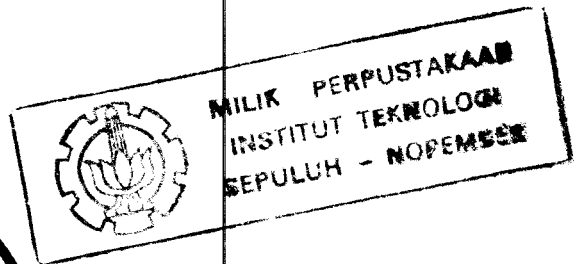
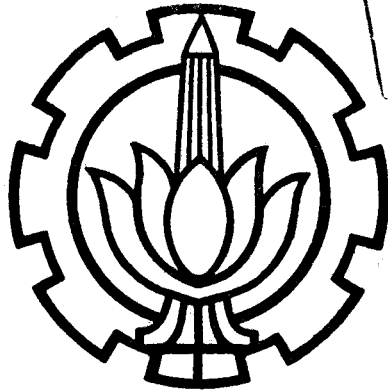


4880/TK/H/91 ✓

STUDI TENTANG PENGUJIAN PERANGKAT FDM - FM PADA SISTIM RADIO RELAY



PSE
621.384 152
PFI
C-1
1991

Oleh :

Sidik Priyono

NRP. 2842200189

| | |
|---------------------|----------|
| PERPUSTAKAAN ITS | |
| Tgl. Terima | |
| Terima dari | H |
| No. Agenda Prp. | 910 / TK |

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

STUDI TENTANG PENGUJIAN PERANGKAT FDM - FM PADA SISTIM RADIO RELAY

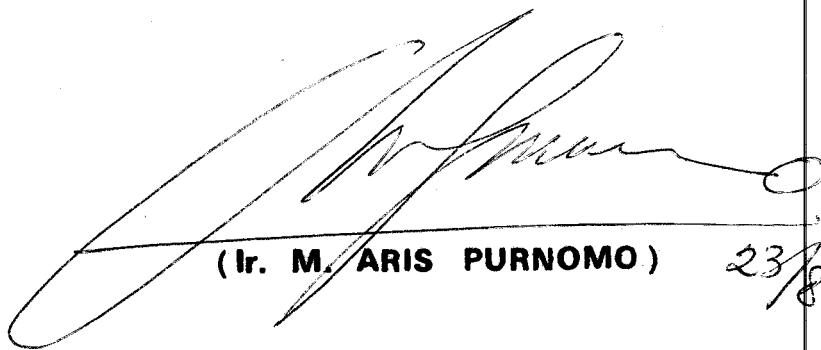
TUGAS AKHIR

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

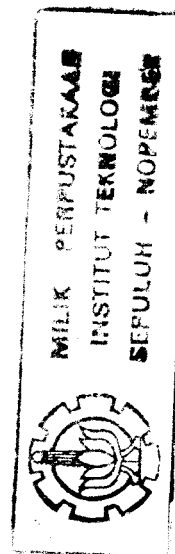


(Ir. M. ARIS PURNOMO)

23/8/91

S U R A B A Y A

AGUSTUS, 1991



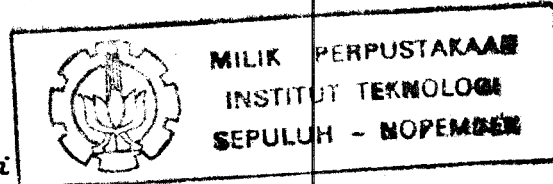
ABSTRAK

Perangkat FDM - FM pada saat akan dioperasikan perlu dilakukan berbagai macam pengujian. Ini dilakukan dengan tujuan untuk mengecek bahwa perangkat yang akan dioperasikan tersebut adalah lengkap, baik dan berfungsi sesuai dengan yang diinginkan, serta telah memenuhi spesifikasi teknik yang telah ditentukan. Perangkat ini secara garis besar terdiri dari dua bagian utama yaitu; perangkat modulator - demodulator dan perangkat multiplek. Dalam tugas akhir ini akan dilakukan studi pengujian perangkat FDM - FM dengan dititik-beratkan pada pengujian yang berhubungan dengan frekuensi kerja dari kedua perangkat tersebut.

Tujuan dari dilakukannya studi pengujian ini adalah untuk memperoleh gambaran tentang cara pengujian perangkat FDM - FM dan juga diharapkan dapat dijadikan bahan pedoman pengujian untuk perangkat tersebut.

Dalam studi pengujian ini metodologi yang digunakan adalah dengan melakukan pembahasan dari berbagai data tentang cara pengujian perangkat FDM - FM yang diperoleh dengan teori penunjang yang ada. Kemudian membuat suatu kesimpulan yang merupakan hasil studi berdasarkan pada pembahasan yang telah dilakukan tersebut.

Hasil studi pengujian ini adalah pada perangkat FDM - FM yang beroperasi perlu dilakukan berbagai pengujian/pengecekan perangkat yang bersifat periodik. Ini dilakukan untuk menjaga agar kontinuitas kerja dari perangkat tersebut sesuai dengan fungsinya secara optimal.



KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil 'alamin.

Dengan mengucapkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, akhirnya buku tugas akhir ini dapat penyusun selesaikan.

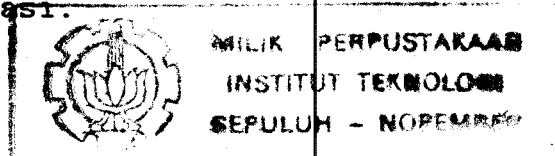
Adapun judul buku tugas akhir ini adalah :

**STUDI TENTANG PENGUJIAN PERANGKAT FDM - FM
PADA SISTIM RADIO RELAY**

Tugas akhir dengan bobot 6 SKS ini merupakan persyaratan akademis yang berlaku dilingkungan Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro.

Banyak kesulitan yang dijumpai selama penyelesaian tugas akhir ini, namun dengan bekal ketekunan dan RahmatNya jua akhirnya segala kesulitan itu dapat diatasi.

Akhirnya penyusun berharap semoga buku ini berguna bagi rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, khususnya Bidang Studi Teknik Telekomunikasi.



Surabaya, Agustus 1991

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 dan Koordinator Bidang Studi Teknik Telekomunikasi 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 Ir. Katjuk Astrowulan MSEE, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro FTI ITS.
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, serta adik-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 Alloh SWT. Amin.

DAFTAR ISI

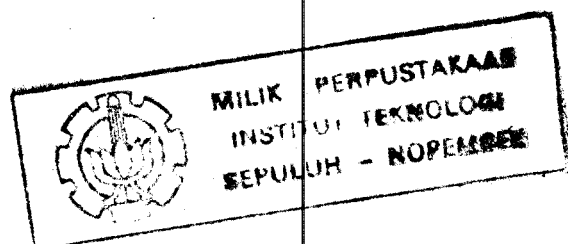
| | Halaman |
|--|----------|
| JUDUL | i |
| PENGESAHAN | ii |
| ABSTRAK | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| UCAPAN TERIMA KASIH | v |
| DAFTAR ISI | vi |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| BAB I. PENDAHULUAN | 1 |
| I.1. LATAR BELAKANG | 1 |
| I.2. PERMASALAHAN | 2 |
| I.3. PEMBATAAN PERMASALAHAN | 3 |
| I.4. METODOLOGI | 3 |
| I.5. SISTIMATIKA PEMBAHASAN | 4 |
| I.6. TUJUAN | 4 |
| I.7. RELEVANSI STUDI | 5 |
| BAB II. FREQUENCY DIVISION MULTIPLEXING | 6 |
| II.1. UMUM | 6 |
| II.2. DASAR PEMBENTUKAN BASEBAND FDM | 6 |
| II.3. FORMASI BASEBAND STANDART CCITT | 10 |
| II.3.1. FORMASI GROUP | 10 |
| II.3.2. FORMASI SUPERGROUP | 13 |

| | |
|---|----|
| II.3.3. FORMASI BASIC MASTERGROUP | |
| DAN SUPER MASTERGROUP | 14 |
| II.4. FREKWENSI KANAL | 15 |
| II.5. PENGOPERASIAN SISTIM FDM | 16 |
| II.5.1. LEVEL DAYA SUARA | 17 |
| II.5.2. PEMBEBANAN SISTIM FDM | 19 |
| II.5.3. PEMBEBANAN KANAL SUARA TUNGGAL | 20 |
| II.5.4. PEMBEBANAN DENGAN AMPLITUDO | |
| SINYAL KONSTAN | 20 |
| II.6. PILOT TONE | 21 |
| II.6.1. KONTROL LEVEL DAYA | 22 |
| II.6.2. SINKRONISASI FREKWENSI | 23 |
| II.7. DESAIN PERANGKAT FDM | 23 |
| II.8. TEKNIK THROUGH GROUP DAN THROUGH SUPERGROUP ... | 25 |
| BAB III. METODE PENGUJIAN | 28 |
| III.1. UMUM | 28 |
| III.2. PENGUJIAN PADA MODULATOR - DEMODULATOR | 31 |
| III.2.1. PENGUJIAN OUTPUT LEVEL IF | |
| MODULATOR | 31 |
| III.2.2. PENGUJIAN OUTPUT FREKWENSI IF | |
| MODULATOR | 31 |
| III.2.3. PENGUJIAN DEVIASI FREKWENSI | |
| MODULATOR | 34 |
| III.2.4. PENGUJIAN KARAKTERISTIK FREKWENSI | |
| BASEBAND DEMODULATOR | 37 |
| III.2.5. PENGUJIAN INPUT DAN OUTPUT | |

| | |
|--|----|
| RETURN LOSS IF | 39 |
| III.2.6. PENGUJIAN LINEARITY DAN GROUP | |
| DELAY MODULATOR | 40 |
| III.2.7. PENGUJIAN LINEARITY DAN GROUP | |
| DELAY DEMODULATOR | 42 |
| III.2.8. PENGUJIAN ALARM MODULATOR - | |
| DEMODULATOR | 43 |
| III.2.9. PENGUJIAN METER READING PADA | |
| MODULATOR - DEMODULATOR | 46 |
| III.3. PENGUJIAN PADA SISTIM MULTIPLEK | 48 |
| III.3.1. PENGUJIAN LEVEL SETTING | 48 |
| III.3.1.1. CHANNEL TRANSLATING | 48 |
| III.3.1.2. GROUP TRANSLATING | 51 |
| III.3.1.3. SUPERGROUP TRANSLATING | 54 |
| III.3.1.4. MASTER OSILATOR | 56 |
| III.3.1.5. CHANNEL CARRIER SUPPLY | 57 |
| III.3.1.6. GROUP CARRIER SUPPLY | 58 |
| III.3.1.7. SUPERGROUP CARRIER SUPPLY | 59 |
| III.3.2. PENGUJIAN TANGGAPAN FREKWENSI | 60 |
| III.3.2.1. CHANNEL TRANSLATING | 60 |
| III.3.2.2. GROUP TRANSLATING | 61 |
| III.3.2.3. SUPERGROUP TRANSLATING | 63 |
| III.3.3. PENGUJIAN IDLE NOISE | 65 |
| III.3.3.1. CHANNEL TRANSLATING | 66 |
| III.3.3.2. GROUP TRANSLATING | 67 |
| III.3.3.3. SUPERGROUP TRANSLATING | 68 |

| | |
|--|-----------|
| III.3.4. PENGUJIAN CARRIER LEAK | 69 |
| III.3.4.1. CHANNEL TRANSLATING | 69 |
| III.3.4.2. GROUP TRANSLATING | 70 |
| III.3.4.3. SUPERGROUP TRANSLATING | 71 |
| III.3.5. PENGUJIAN DISTORSI SIGNALLING | 72 |
| III.3.6. PENGUJIAN LEVEL REGULASI AGR | 73 |
| BAB IV. DATA PENGUJIAN | 76 |
| IV.1. UMUM | 76 |
| IV.2. DATA PENGUJIAN PERANGKAT MODEM | 77 |
| IV.3. DATA PENGUJIAN PERANGKAT MULTIPLEK | 79 |
| IV.3.1. CHANNEL TRANSLATING | 79 |
| IV.3.2. GROUP TRANSLATING | 80 |
| IV.3.3. SUPERGROUP TRANSLATING | 81 |
| IV.3.4. MASTER OSILATOR | 82 |
| IV.3.5. CHANNEL CARRIER SUPPLY | 83 |
| IV.3.6. GROUP CARRIER SUPPLY | 84 |
| IV.3.7. SUPERGROUP CARRIER SUPPLY | 85 |
| BAB V. KESIMPULAN | 86 |
| IV.1. KESIMPULAN | 86 |
| IV.2. SARAN | 88 |
| DAFTAR PUSTAKA | 89 |
| USULAN TUGAS AKHIR | 91 |

