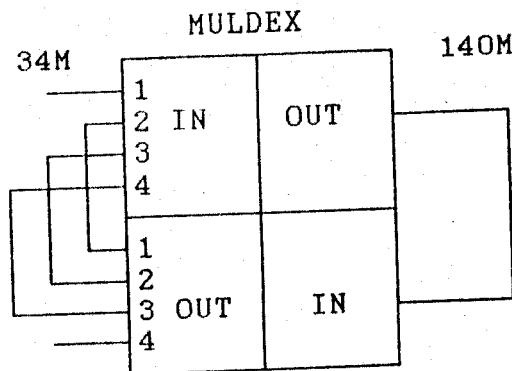
KONDISI SALAH DAN REAKSINYA (OPERASI ALARM PADA MULTIPLEX)

Peralatan	Kondisi salah	Reaksi					
		Tanda alarm perawatan dibangkitkan	Tanda alarm sinyal 140M P.R.M dibangkitkan	Tanda alarm sinyal 34M P.R.M dibangkitkan	AIS masuk		
					pada 4 cabang output demux	pada sinyal output mux 140M	pada time slot yg sesuai dari sinyal campuran
Multiplexer dan demultiplexer	Kerusakan pada power supply	Ya				Ya	
Multiplexer saja	Kehilangan sinyal datang pada cabang	Ya					Ya
Demultiplexer saja	Kehilangan sinyal datang 139.264 kbit/d	Ya	Ya				
	Kehilangan frame alignment pada sinyal 139.264 kbit/d	Ya	Ya				
	Kehilangan frame alignment pada sinyal 34.368 kbit/d	Ya		Ya	Ya		

34 M = 34.368 kbit/detik
 140 M = 139.264 kbit/detik
 P.R.M = Peralatan remote multiplex

mux = multiplexer
 demux = demultiplexer

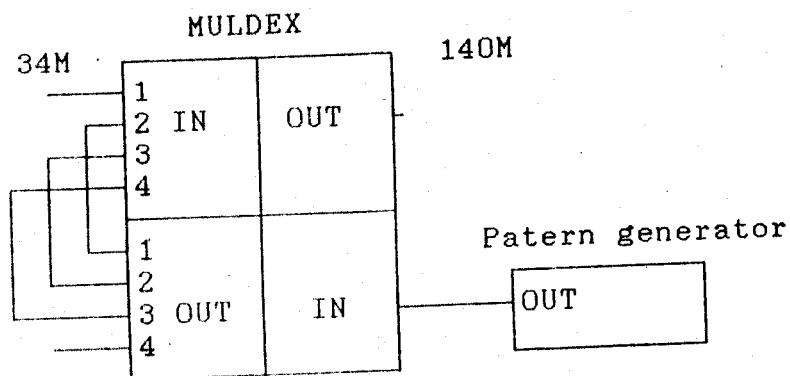
- 3) Kehilangan sinyal datang pada 139.264 kbit/detik
 a- Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-36.



GAMBAR 4-36 ⁸⁷⁾

RANGKAIAN UJI OPERASI ALARM KEHILANGAN SINYAL DATANG PADA 139.264 KBIT/DETIK

- b- Loop 140 M IN (demultiplexer) dilepas dan periksa operasi alarm apakah sesuai dengan tabel 4.3.
 4) Kehilangan frame alignment
 a- Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-37.



GAMBAR 4-37 ⁸⁸⁾

RANGKAIAN UJI OPERASI ALARM KEHILANGAN FRAME ALIGNMENT

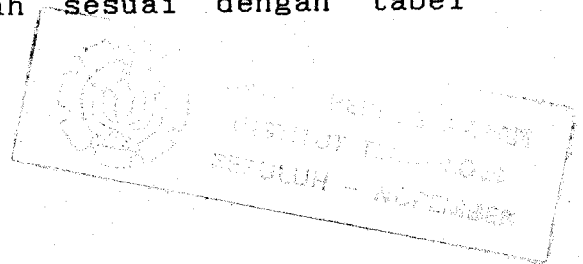
⁸⁷⁾ Fujitsu Practices, op. cit, h. 28.

⁸⁸⁾ Ibid, h. 29.