ix



DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|---------|
| 1. DIAGRAM BLOK SISTIM MODULASI | 7 |
| 2. DIAGRAM BLOK SPEKTRUM OUTPUT MIXER BERSIFAT PENJUMLAHAN | 8 |
| 3. DIAGRAM BLOK SPEKTRUM OUTPUT MIXER BERSIFAT PENGURANGAN | 8 |
| 4. DASAR PEMBENTUKAN BASEBAND FDM | 9 |
| 5. PEMBENTUKAN FORMASI GROUP | 11 |
| 6. ALTERNATIF PEMBENTUKAN FORMASI GROUP | 12 |
| 7. PEMBENTUKAN FORMASI SUPERGROUP | 13 |
| 8. PEMBENTUKAN FORMASI MASTERGROUP | 14 |
| 9. PEMBENTUKAN FORMASI SUPER MASTERGROUP | 15 |
| 10. PEMBENTUKAN FORMASI FREKWENSI KANAL | 17 |
| 12. DIAGRAM BLOK PERANGKAT FDM BERKAPASITAS 120 KANAL | 24 |
| 13. TEKNIK DROP AND INSERT FORMASI SUPERGROUP | 25 |
| 14. DIAGRAM BLOK PERANGKAT DROP SUPERGROUP | 27 |
| 15. PERANGKAT MODULATOR - DEMODULATOR | 29 |
| 16. PERANGKAT MULTIPLEK | 30 |
| 17. PENGUJIAN OUTPUT LEVEL IF | 32 |
| 18. PENGUJIAN OUTPUT FREKWENSI IF | 33 |
| 19. PENGUJIAN DEVIASI FREKWENSI | 35 |
| 20. PENGUJIAN KARAKTERISTIK FREKWENSI BASEBAND | 38 |

| | |
|---|----|
| 21. PENGUJIAN RETURN LOSS | 39 |
| 22. PENGUJIAN LINEARITY DAN GROUP DELAY MODULATOR | 41 |
| 23. PENGUJIAN LINEARITY DAN GROUP DELAY DEMODULATOR | 42 |
| 24. PENGUJIAN OUTPUT LEVEL IF ALARM | 44 |
| 25. PENGUJIAN FREKWENSI IF ALARM | 45 |
| 26. PENGUJIAN PENERIMAAN PILOT ALARM | 46 |
| 27. PENGUJIAN FUNGSI METER READING | 47 |
| 28. PENGUJIAN LEVEL PANCAR DAN TERIMA | 48 |
| 29. PENGUJIAN LEVEL PILOT GROUP | 50 |
| 30. PENGUJIAN LEVEL SIGNALLING | 50 |
| 31. PENGUJIAN LEVEL PANCAR DAN TERIMA | 52 |
| 32. PENGUJIAN LEVEL PILOT SUPERGROUP | 53 |
| 33. PENGUJIAN LEVEL SETTING SUPERGROUP TRANSLATING | 54 |
| 34. PENGUJIAN LEVEL SETTING MASTER OSILATOR | 56 |
| 35. PENGUJIAN LEVEL SETTING CHANNEL CARRIER SUPPLY | 57 |
| 36. PENGUJIAN LEVEL SETTING GROUP CARRIER SUPPLY | 58 |
| 37. PENGUJIAN LEVEL SETTING SUPERGROUP CARRIER SUPPLY ... | 59 |
| 38. PENGUJIAN TANGGAPAN FREKWENSI CHANNEL TRANSLATING ... | 61 |
| 39. PENGUJIAN TANGGAPAN FREKWENSI GROUP TRANSLATING | 61 |
| 40. PENGUJIAN TANGGAPAN FREKWENSI SUPERGROUP TRANSLATING | 63 |
| 41. PENGUJIAN IDLE NOISE CHANNEL TRANSLATING | 66 |
| 42. PENGUJIAN IDLE NOISE GROUP TRANSLATING | 67 |
| 43. PENGUJIAN IDLE NOISE SUPERGROUP TRANSLATING | 68 |
| 44. PENGUJIAN CARRIER LEAK CHANNEL TRANSLATING | 70 |

| | |
|---|----|
| 45. PENGUJIAN CARRIER LEAK GROUP TRANSLATING | 71 |
| 46. PENGUJIAN CARRIER LEAK SUPERGROUP TRANSLATING | 71 |
| 47. PENGUJIAN DISTORSI SIGNALLING | 72 |
| 48. PENGUJIAN LEVEL REGULASI | 74 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|---------|
| 1. TABEL LOADING SINYAL DATA/TELEGRAPH | 21 |
| 2. TABEL LEVEL DAYA DAN FREKWENSI SINYAL BERDASARKAN REKOMENDASI CCITT | 22 |
| 3. TABEL TEST TONE YANG DIGUNAKAN PADA KANAL | 49 |
| 4. TABEL TEST TONE YANG DIGUNAKAN PADA GROUP | 52 |
| 5. TABEL TEST TONE YANG DIGUNAKAN PADA SUPERGROUP | 55 |
| 6. TABEL TEST TONE YANG DIGUNAKAN PADA GROUP | 62 |
| 7. TABEL TEST TONE YANG DIGUNAKAN PADA SUPERGROUP | 65 |
| 8. TABEL TEST TONE YANG DIGUNAKAN PADA SUPERGROUP | 75 |
| 9. TABEL HASIL PENGUJIAN PERANGKAT MODEM | 77 |
| 10. TABEL HASIL PENGUJIAN CHANNEL TRANSLATING | 79 |
| 11. TABEL HASIL PENGUJIAN GROUP TRANSLATING | 80 |
| 12. TABEL HASIL PENGUJIAN SUPERGROUP TRANSLATING | 81 |
| 13. TABEL HASIL PENGUJIAN MASTER OSCILLATOR | 82 |
| 14. TABEL HASIL PENGUJIAN CHANNEL CARRIER SUPPLY | 83 |
| 15. TABEL HASIL PENGUJIAN GROUP CARRIER SUPPLY | 84 |
| 16. TABEL HASIL PENGUJIAN SUPERGROUP CARRIER SUPPLY | 85 |

I.1 LATAR BELAKANG

Pada permulaan ditemukan sistem telepon, untuk berkomunikasi dari satu tempat ke tempat yang lain diperlukan sebuah saluran transmisi yang terbuat dari kawat untuk masing-masing percakapan. Dengan semakin meningkatnya kebutuhan akan jasa telepon, maka semakin banyak pula saluran transmisi yang terpasang. Sehingga pada suatu saat jumlah saluran transmisi yang menghubungkan satu tempat ke tempat yang lain menjadi demikian banyak dan ini menjadi tidak praktis.

Pada saat sekarang telah dibuat suatu sistem multiplek untuk efisiensi saluran transmisi, dimana kapasitasnya dapat mencapai ribuan saluran telepon. Sistem multiplek ini dibagi menjadi dua yaitu ; FDM (Frequency Division Multiplexing) dan TDM (Time Division Multiplexing).

Pada sistem FDM, masing-masing percakapan telepon dimodulasi lagi. Proses modulasi ini kadang terdiri dari beberapa tahap untuk mendapatkan sinyal baseband yang diinginkan. Sinyal baseband ini ditransmisikan ketempat yang diinginkan dengan menggunakan gelombang radio dan jenis transmisinya umumnya line of sight. Teknik modulasi yang digunakan biasanya adalah teknik modulasi frekwensi (FM).

Keseluruhan dari sistem yang telah disebutkan diatas, perangkatnya adalah perangkat FDM - FM yang terdiri dari dua sub perangkat yaitu; perangkat multiplek dan perangkat modulator - demodulator. Dengan adanya perangkat FDM - FM pada dua tempat yang berbeda, komunikasi telepon yang dapat mencapai ribuan saluran dapat dilaksanakan dengan lebih praktis dan murah dibandingkan dengan menggunakan saluran transmisi yang terbuat dari kawat satu per satu.

I.2 PERMASALAHAN

Perangkat FDM - FM pada saat akan dioperasikan perlu dilakukan berbagai macam pengujian. Pengujian ini dilakukan dengan maksud untuk mengecek bahwa perangkat yang akan dioperasikan tersebut adalah lengkap, baik dan berfungsi sesuai dengan yang diinginkan, serta telah memenuhi spesifikasi teknik yang telah ditentukan.

Spesifikasi teknik dan ketentuan-ketentuan yang lain serta pengujian dari perangkat FDM - FM ini biasanya diberikan oleh industri pembuatnya. Tetapi ada pula spesifikasi teknik yang sudah diatur oleh CCITT dan CCIR.

Khusus mengenai pengujian perangkat FDM - FM seperti yang telah diuraikan diatas, macam dan cara pengujian sudah ditentukan oleh industri pembuatnya. Tetapi pada dasarnya pengujian perangkat FDM - FM yang dilakukan agar perangkat tersebut laik beroperasi adalah sama.

Dalam Tugas Akhir ini akan dilakukan studi tentang

- FM yang diharapkan dapat menunjang pembahasan mengenai studi pengujian dari perangkatnya.
- 2. Mencari data tentang cara pengujian perangkat FDM - FM pada sistim radio relay dan sekaligus juga mengadakan pembatasan permasalahan tentang cara pengujian itu sendiri.
- 3. Mengadakan pembahasan tentang data cara pengujian perangkat FDM - FM yang diperoleh dengan teori yang ada.
- 4. Membuat kesimpulan yang berdasarkan pada pembahasan/analisa metode pengujian yang dilakukan pada bab-bab didepannya.

I.5 SISTIMATIKA PEMBAHASAN

Secara garis besar buku Tugas Akhir ini dibagi menjadi empat bagian yaitu; pendahuluan, teori penunjang yang berhubungan dengan teknik FDM - FM, uraian tentang pengujian perangkat FDM - FM, dan kesimpulan.

I.6 TUJUAN

Tujuan dari studi tentang pengujian perangkat FDM - FM pada sistim radio relay diantaranya adalah memperoleh gambaran tentang cara pengujian dari perangkat tersebut.

I.7 RELEVANSI STUDI

Dengan selesainya penulisan buku Tugas Akhir ini diharapkan dapat dijadikan bahan pedoman untuk pengujian perangkat perangkat FDM - FM yang digunakan pada sistem radio relay agar laik beroperasi sesuai dengan yang diinginkan dan memenuhi spesifikasi teknik yang telah ditentukan.

II.1 UMUM

Multiplex adalah suatu cara mentransmisikan beberapa sinyal informasi sekaligus kedalam sebuah kanal transmisi. Didalam sistem Frequency Division Multiplexing (FDM) beberapa sinyal informasi dimodulasi dengan beberapa sinyal carrier yang frekwensinya berbeda-beda, dan kemudian sinyal hasil modulasi tersebut menempati slot-slot yang mempunyai range frekwensi tertentu sehingga tidak terjadi overlapping.

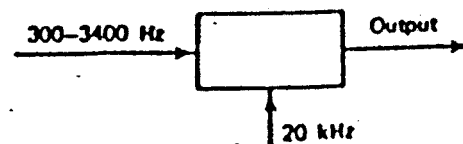
Susunan dari slot-slot sinyal informasi yang disebutkan diatas disebut sinyal baseband. Untuk mendapatkan kembali sinyal informasi yang diinginkan dari sinyal baseband dilakukan proses pemfilteran dan demodulasi yang bersesuaian dengan sinyal informasi tersebut.

II.2 DASAR PEMBENTUKAN BASEBAND FDM

Untuk membentuk sinyal baseband dari beberapa sinyal informasi, pada masing-masing sinyal informasi tersebut dilakukan proses modulasi yang frekwensi sinyal carriernya tertentu. Proses modulasi yang digunakan sebagian besar adalah modulasi SSB - SC.

Sinyal informasi pada sistem FDM pada umumnya adalah sinyal kanal telepon yang berupa sinyal percakapan dengan

jangkauan frekwensi 300 - 3.400 Hz. Jika sinyal informasi tadi dikenakan proses modulasi SSB - SC, maka sinyal informasi tadi seolah-olah mengalami proses translasi frekwensi. Gambar 2. 1 menerangkan secara skematis tentang sebuah sinyal dengan jangkauan frekwensi 300 - 3.400 Hz dimodulasi dengan osilator 20 KHz pada sebuah mixer.



GAMBAR 2. 1 ¹⁾

BLOKDIAGRAM SISTIM MODULASI

Pada output gambar 2. 1 diatas akan diperoleh dua kemungkinan yaitu:

- a. Jika mixer bersifat penjumlahan maka jangkauan frekwensi output adalah 20.300 - 23.400 Hz dengan spektrum seperti pada gambar 2. 2.
- b. Jika mixer bersifat pengurangan maka jangkauan frekwensi output adalah 16.600 - 19.700 Hz dengan spektrum seperti pada gambar 2. 3.

¹⁾ Roger L. Freeman, Telecommunication Transmission Handbook, 2nd Ed. p. 82

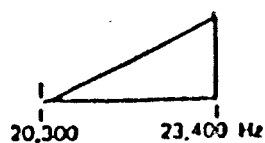
GAMBAR 2. 2²⁾

DIAGRAM BLOK SPEKTRUM OUTPUT MIXER
BERSIFAT PENJUMLAHAN

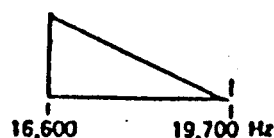
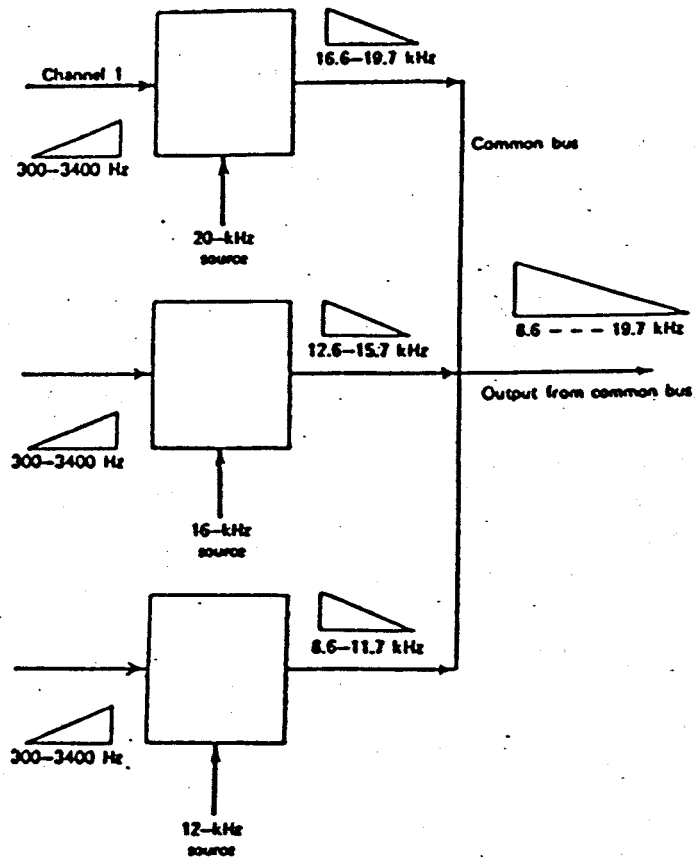
GAMBAR 2. 3³⁾

DIAGRAM BLOK SPEKTRUM OUTPUT MIXER
BERSIFAT PENGURANGAN

Untuk membentuk sebuah sinyal baseband dari hasil modulasi beberapa sinyal informasi diperlukan mixer/modulator yang jumlahnya sama dengan jumlah sinyal informasinya dan mempunyai frekwensi kerja yang berbeda dengan interval tertentu. Gambar 2. 4 menerangkan secara skematis pembentukan sebuah sinyal baseband dari tiga buah sinyal informasi.