- b- Patern generator diatur pada sinyal 139.264 kbit/detik dengan pola "111110100000XYYY" dan bit pertama dari sinyal pola "1111010000" diubah.
- c- Periksa operasi alarm apakah sesuai dengan tabel 4-6.
- d- Prosedur b dan c di atas diulangi untuk bit-bit berikutnya sampai bit keduabelas.

5) Mendeteksi sinyal AIS

- a- Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-37 di atas.
- b- Patern generator diatur pada sinyal 139.264 kbit/detik dengan pola "1111111111111111".
- c- Periksa operasi alarm apakah sesuai dengan tabel 4-6.



BAB V

KESIMPULAN

Sebagai akhir dari pembahasan tugas akhir tentang pengujian sistem transmisi digital khususnya pada sistem multiplexnya dapat diambil beberapa hal penting sebagai kesimpulan untuk pembahasan ini, bahwa dalam pengujian ini dapat dikelompokkan pada tiga hal pokok yaitu :

1. Kompabilitas multiplex pada sistem jaringan multiplex sesuai dengan urutan hirarki bit rate digital standart Eropa, agar suatu peralatan multiplex dapat dirangkaikan dalam suatu jaringan transmisi digital sesuai urutan hirarki bit-ratennya. Pengujian ini dilakukan terhadap bit rate dan bentuk gelombang pulsa digital pada output maupun input pada semua orde peralatan multiplex.
2. Penampilan peralatan multiplex itu sendiri yang meliputi kemampuan peralatan multiplex dalam mendeteksi kesalahan yang terjadi dalam mendeteksi kesalahan yang terjadi selama peralatan multiplex beroperasi. Pengujian ini dilakukan terhadap pengoperasian alarm peralatan multiplex dan khusus untuk peralatan multiplex PCM orde pertama ditambah dengan pengujian operasi alarm signalling.

3. Kualitas sinyal yang dihasilkan peralatan multiplex baik pada output multiplexer maupun output demultiplexer (output cabang), yang meliputi pengujian terhadap besar jitter pada sinyal yang dihasilkan dan bit error rate (BER) pada peralatan multiplex selama beroperasi.

Atau dapat dijelaskan secara garis besar seperti tabel 5.1 di bawah ini :

TABEL 5.1a
KESIMPULAN

Parameter pengujian	Jenis parameter
1. Kompabilitas peralatan multiplex	- Bit rate - Bentuk gelombang pulsa input & output
2. Penampilan peralatan multiplex	- Operasi alarm - Operasi alarm signalling (orde 1)
3. Kualitas sinyal yang dihasilkan peralatan multiplex	- Jitter sinyal output multiplexer dan demultiplexer - Bit error rate (BER)

Metode yang digunakan dalam pengujian sistem transmisi digital (PCM 30) pada tugas akhir ini adalah dengan membandingkan hasil pengukuran dengan syarat uji yang telah ditentukan (Rekomendasi CCITT), dari hasil perbandingan dapat ditentukan kelaikan dari peralatan multiplex yang diuji.

Sedangkan alat ukur/uji yang digunakan dalam pengujian sistem transmisi digital sesuai dengan parameter uji adalah sebagai berikut :

TABEL 5.1b
KESIMPULAN

Jenis parameter	Alat ukur
Bit rate	- Frequency counter
Bentuk gelombang pulsa	- Oscilloscop - Patern generator
Operasi alarm	- Oscilloscop - Digital signal generator - Patern generator
Jitter	- Jitter generator & receiver
B.E.R.	- Digital error detector - Frequency counter