2) *ibid.*, p. 80

3) *ibid.*



GAMBAR 2. 4 ⁴⁾

DASAR PEMBENTUKAN BASEBAND FDM

⁴⁾ Ibid., p. 82

II.3 FORMASI BASEBAND STANDART CCITT

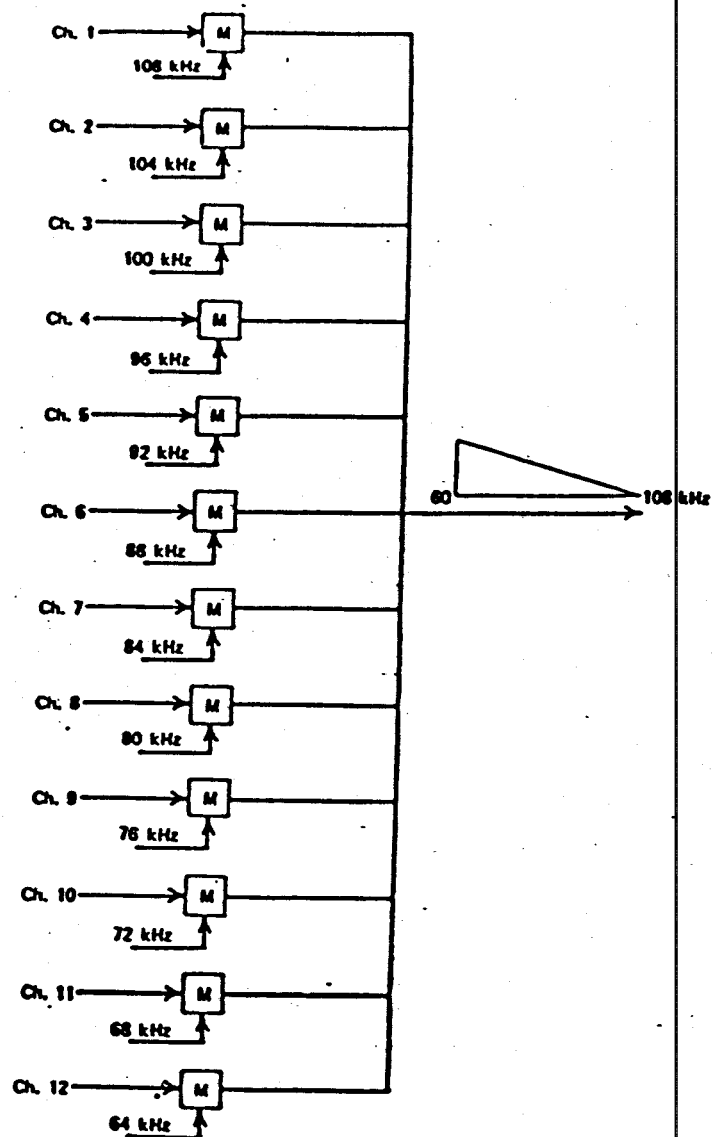
CCITT adalah salah satu rekomendasi yang bersifat internasional yang mengatur berbagai aspek dalam sistim telekomunikasi yang diantaranya adalah formasi baseband hasil multiplek yang meliputi formasi ;group, supergroup, basic mastergroup dan super mastergroup.

II.3.1 FORMASI GROUP

Range frekwensi formasi group antara 60 - 108 KHz dan terdiri dari 12 kanal suara. Masing-masing kanal suara dianggap mempunyai jangkauan frekwensi antara 0 - 4 KHz. Untuk membentuk formasi group diperlukan 12 kanal suara yang masing-masing dimodulasi oleh sinyal carrier yang frekwensinya tertentu. Seperti ditunjukkan secara skematis pada gambar 2. 5.

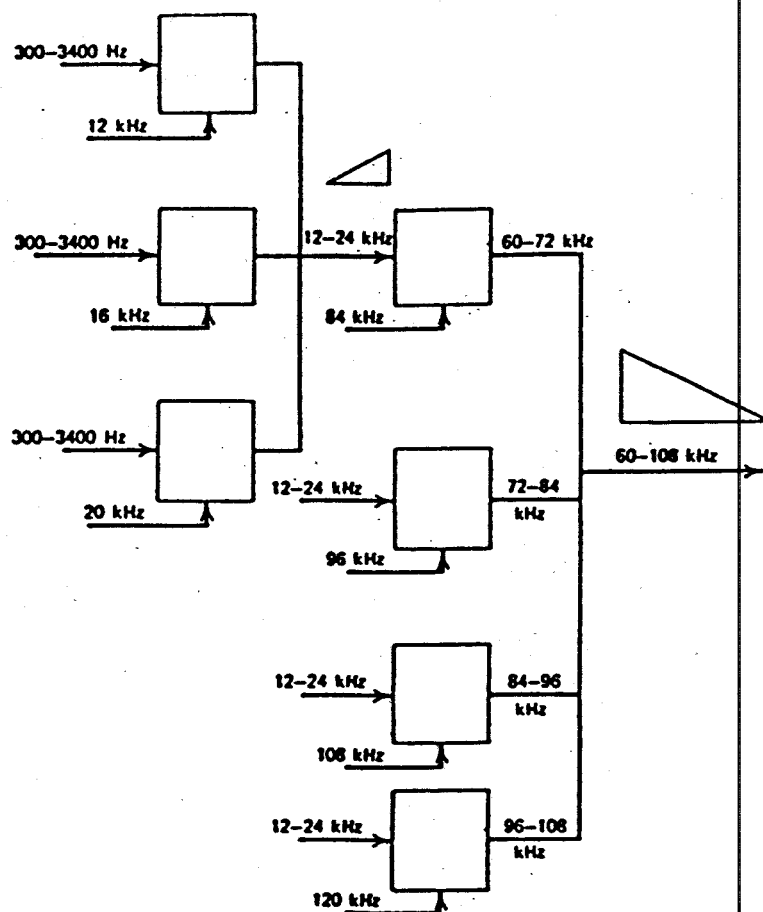
Dalam formasi group ini kanal suara ke satu menempati slot frekwensi yang tertinggi dengan jangkauan 104 - 108 KHz. Demikian pula urutan selanjutnya.

Disamping itu ada cara alternatif dari pembentukan formasi group ini. Dalam cara alternatif ini, dibentuk dulu formasi pregroup sebelum proses pembentukan formasi group. Formasi pregroup ini mempunyai jangkauan frekwensi 12 - 24 KHz yang terdiri dari 3 slot kanal suara. Kemudian dari 4 formasi pregroup dibentuk menjadi formasi group seperti ditunjukkan secara skematis pada gambar 2. 6.



GAMBAR 2. 5 5)
PEMBENTUKAN FORMASI GROUP

5) Ibid., p. 63



GAMBAR 2. 6 ⁶⁾

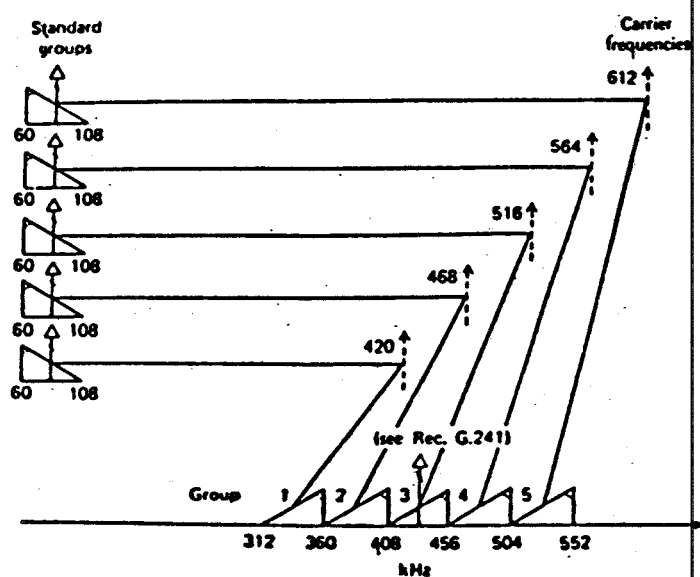
ALTERNATIF PEMBENTUKAN FORMASI GROUP

6) Ibid., p. 85

II.3.2 FORMASI SUPERGROUP

Jangkauan frekwensi formasi supergroup antara 312 - 552 KHz dan terdiri dari 5 formasi group yang ekivalen dengan 60 kanal suara.

Untuk membentuk formasi supergroup, diperlukan 5 formasi group yang masing-masing dimodulasi oleh sinyal carrier yang frekwensinya tertentu seperti ditunjukkan secara skematis pada gambar 2. 7.



GAMBAR 2. 7 ⁷⁾

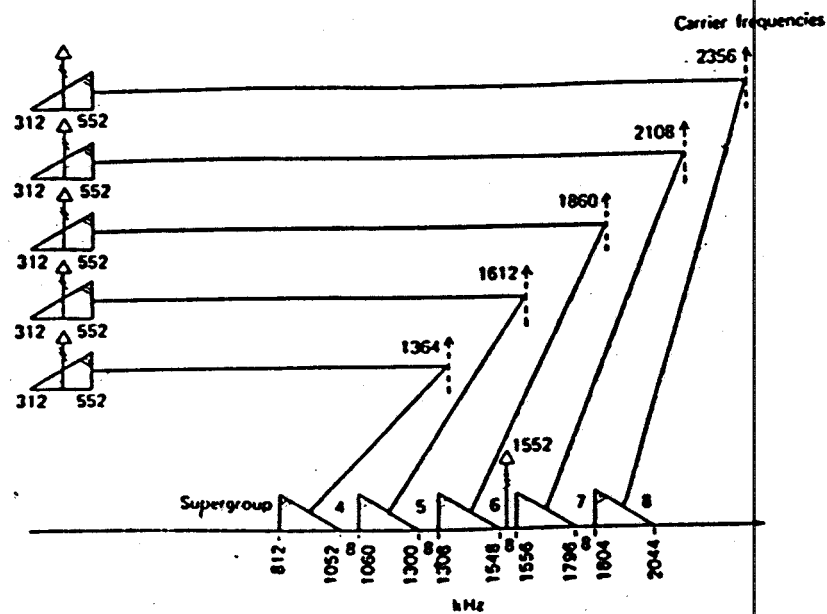
PEMBENTUKAN FORMASI SUPERGROUP

⁷⁾ Ibid. .p. 66

II.3.3 FORMASI BASIC MASTERGROUP DAN SUPER MASTERGROUP

Jangkauan frekwensi formasi basic mastergroup antara 812 - 2.044 KHz dan terdiri dari 5 formasi supergroup yang ekuivalen dengan 300 kanal suara.

Untuk membentuk formasi basic mastergroup diperlukan 5 formasi supergroup yang masing-masing dimodulasi oleh sinyal carrier yang frekwensinya tertentu. Seperti ditunjukkan secara skematis pada gambar 2. 8.

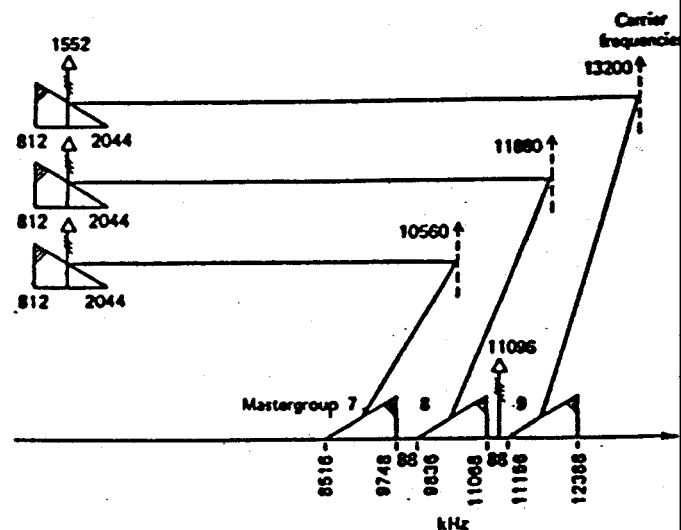


GAMBAR 2. 8 8)

PEMBENTUKAN FORMASI MASTERGROUP

8) Ibid. .p. 86

Untuk membentuk formasi basic super mastergroup yang mempunyai jangkauan frekwensi antara 8.516 - 12.388 KHz, diperlukan 3 formasi mastergroup yang masing-masing dimodulasi oleh sinyal carrier yang frekwensinya tertentu. Seperti ditunjukkan secara skematis pada gambar 2. 9.



GAMBAR 2. 9⁹⁾

PEMBENTUKAN FORMASI SUPER MASTERGROUP

II. 4 FREKWENSI KANAL

Frekwensi kanal adalah suatu jangkauan frekwensi dari formasi baseband multiplek yang ditransmisikan pada kanal transmisi (kawat/kabel, kabel koaxial dan radio gelombang

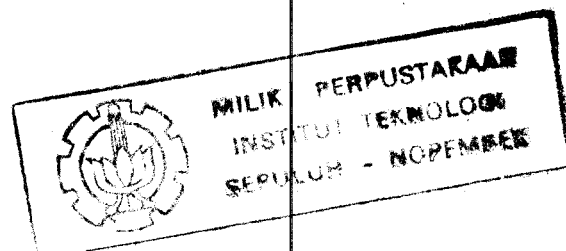
⁹⁾ Ibid., p. 87

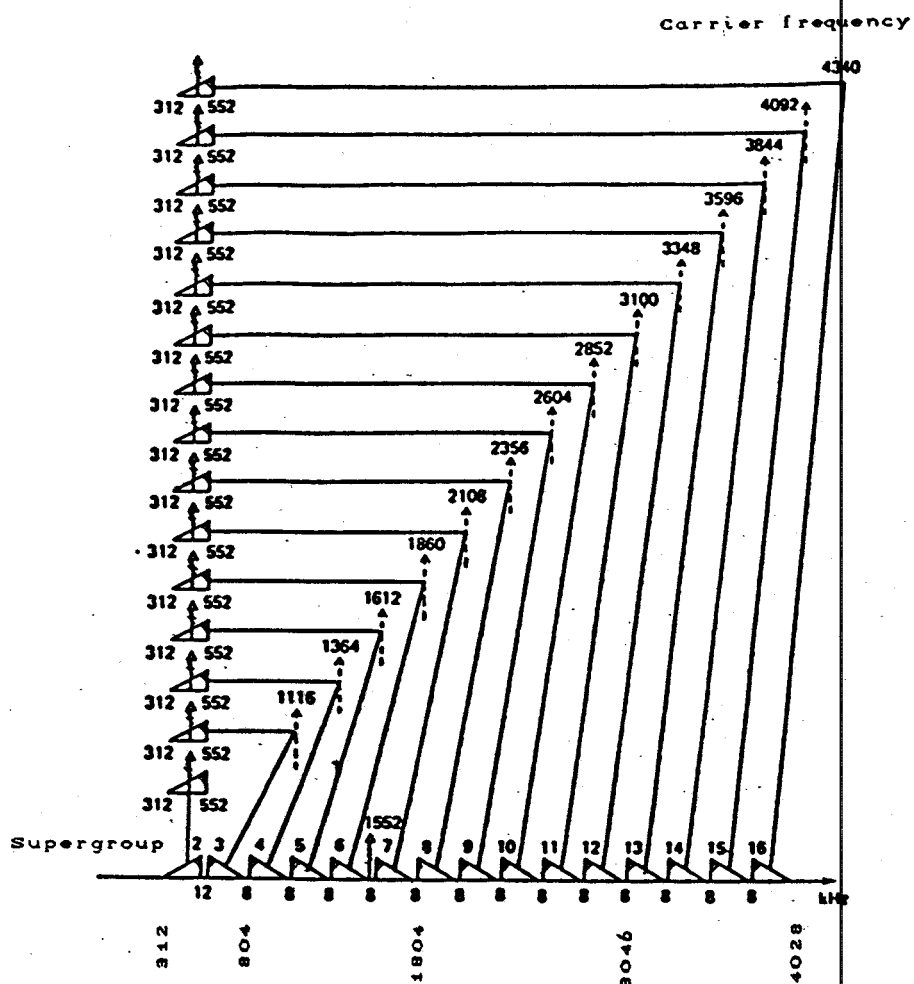
mikro). Formasi baseband multiplek ini dapat merupakan penggunaan langsung dari formasi group ataupun supergroup untuk pengiriman sinyal informasi dari satu tempat ke tempat yang lain. Seperti ditunjukkan pada gambar 2. 7 yang menerangkan secara skematis penggunaan langsung dari 15 formasi supergroup pada sebuah kanal transmisi. Frekwensi kanal yang terjadi mempunyai jangkauan frekwensi antara 312 - 4.028 KHz.

II.5 PENGOPERASIAN SISTEM FDM

Sebagian besar perangkat FDM pada saat ini digunakan untuk lalu lintas komunikasi telepon dan sebagian kecil lainnya digunakan untuk komunikasi data, telegraph, televisi dan lain lainnya.

Permasalahan yang sering timbul dalam pengoperasian perangkat FDM adalah pembebanan sistim carriernya oleh beberapa sinyal informasi yang diantaranya sinyal telepon. Jika pembebanan terhadap sistim carrier terlalu besar, yang berarti bahwa level input terlalu tinggi, maka akan menyebabkan terjadinya noise intermodulasi dan cakap silang yang tidak lagi bisa ditoleransi. Hal demikian dapat menyebabkan signal to noise ratio (S/N) sistim akan terganggu (turun).





GAMBAR 2. 10¹⁰⁾

PEMBENTUKAN FORMASI FREKWENSI KANAL

II.5.1 LEVEL DAYA SUARA

Daya rata-rata dari kanal suara tunggal dinyatakan dengan persamaan : 11)

10) Ibid. .p. 88

11) Ibid. .p. 92

$$P_{dBm} = V_{VU} - 1,4 \dots\dots\dots (2-1)$$

dimana :

V_{VU} = penunjukan dari VU meter.

Pendekatan besarnya daya maksimal dari kanal suara tunggal adalah sekitar 18,6 dB lebih tinggi dari daya rata-rata. Jika terjadi kenaikan maksimal dari level suara, maka perangkat FDM harus dioperasikan pada daya rata-rata lebih rendah untuk menahan voice peaks sedemikian rupa sehingga tidak terjadi overload dan distorsi. Voice peak dapat disamakan dengan faktor aktivitas. Faktor aktivitas dapat dinyatakan sebagai bagian dari koreksi speech envelope yang melebihi ambang. Jika ambang tersebut adalah 20 dB dibawah besar daya rata-rata, maka keterikatan faktor aktivitas terhadap ambang adalah kecil sekali.

Dengan adanya faktor aktivitas, maka persamaan daya rata-rata dari kanal suara tunggal dapat dinyatakan dengan persamaan : 12)

$$P_{dBm} = V_{VU} + 10 \log T_a \dots\dots\dots (2-2)$$

dimana :

T_a = Faktor aktivitas.

12) *ibid.*, p. 93

Apabila sekarang ada penambahan kanal suara lagi yang bekerja dengan frekwensi yang berbeda pada perangkat yang sama dan saling bebas dengan kanal suara yang lain, maka level daya rata-rata sistem akan naik sebesar. 3 dB.

Jika ada N kanal suara yang masing-masing bekerja pada frekwensi yang berbeda maka level daya rata-ratanya dinyatakan dengan persamaan: 13)

$$P_{dbm} = V_{vu} - 1,4 + 10 \log N \dots\dots\dots (2-3)$$

dimana:

V_{vu} = Penunjukan meter

N = Jumlah kanal suara

II.5.2 PEMBEBANAN SISTEM FDM

Pembebanan perangkat FDM adalah digunakannya perangkat tersebut untuk komunikasi beberapa sinyal dari kanal telepon. Pembebanan yang terlalu besar dapat menyebabkan level daya input sistim FDM terlalu besar sehingga dapat menimbulkan noise yang tidak bisa ditoleransi lagi.

Berdasarkan rekomendasi CCITT. G 223 pembebanan pada perangkat FDM dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut: 14)

$$P_{av} = - 15 + 10 \log N \dots\dots\dots (2-4)$$

jika $N \geq 240$

13) Ibid. ,p. 93

14) Ibid. ,p. 94

dan

$$P_{av} = -1 + 4 \log N \dots\dots\dots (2-5)$$

jika $12 \leq N < 240$

dimana :

P_{av} = Level daya rata-rata (dBm0)

N = Jumlah kanal suara

Persamaan ini hanya berlaku untuk sistem FDM yang tidak menggunakan perangkat preemphasis.

II.5.3 PEMBEBANAN KANAL SUARA TUNGGAL

Berdasarkan rekomendasi CCITT. G 223 besarnya daya rata-rata pada pembebanan kanal suara tunggal adalah - 15 dBm0 dengan standart deviasi 5,8 dB dan faktor aktivitas sebesar 0,25. Level daya rata-ratanya diasumsikan sebesar -11,5 pada penunjukan VU meter.

II.5.4 PEMBEBANAN DENGAN AMPLITUDO SINYAL KONSTAN

Pembebanan kanal suara pada perangkat FDM berdasarkan rekomendasi CCITT. G 223 mempunyai faktor aktivitas yang besarnya 0,25. Beberapa sinyal informasi yang ditransmisikan dalam perangkat FDM mempunyai faktor aktivitas yang besarnya 1 dan juga amplitudo sinyalnya konstan.

Contoh dari sinyal tersebut adalah :

- | | |
|---------------------|-----------------|
| a. Sinyal telegraph | c. Sinyal pilot |
| b. Sinyal signaling | d. Sinyal data |

Untuk sebuah perangkat FDM yang umum biasanya mempunyai perbandingan 75% untuk pembebanan kanal suara/telepon dan 25% untuk pembebanan sinyal data / telegraph.

Beberapa sinyal dengan amplitudo konstan berdasarkan rekomendasi CCITT mempunyai level daya pancar dalam perangkat FDM seperti tertera dalam tabel 2. 1.

TABEL 2. 1 ¹⁵⁾

PEMBEBANAN SINYAL DATA/TELEGRAPH

| Signal Type | CCITT | North American |
|--|--|--|
| High speed data | -10 dBm0 simplex -13 dbm0 duplex | -10 dBm0 switched network -8 dBm0 leased line -5 dBm0 occasionally |
| Medium speed Telegraph (multichannel) | — | -8 dBm0 total power |
| ≤12 channels | -19.5 dBm0/channel -8.7 dBm0 total | |
| ≤18 channels | -21.25 dBm0/channel -8.7 dBm0 total | |
| ≤24 channels | -22.25 dBm0/channel -8.7 dBm0 total | |

II.6 PILOT TONE

Dalam perangkat FDM sinyal pilot mempunyai dua fungsi utama yaitu :

- a. Mengontrol level daya sinyal pancar (regulating)
- b. Sebagai sinkronisasi frekwensi

15) *Ibid.* .p. 96

II.6.1 KONTROL LEVEL DAYA (REGULATING)

Suara manusia pada kanal telepon mempunyai amplitudo sinyal yang berubah-ubah sehingga sulit untuk dijadikan dasar kontrol level daya sinyal pancar perangkat FDM yang satu ke yang lainnya dalam sistem jaringan telekomunikasi.

Level daya sinyal pancar yang terlalu lemah dapat menimbulkan noise intermodulasi dan cakup silang yang tidak lagi bisa ditoleransi. Sedangkan apabila terlalu kuat dapat menyebabkan overload pada perangkat FDM yang menerimanya.

TABEL 2. 2¹⁶⁾

LEVEL DAYA DAN FREKWENSI SINYAL BERDASARKAN
REKOMENDASI CCITT

| Pilot for | Frequency (kHz) | Absolute Power Level at a Zero Relative Level Point (dB) (Np) |
|--------------------------------------|--------------------|---|
| Basic group B | 84.080 | -20 (-2.3) |
| | 84.140 | -25 (-2.9) |
| | 104.080 | -20 (-2.3) |
| Basic supergroup | 411.860 | -25 (-2.9) |
| | 411.920 | -20 (-2.3) |
| | 547.920 | -20 (-2.3) |
| Basic mastergroup | 1552 | -20 (-2.3) |
| Basic supermastergroup | 11096 | -20 (-2.3) |
| Basic 15-supergroup assembly (No. 1) | 1552 | -20 (-2.3) |

16) *Ibid.*, p. 98

Dalam perangkat FDM juga dilengkapi dengan master osilator yang membangkitkan sinyal-sinyal dengan frekwensi tertentu yang berfungsi sebagai suatu sinyal yang mengontrol level daya sinyal pancar.

Tabel 2. 2 memberikan data besarnya frekwensi sinyal kontrol level daya yang berdasarkan rekomendasi CCITT.