Parameter-parameter pengujian yang dibahas di dalam tugas akhir ini sesuai dengan yang telah direkomendasikan dalam CCITT III.3 buku merah G 703, G 732, G 742 dan G 751.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bidang Pengembangan dan Penelitian PUSDIKLITBANGTEL, "Laporan Penelitian", Topik : Test Procedure for PCM System 30-Ch on Symetrical pairs, PERUMTEL, Bandung, 1989.
2. CCITT Red Book, "Digital Transmissions System and Multiplexing Equipment", Fujitzu Limited, Tokyo, 1988.
3. David R. Smith, "Digital Transmission System", Van Nostran Reinhold Company, New York, 1985.
4. Ekkelenkamp, H, Ir, "Aspek-aspek Transmisi dari Sistem Komunikasi Digital", NEPOSTEL, Jakarta, 1985.
5. Frank F. E. Owen, Bsc, MIEE, "PCM and Digital Transmission System", Mc Graw Hill Book Company, New York, 1982.
6. Fujitzu Practices, "DDL = M12C Multiplex Equipment", Fujitzu Limited, Japan, 1986.
7. Fujitzu Practices, "DDL = M23C Multiplex Equipment", Fujitzu Limited, Japan, 1986.
8. Fujitzu Practices, "DDL = M34C Multiplex Equipment", Fujitzu Limited, Japan, 1986.

9. Hewlett Packard, "Jitter Generator & Receiver Model 3785A & 3785B", Technical Data (September 1987).
10. Josep Jonbert, "Digital Telephony an Introduction", Stockholm, January 1977.
11. K. Sam Shanmugan, "Digital and Analog Communication System", John Willey & Sons Inc., Canada, 1979.
12. P. Bylanski/ D.W.G. Ingram, "Digital Transmission System", Peter Peregrinus Ltd., England, 1976.
13. Siemens, "Fundamentals of PCM", Topic : Digital Telephony, VII (Oktober 1981).
14. STEL T - 011, "Cara Uji Perangkat Multiplex PCM 30 Kanal Untuk Junction dan Trunk", Edisi I, LITBANGTEL - PERUMTEL, Bandung, 1989.
15. Tugal, Dogan., Tugal Osman., "Data Transmission", Mc Graw Hill Inc., New York, 1982.

LAMPIRAN

USULAN TUGAS AKHIR

- JUDUL : STUDI TENTANG PENGUJIAN SISTEM
TRANSMISI DIGITAL
- RUANG LINGKUP : Sistem Modulasi
Sistem komunikasi
Transmisi Data
- LATAR BELAKANG : Dengan semakin meningkatnya kebutuhan akan jasa telekomunikasi, diperlukan sistem komunikasi yang mampu menyalurkan informasi dengan cepat, tepat dan kapasitas tinggi. Hal ini mengarah ke penggunaan sistem transmisi digital, walaupun saat ini sistem transmisi analog masih banyak digunakan. Mendorong teknisi untuk mengadakan pengujian terhadap salah satu bagian penting dari sistem komunikasi digital yaitu sistem transmisi digital. Karena penampilan suatu sistem transmisi digital mempengaruhi kualitas pengiriman sinyal informasi. Untuk itu pengujian sistem transmisi digital perlu dilakukan.

PENELAAHAN STUDI : Peranan sistem transmisi digital dalam pengiriman sinyal informasi adalah besar sekali. Salah satu bagian penting dari sistem transmisi digital adalah multiplex yang berfungsi meningkatkan kapasitas dan efisiensi penggunaan kanal. Pada kapasitas tinggi diperlukan beberapa tahap atau orde peralatan multiplex.

Pengujian perlu dilakukan pada masing-masing orde, sehingga dapat diketahui karakteristik penampilan pada masing-masing orde multiplex. Hasil yang diperoleh dibandingkan dengan karakteristik penampilan referensi, dari sini dapat diketahui bahwa peralatan multiplex tersebut layak digunakan.

TUJUAN : Untuk menentukan metode, alat uji dan syarat uji yang diperlukan untuk pengujian sistem transmisi digital.

LANGKAH-LANGKAH : 1. Persiapan
2. Studi literatur
3. Pegolahan data
4. Pembahasan
5. Kesimpulan

JADWAL KEGIATAN :

LANGKAH-LANGKAH	BULAN KE					
	I	II	III	IV	V	VI
PERSIAPAN	■					
STUDI LITERATUR		■				
PENGOLAHAN DATA			■			
PEMBAHASAN					■	
KESIMPULAN						■

RELEVANSI : Dari hasil studi tentang pengujian sistem transmisi digital ini dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan kelaikan dari salah satu bagian dari sistem transmisi digital yaitu peralatan multiplex.