II.6.2 SINKRONISASI FREKWENSI

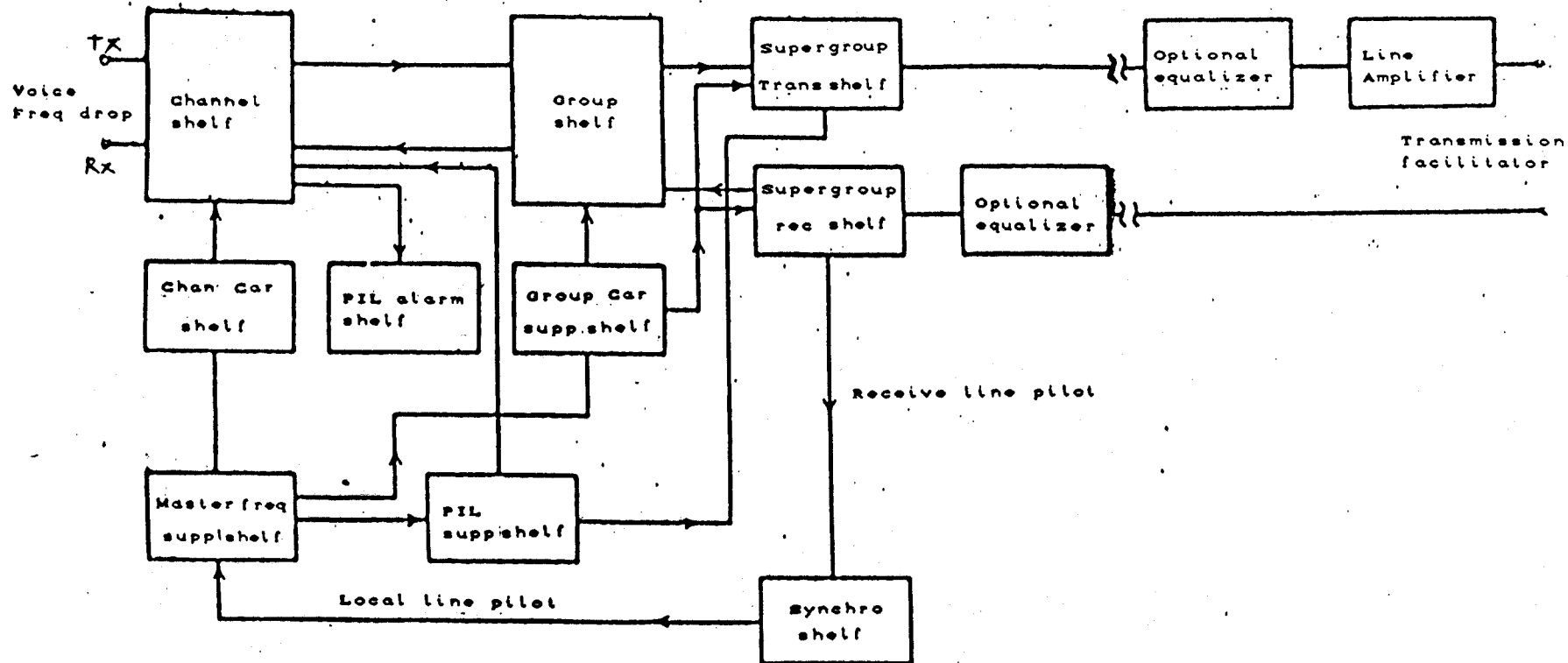
Dalam sistem jaringan telekomunikasi, frekwensi kerja dari perangkat FDM sisi pancar harus sama dengan sisi terima pada perangkat FDM yang lain. Untuk itu diperlukan suatu sinyal tertentu yang berfungsi sebagai sinyal sinkronisasi frekwensi / sinyal pilot.

Sinyal sinkronisasi dipancarkan oleh perangkat FDM pada sisi pancar dan diterima oleh perangkat FDM yang lain pada sisi terima. Pada sisi terima ini perangkat FDM dilengkapi dengan suatu master osilator yang frekwensi kerjanya selalu menyesuaikan diri dengan besarnya frekwensi sinyal sinkronisasi yang diterimanya.

II.7 DESAIN PERANGKAT FDM

Perangkat FDM yang ada mempunyai berbagai kapasitas kanal dan semuanya bekerja berdasarkan sistem 4 kawat. Dimana sisi pancar terpisah dengan sisi terima.

Gambar 2. 11 memberikan gambaran secara skematis dari salah satu perangkat FDM yang mempunyai kapasitas 120 kanal.



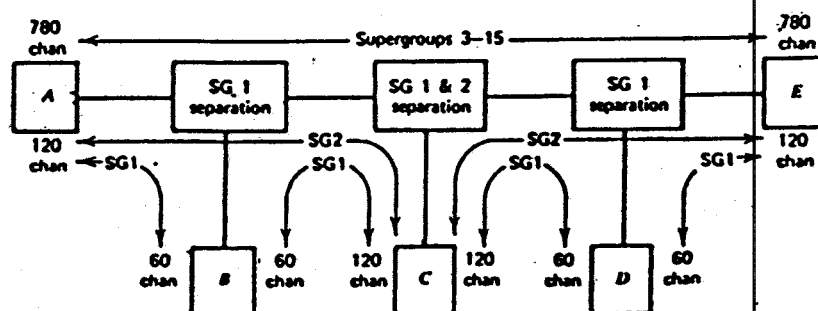
GAMBAR 2. 11 17)

BLOK DIAGRAM PERANGKAT FDM BERKAPASITAS 120 KANAL

17) Ibid., p. 100

II.8 TEKNIK THROUGH GROUP DAN THROUGH SUPERGROUP

Untuk menghindari noise yang terlalu besar pada sistem FDM, maka salah satu caranya adalah dengan membatasi tahap translasi (modulasi) dengan tanpa mengurangi kemampuan kerja dari sistem tersebut. Cara yang digunakan adalah dengan teknik through group dan through supergroup. Gambar 2. 12 menerangkan secara skematis tentang teknik through supergroup. Dari gambar tersebut dapat diterangkan bahwa formasi supergroup ke 1 dipancarkan dari A ke B dan pada saat yang bersamaan formasi supergroup ke 2 dipancarkan dari A ke C. Kemudian formasi supergroup ke 3 sampai ke 15 dipancarkan langsung dari A ke E pada frekwensi kanal.

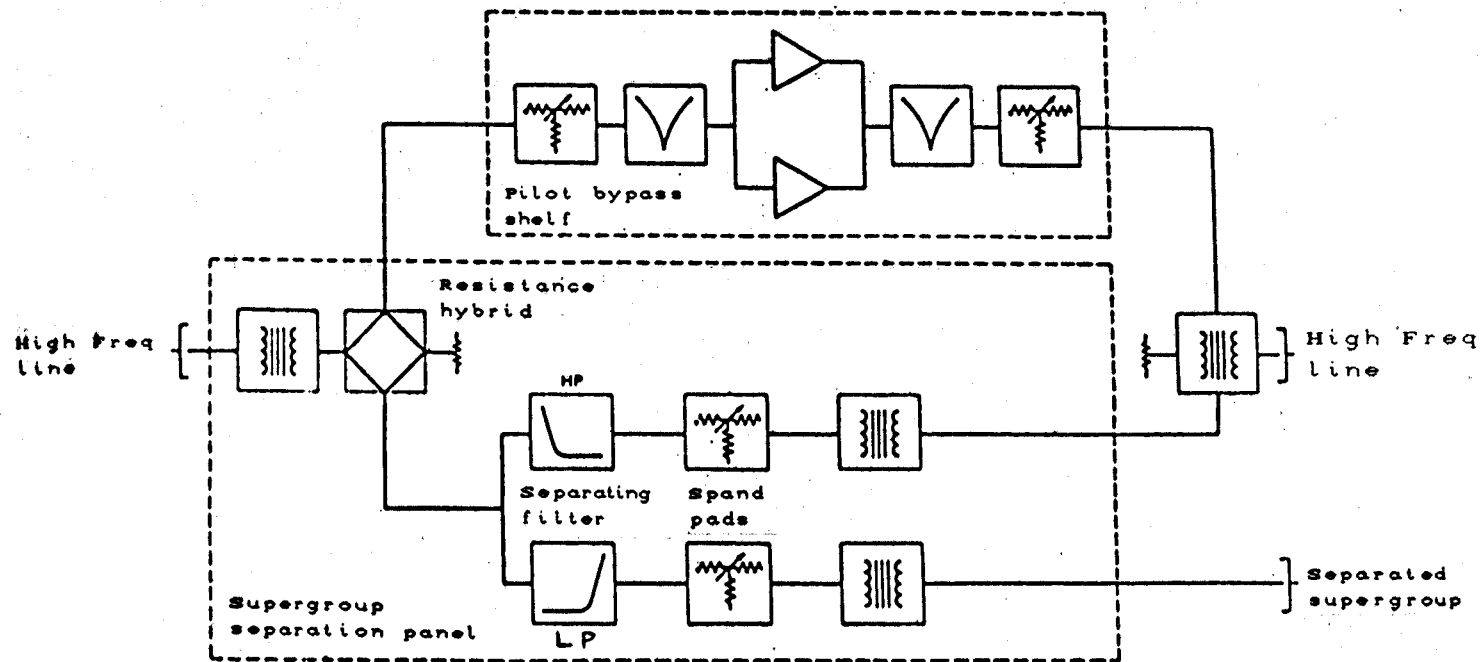


GAMBAR 2. 12 18)

TEKNIK DROP AND INSERT FORMASI SUPERGROUP

18) Ibid., p. 105

Didalam teknik ini ada istilah yang disebut drop and insert yaitu suatu kemampuan dari perangkat FDM untuk mengubah (drop) sinyal frekwensi kanal yang diterimanya menjadi beberapa sinyal kanal telepon yang diinginkan. Demikian pula sebaliknya perangkat tersebut dapat mentranslasikan (insert) beberapa sinyal kanal telepon yang diterimanya ke sinyal frekwensi kanal yang siap untuk dipancarkan. Gambar 2. 13 menerangkan secara skematis dari perangkat drop supergroup.



GAMBAR 2. 13 18)

BLOK DIAGRAM PERANGKAT DROP SUPER GROUP

18) Ibid., p. 106

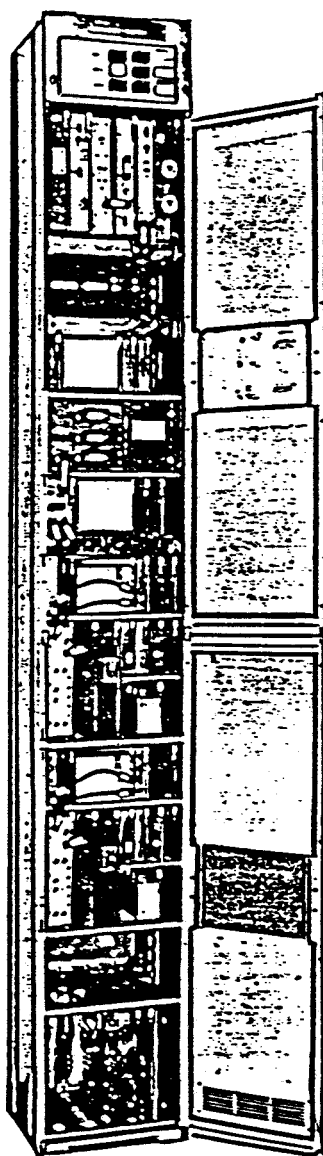
III.1 UMUM

Perangkat FDM - FM pada saat akan dioperasikan perlu dilakukan berbagai macam pengujian. Pengujian ini dilakukan dengan maksud untuk mengecek bahwa perangkat yang akan dioperasikan tersebut adalah lengkap, baik dan berfungsi sesuai dengan yang diinginkan, serta telah memenuhi spesifikasi teknik yang telah ditentukan.

Spesifikasi teknik dan ketentuan ketentuan yang lain serta pengujian dari perangkat FDM - FM ini biasanya diberikan oleh industri pembuatnya. Tetapi ada pula spesifikasi teknik yang sudah diatur didalam rekomendasi CCITT dan CCIR.

Khusus mengenai pengujian perangkat FDM - FM macam dan cara pengujiannya sudah ditentukan oleh industri pembuatnya. Tetapi pada dasarnya pengujian perangkat FDM - FM yang dilakukan agar perangkat tersebut laik beroperasi adalah sama.

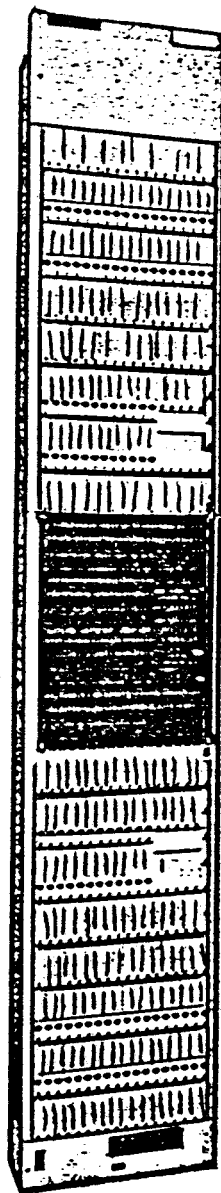
Dalam bab ini pengujian perangkat FDM - FM yang dilakukan dibagi menjadi dua yaitu pengujian pada perangkat modulator - demodulator tipe MD - 1260V - 104 seperti pada gambar 3. 1 dan pengujian pada perangkat multiplex seperti pada gambar 3. 2.



GAMBAR 3. 1 ²⁰⁾

PERANGKAT MODULATOR - DEMODULATOR

20) Instruction Manual for Modulator -
Demodulator, NEC Japan. p.1



GAMBAR 3. 2 21)
PERANGKAT MULTIPLEK

-
- 21) Operational and Maintenance Manual for
Multichannel Carrier Telephone Terminal
Equipment, NEC Japan. p.1



III.2 PENGUJIAN PADA MODULATOR - DEMODULATOR

III.2.1 PENGUJIAN OUTPUT LEVEL IF MODULATOR

A. TUJUAN

Untuk mengetahui besarnya output level IF pada modulator.

B. PERALATAN PENGUJIAN

1. Meter level IF
2. 75 ohm terminator

C. LANGKAH PENGUJIAN

1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 3.
2. Level jangkauan pada meter level IF diset pada harga yang sesuai.
3. Baca penunjukkan meter level IF.

D. SPESIFIKASI TEKNIK

4 dBm \pm 0,5 dB

III.2.2 PENGUJIAN OUTPUT FREKWENSI IF MODULATOR

A. TUJUAN

Untuk mengetahui besarnya output frekwensi IF modulator.

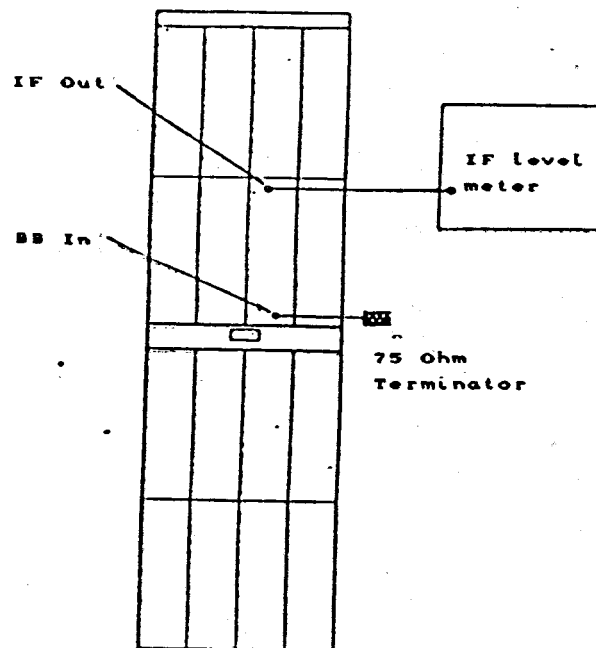
B. PERALATAN PENGUJIAN

1. Frequency counter

C. LANGKAH PENGUJIAN.

1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 4.
2. Frequency counter diset pada jangkauan frekwensi yang diinginkan.

3. Baca penunjukkan pada frequency counter.



GAMBAR 3. 3 ²²⁾

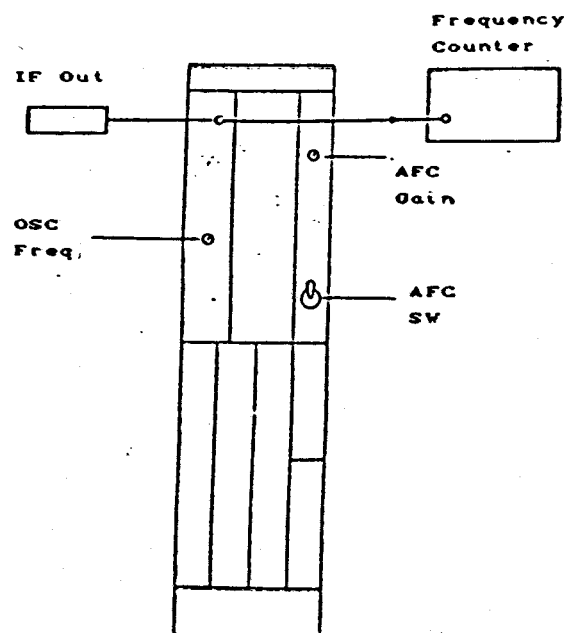
PENGUJIAN OUTPUT LEVEL IF

C.1. LANGKAH PENGUJIAN AFC LOOP GAIN.

1. Frequency counter dihubungkan ke terminal IF OUT pada modulator FM dan switch AFC ON - OFF diset OF pada AFC Detector.
2. Atur kontrol frekwensi osilator pada modulator FM

22) Field Acceptance Test Procedure for
Java - Bali Microwave System, NEC Japan
p. 64

sedemikian rupa sehingga frekwensi IF output adalah $70 \text{ MHz} + f_A$ dimana $f_A < 10 \text{ MHz}$.



GAMBAR 3. 4 ²³⁾

PENGUJIAN OUTPUT FREKWENSI IF

3. Ubah switch AFC ON - OFF pada AFC Detector. Ukur frekwensi IF output (f_1).
4. Switch AFC ON - OFF pada AFC Detector diset ke ON lagi dan atur kontrol frekwensi osilator sedemikian rupa sehingga frekwensi IF output menjadi $70 \text{ MHz} - f_B$ dimana $f_B < 10 \text{ MHz}$.
5. Ubah switch AFC ON - OFF. Ukur lagi frekwensi IF

²³⁾ *ibid.*, p. 86

IF output (f_2).

6. Hitung AFC loop gain sebagai berikut :

$$\text{AFC loop gain} = 20 \log \frac{f_A + f_B}{\Delta f_A + \Delta f_B} \text{ dB} \dots\dots (3-1)$$

dimana :

$$\Delta f_A = f_1 - 70 \text{ MHz}$$

$$\Delta f_B = 70 \text{ MHz} - f_2$$

D. SPESIFIKASI TEKNIK

Output frekwensi IF : 70 MHz \pm 100 KHz.

AFC Loop Gain : 32 dB atau lebih kecil.

III.2.3 PENGUJIAN DEVIASI FREKWENSI MODULATOR

A. TUJUAN

Untuk mengetahui besarnya deviasi frekwensi dari modulator.

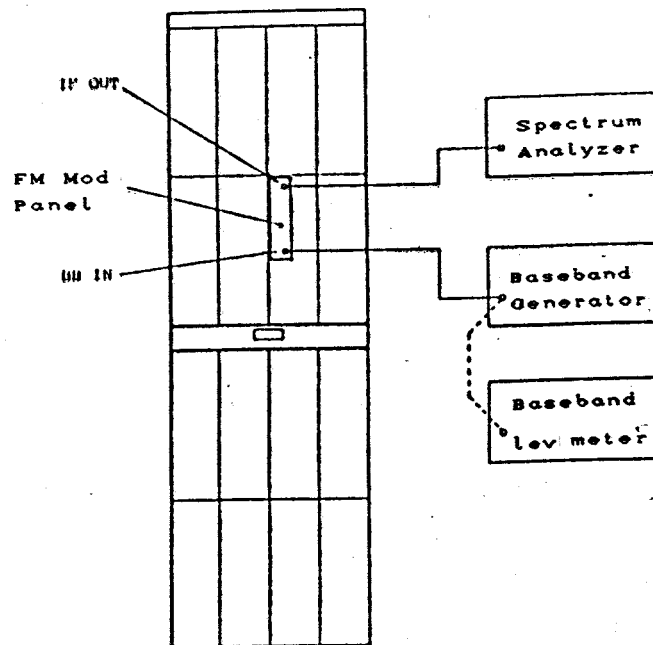
B. PERALATAN PENGUJIAN

1. Spectrum Analyzer.
2. Generator sinyal baseband.
3. Meter level baseband.

C. LANGKAH PENGUJIAN

1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 5.
2. Pastikan bahwa tanggapan sinyal pembawa dapat terdeteksi pada Spectrum Analyzer (tanpa ada sinyal input pada modulator).
3. Frekwensi dan output level dari generator sinyal

baseband diset ke 1.000 KHz dan - 18,4 dBm pada penunjukkan level meter (ref. 0,608 x f_{max} KHz).



GAMBAR 3.5 ¹⁾

PENGUJIAN DEVIASI FREKWENSI

4. Atur Deviasi adjuster pada panel modulator FM dan tentukan bahwa spektrum sinyal pembawa hilang (amplitudo minimum) dari Spectrum Analyzer.

¹⁾ Ibid. .p. 89

C.1 PENENTUAN INPUT LEVEL SINYAL BASEBAND

First carrier zero point dalam sinyal bermodulasi frekwensi terjadi pada indeks modulasi sebesar 2,4 radian.

Untuk mengetahui besarnya indeks modulasi (m) adalah sebagai berikut :

$$m = \frac{F}{f_m} \dots\dots\dots (3-2)$$

dimana :

m = Indeks modulasi (radian)

F = Deviasi puncak (KHz)

f_m = Frekwensi pemodulasi (KHz)

Konsekuensinya, deviasi puncak dari sinyal pembawa yang dimodulasi oleh sinyal 1 MHz pada first carrier zero point adalah :

$$\begin{aligned} F &= m \times f_m \dots\dots\dots (3-3) \\ &= 2,4 \times 1000 = 2400 \text{ (KHz)} \end{aligned}$$

Hitung perbedaan level sinyal modulasi antara deviasi puncak 24000 KHz dan 200 KHz deviasi rms pada first carrier zero point sebagai berikut :

$$\begin{aligned} 20 \log ((\text{deviasi puncak})/2^{0,5} \times \text{deviasi/kanal}) &= \\ 20 \log 2400/(2^{0,5} \times 200) &= 18,6 \text{ (dB)} \dots\dots\dots (3-4) \end{aligned}$$

Hitung level test tone dengan persamaan :

$$\begin{aligned} \text{Level test tone} &= X + 18,6 \text{ (dB)} \dots\dots\dots (3-5) \\ &= - 18,6 \text{ (dBm)} \end{aligned}$$

dimana :

$X = \text{Input level baseband } (- 37 \text{ dBm}).$

D. SPESIFIKASI TEKNIK

200 KHz / kanal.

III.2.4 PENGUJIAN KARAKTERISTIK FREKWENSI BASEBAND

DEMODULATOR

A. TUJUAN

Untuk mengetahui penampilan karakteristik frekwensi baseband dari demodulator.

B. PERALATAN PENGUJIAN

1. Osilator uji sinyal baseband.
2. Meter level baseband.

C. LANGKAH PENGUJIAN

1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 6.
2. Sesudah input level baseband dan output diset, atur output frekwensi pada osilator ke dalam jangkauan 60 KHz sampai 5.636 KHz dan output level konstan (- 28 dBm) masing-masing pengujian frekwensi.
3. Ukur level sinyal yang diterima, yang bersesuaian frekwensi sinyal yang dipancarkan.

C.1. KETERANGAN

1. 1260 kanal bersesuaian dengan 5.636 KHz.
2. Uji frekwensi untuk perangkat 1260 kanal adalah :
60 KHz, 100 KHz, 200 KHz, 300 KHz, 500 KHz,
700 KHz, 1 MHz, 2 MHz, 3 MHz, 4 MHz, 5 MHz,

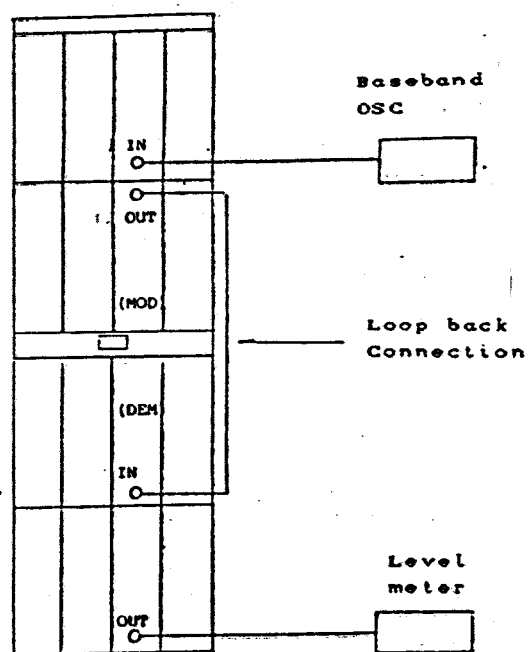
dan 5,636 MHz

D. SPESIFIKASI TEKNIK.

Output level : - 28 dBm \pm 0,5 dB.

Variasi amplitudo : \pm 0,5 dB.

Frekwensi : 60 KHz sampai 5,636 KHz.



GAMBAR 3. 6 ²⁵⁾

PENGUJIAN KARAKTERISTIK FREKWENSI BASEBAND

25) Ibid. ,p. 90. 1

III.2.5 PENGUJIAN INPUT DAN OUTPUT RETURN LOSS IF

A. TUJUAN.

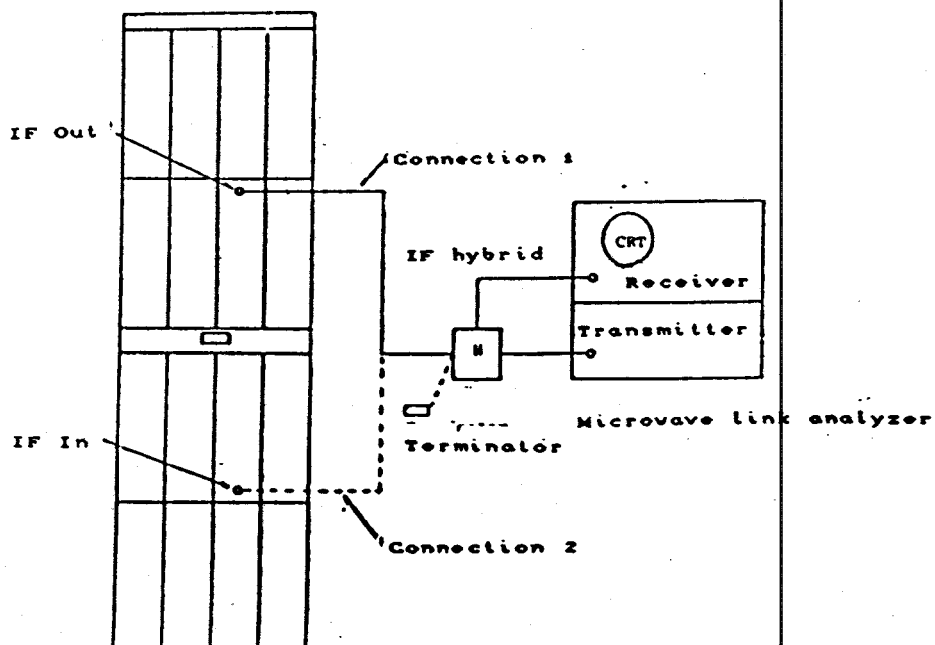
Untuk mengetahui besarnya return loss IF pada modulator - demodulator.

B. PERALATAN PENGUJIAN.

1. Microwave Link Analyzer (MLA).
2. IF hybrid (beban 75 ohm dan 17 dB mismatch).

C. LANGKAH PENGUJIAN.

1. Matikan switch daya pada STB PS panel.
2. Hubungkan 17 dB mismatch ke IF hybrid seperti pada gambar 3. 7.



GAMBAR 3. 7 ²⁶⁾
PENGUJIAN RETURN LOSS

26) Ibid. ,p. 92

3. Hubungkan semua perangkat pengujian ke modulator sesuai dengan rangkaian 1 pada gambar 3. 7.
4. Adjuster dan switch pada MLA diset untuk mendapatkan karakteristik IF return loss pada CRT.
5. Ukur karakteristik yang terdisplay pada CRT.
6. Ulangi langkah 4 dan 5 sesuai dengan rangkaian 2 pada gambar 3. 7.

D. SPESIFIKASI TEKNIK

26 dB atau lebih pada $70 \text{ MHz} \pm 10 \text{ MHz}$.

**III.2.6 PENGUJIAN LINEARITY DAN GROUP DELAY PADA
MODULATOR**

A. TUJUAN

Untuk mengetahui besarnya linearity dan group delay dari modulator.

B. PERALATAN PENGUJIAN

1. Microwave Link Analyzer (MLA).

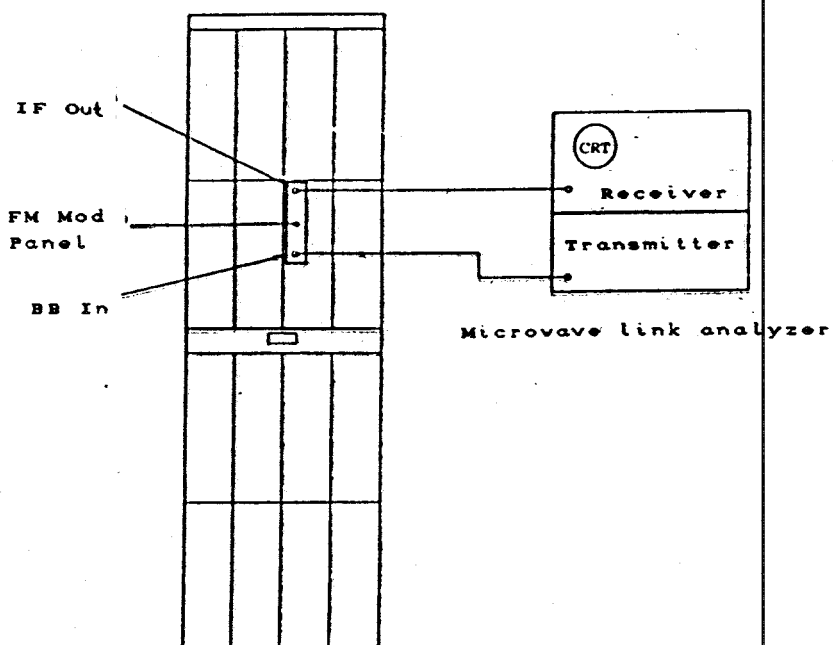
C. LANGKAH PENGUJIAN

1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 8.
2. Sinyal uji gabungan (sweep signal dan differential signal 200 KHz) diumpankan dari pemancar ke terminal input baseband pada modulator FM.
3. Adjuster dan switch pada MLA diset untuk mendapatkan karakteristik linearity atau delay dari terminal output IF di modulator FM pada CRT.
4. Display dikalibrasi dan dilakukan pengukuran

terhadap karakteristik yang terdisplay pada CRT.

D. SPESIFIKASI TEKNIK.

Delay Group adalah 3% atau lebih kecil dan Delay Phase adalah 2 ns atau lebih kecil pada $70 \text{ MHz} \pm 10 \text{ MHz}$.



GAMBAR 3. 8 27)

PENGUJIAN LINEARITY DAN GROUP DELAY MODULATOR

27) Ibid. p. 94

III.2.7 PENGUJIAN LINEARITY DAN GROUP DELAY PADA DEMODULATOR

A. TUJUAN.

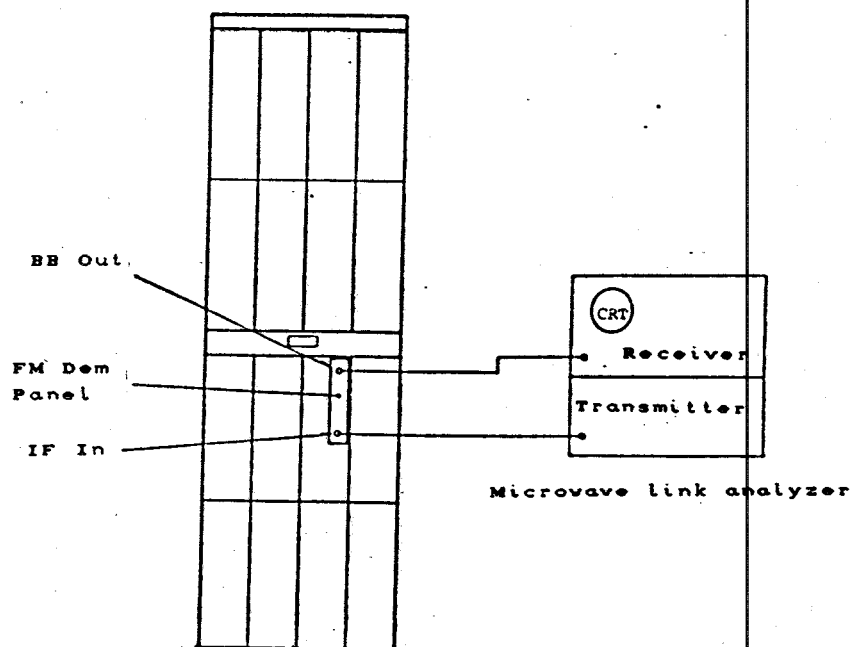
Untuk mengetahui besarnya linearity dan group delay pada demodulator.

B. PERALATAN PENGUJIAN.

1. Microwave Link Analyzer (MLA).

C. LANGKAH PENGUJIAN

1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 9.
2. Switch NORM - MAINT diset ke MAINT.



GAMBAR 3. 9 28)

PENGUJIAN LINEARITY DAN GROUP DELAY DEMODULATOR

3. Switch NORM - TEST pada panel demodulator FM diset ke TEST.
4. Adjuster dan switch pada MLA diset untuk mendapatkan karakteristik linearity atau delay dari terminal output baseband di demodulator FM pada CRT.
5. Display dikalibrasi dan diukur karakteristik yang terdisplay pada CRT.

D. SPESIFIKASI TEKNIK.

Delay group adalah 2% atau lebih kecil dan Delay phase adalah 3 ns atau lebih kecil pada frekwensi 70 MHz \pm 10 MHz.

III.2.8 PENGUJIAN ALARM MODULATOR - DEMODULATOR

A. TUJUAN

Untuk mengetahui fungsi alarm pada modulator - demodulator.

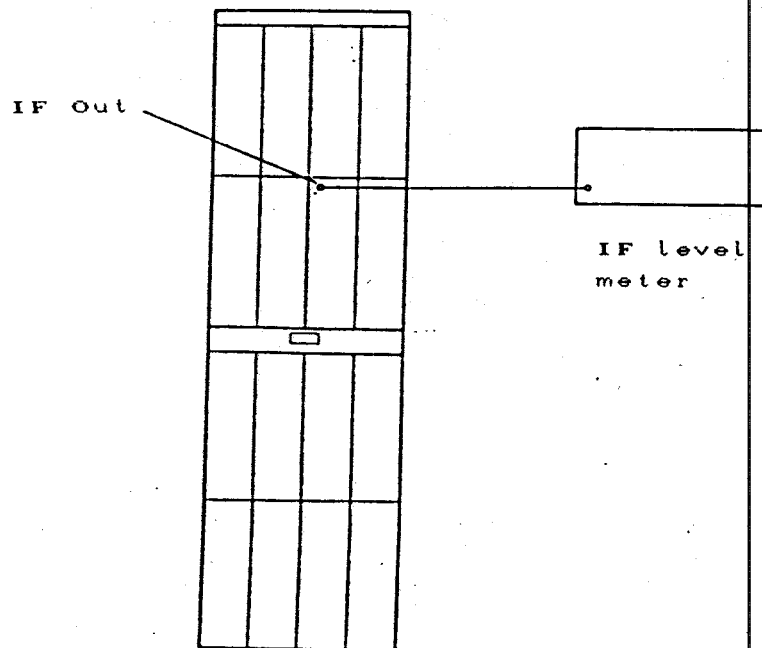
B. PERANGKAT PENGUJIAN

1. Meter level IF.
2. Frequency counter.
3. Variabel attenuator.

C. LANGKAH PENGUJIAN

C.1 PENGUJIAN ALARM OUTPUT LEVEL IF PADA MODULATOR

1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 10.
2. Turunkan output level IF dari modulator dengan 6 dB \pm 1 dB atau lebih dari harga nominalnya.
3. Pastikan bahwa NORM LED padam dan ALM LED menyala.



GAMBAR 3. 10 ²⁹⁾

PENGUJIAN OUTPUT LEVEL IF ALARM

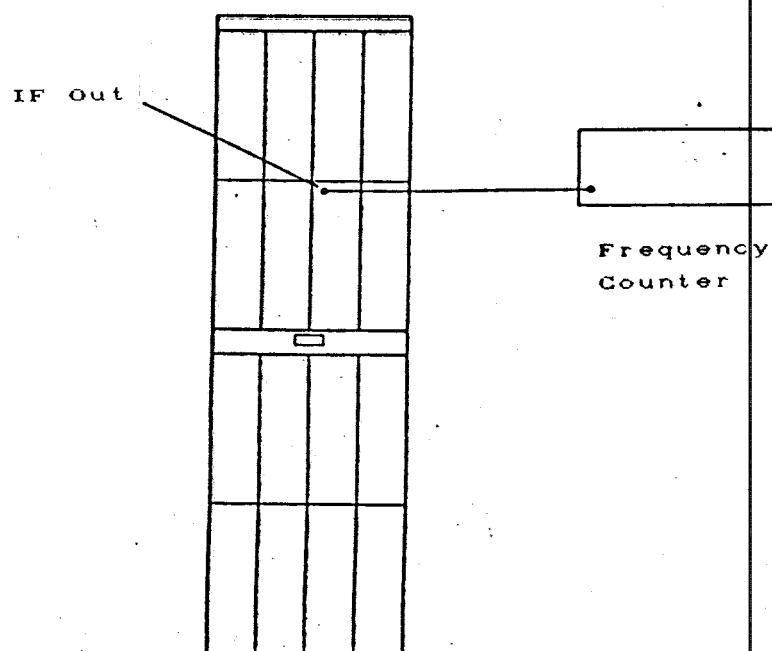
C.2 PENGUJIAN ALARM FREKWENSI IF

1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 11.
2. Geser output frekwensi sinyal pembawa IF melampaui \pm 200 KHz dari 70 MHz.
3. Pastikan bahwa NORM LED padam dan ALM LED menyala.

C.3 PENGUJIAN PILOT ALARM

1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 12.
2. Turunkan level sinyal penerimaan pilot ke 6 dB dari harga nominal.
3. Pastikan bahwa NORM LED padam dan ALM LED menyala.

²⁹⁾ *ibid.*, p. 99



GAMBAR 3. 11 30)
 PENGUJIAN FREKWENSI IF ALARM

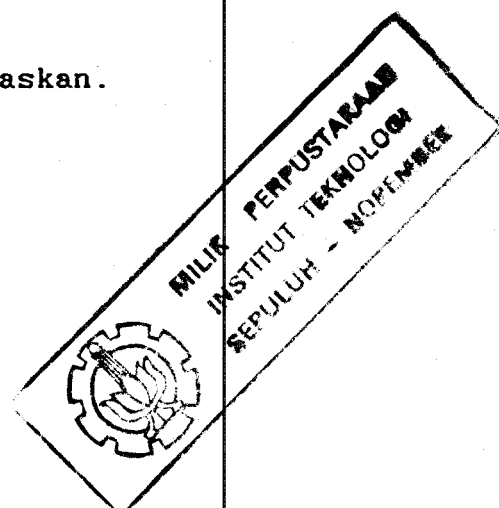
C. 4. PENGUJIAN MAINTENANCE ALARM.

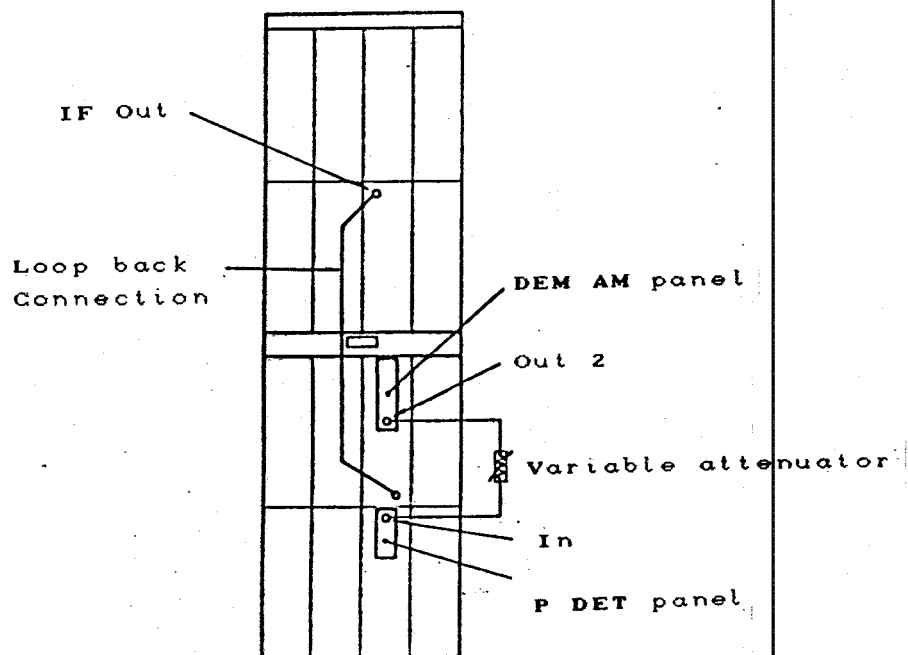
1. Pada saat MAINT switch dipindah ke posisi MAINT pastikan bahwa MAINT LED menyala.

D. SPESIFIKASI TEKNIK.

Dapat diperoleh hasil yang memuaskan.

30) Ibid. ,p. 100



GAMBAR 3. 12 ³¹⁾

PENGUJIAN PENERIMAAN PILOT ALARM

III.2.9 PENGUJIAN METER READING PADA MODULATOR - DEMODULATOR

A. TUJUAN.

Untuk mengetahui fungsi dari berbagai meter reading pada modulator - demodulator.

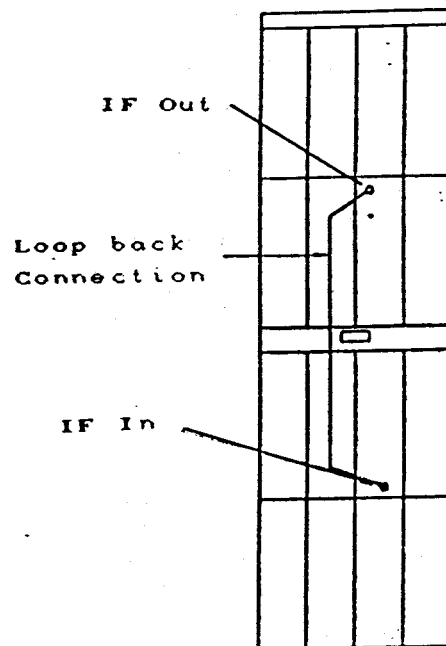
31) Ibid. .p. 101

B. LANGKAH PENGUJIAN.

1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 13.
2. Baca semua harga yang termonitor dengan menggunakan built in meter.

C. SPESIFIKASI TEKNIK.

Dapat diperoleh hasil yang memuaskan.



GAMBAR 3. 13 ³²⁾
PENGUJIAN FUNGSI METER READING

32) *ibid.*, p. 109

III.3 PENGUJIAN PADA SISTIM MULTIPLEK

III.3.1 PENGUJIAN LEVEL SETTING

A. TUJUAN

Untuk mengetahui besarnya level sinyal pancar dan terima dari berbagai perangkat.

B. PERALATAN PENGUJIAN

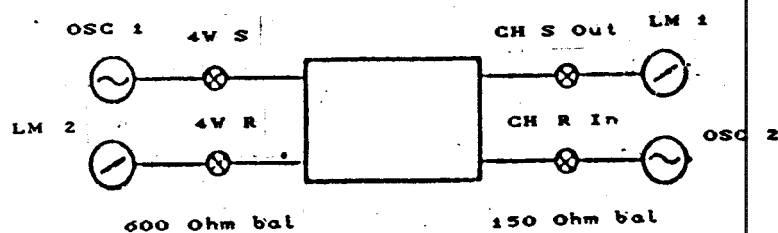
1. ME - 427A B.B Test Set.
2. ML - 42B Selective Level Meter.

III.3.1.1 CHANNEL TRANSLATING.

A. LANGKAH PENGUJIAN

A.1 SISI PANCAR DAN TERIMA

1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 14.
2. Pastikan bahwa level dari pra-modulation sinyal pembawa dan frekwensi kanal sinyal pembawa pada kondisi normal.



GAMBAR 3. 14 33)

PENGUJIAN LEVEL PANCAR DAN TERIMA

33) Field Acceptance Test Procedure for
Medan - Banda Aceh Microwave System, NEC Japan
p. III - 9

3. Gunakan sinyal uji 800 Hz dengan level nominal dari OSC 1 ke 4W S pada masing-masing kanal dan ukur output level pada CH S OUT dengan LM 1.
4. Pengujian ini dapat dilakukan mulai dari kanal 1 ke kanal selanjutnya.
5. Pada saat dilakukan pengujian, referensi group pilot dan seluruh frekwensi signalling tidak dipancarkan.
6. Gunakan sinyal uji yang lain (lihat tabel 3. 1) dengan level nominal ke CH R IN dari OSC 2 dan ukur output level 4W R dengan LM 2.

TABEL 3. 1

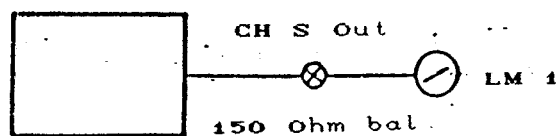
TEST TONE YANG DIGUNAKAN PADA KANAL

| | | | | | | |
|-------------|-------|-------|------|------|------|------|
| Kanal No. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Frek. (kHz) | 107.2 | 103.2 | 99.2 | 95.2 | 91.2 | 87.2 |
| Kanal No. | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Frek. (kHz) | 83.2 | 79.2 | 75.2 | 71.2 | 67.2 | 63.2 |

A.2 LEVEL GROUP PILOT

1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 15.
2. Pastikan bahwa output level dari osilator pilot group dalam keadaan normal.
3. Kirimkan referensi pilot group dan ukur output level pada CH S OUT dengan LM 1.

4. Pada saat dilakukan pengujian, frekwensi signalling dari semua kanal ditiadakan.

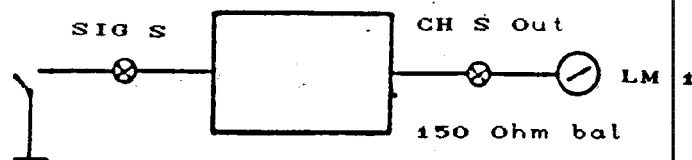


GAMBAR 3. 15 ³⁴⁾

PENGUJIAN LEVEL PILOT GROUP

A.3 LEVEL SIGNALLING

1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 16.
2. Pastikan bahwa output level dari osilator signalling dalam kondisi normal.
3. Kirimkan frekwensi signalling dengan grounding pada terminal SIG S dari unit kanal. Frekwensi signalling dari kanal yang lain ditiadakan.



GAMBAR 3. 16 ³⁵⁾

PENGUJIAN LEVEL SIGNALLING

34) Ibid., p. III - 9

35) Ibid.

4. Ukur level signalling dengan LM 1 dan pada saat dilakukan pengujian, referensi pilot group tidak dipancarkan.

B. SPESIFIKASI TEKNIK

1. 4 WS : - 16 dBr.
CH S OUT : - 36 dBr \pm 1 dB.
SIG LEVEL : - 20 dBmo \pm 1 dB.
G PIL : - 20 dBmo \pm 0,5 dB.
2. CH R IN : - 30 dBr.
4 WR : 7 dBr \pm 1 dB.

Keterangan :

- WS = Wire sending.
CH S OUT = Channel sending output.
SIG LEVEL = Signalling level.
G PIL = Group pilot.
CH R IN = Channel receiving input.
WR = Wire receiving.

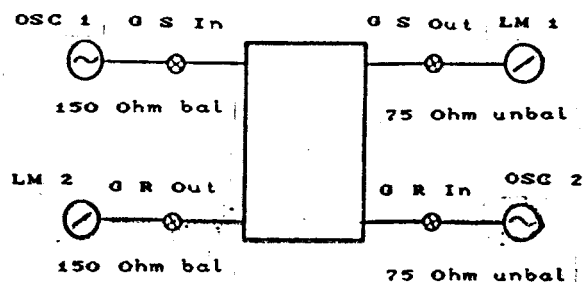
III.3.1.2 GROUP TRANSLATING

A. LANGKAH PENGUJIAN

A.1 SISI PANCAR DAN TERIMA

1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 17.
2. Pastikan bahwa level sinyal pembawa group adalah pada kondisi normal.
3. Gunakan sinyal 84 KHz dengan level nominal dari OSC 1 ke G S IN dan ukur output level pada G S OUT

dengan LM 1.



GAMBAR 3. 17 36)

PENGUJIAN LEVEL PANCAR DAN TERIMA

4. Pada saat dilakukan pengujian, referensi pilot supergroup tidak dipancarkan.
5. Gunakan sinyal lain (lihat tabel 3. 2) dengan ke G R IN dari OSC 2 dan ukur output level pada G R OUT dari group yang bersesuaian dengan LM 2.

A.2 LEVEL SUPER GROUP PILOT

1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 18.
2. Pastikan bahwa output level dari osilator pilot supergroup dalam kondisi normal.

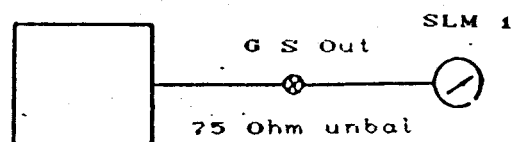
TABEL 3. 2

TEST TONE YANG DIGUNAKAN PADA GROUP

| Group No. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Frekwensi (kHz) | 396 | 394 | 432 | 480 | 528 |

36) Ibid. ,p. III - 20

3. Kirimkan referensi pilot supergroup dan ukur output level pada G S OUT dengan SLM 1.



GAMBAR 3. 18 ³⁷⁾

PENGUJIAN LEVEL PILOT SUPERGROUP

B. SPESIFIKASI TEKNIK

1. G S IN : - 36 dBr
 G S OUT : - 35 dBr \pm 1 dB.
 SG PIL : - 20 dBm \pm 0,5 dB.
2. G R IN : - 30 dBr.
 G R OUT : - 30 dBr \pm 1 dB.

Keterangan :

- G S IN = Group sending input.
 G S OUT = Group sending out.
 SG PIL = Supergroup pilot.
 G R IN = Group receiving input.
 G R OUT = Group receiving output.

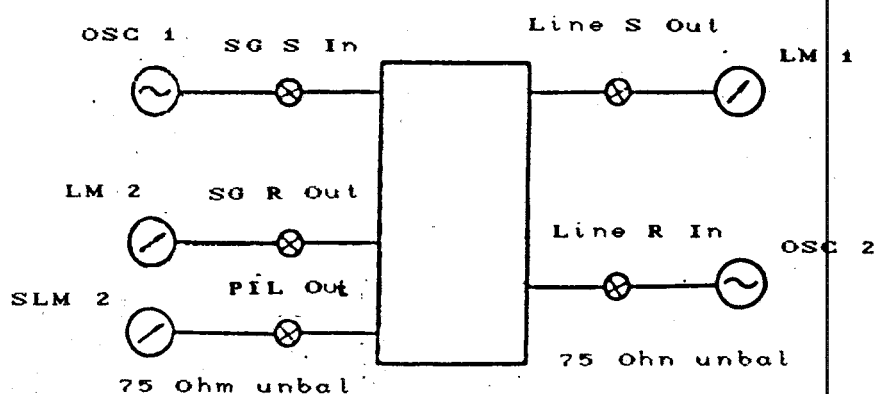
³⁷⁾ Ibid. ,p. III - 20

III.3.1.3 SUPERGROUP TRANSLATING

A. LANGKAH PENGUJIAN.

A.1 SISI PEMANCAR DAN PENERIMA

1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 19.
2. Pastikan bahwa level sinyal pembawa yang disupplay ke "12 IN" dan "124 IN" pada Supergroup carrier supply dalam kondisi normal.
3. Gunakan sinyal 412 KHz dengan level nominal dari OSC 1 ke SG S IN dan ukur output level pada SG S OUT dengan LM 1.
4. Pada saat dilakukan pengujian line pilot tidak dipancarkan.
5. Gunakan sinyal yang ekivalen dengan 412 KHz (lihat tabel 3. 3) dengan level nominal ke SG R IN dari OSC 2 dan ukur output level pada SG R OUT dengan LM 2.



GAMBAR 3. 19 38)

PENGUJIAN LEVEL SETTING

TABEL 3. 3
TEST TONE YANG DIGUNAKAN PADA SUPERGROUP

| | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|
| SG No. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Frek (kHz) | 200 | 412 | 704 | 952 | 1200 | 1448 |
| SG No. | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | |
| Frek (kHz) | 1696 | 1944 | 2192 | 2440 | 2688 | |
| SG No. | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | |
| Frek (kHz) | 2936 | 3184 | 3432 | 3680 | 3928 | |

A.2 LEVEL PILOT

1. Pastikan bahwa output level dari osilator line pilot pada kondisi normal.
2. Kirimkan line pilot dan ukur output level pada SG S OUT dengan SLM 1.
3. Gunakan frekwensi pilot - 10 dBmo ke SG R IN dengan OSC 2.
4. Ukur output level pada PIL OUT dengan SLM 2.

B. SPESIFIKASI TEKNIK

1. SG S IN : - 35 dBr.

SG S OUT untuk :

Sistim 1260 kanal : - 37 dBr \pm 1 dB.

Sistim 300 kanal : - 42 dBr \pm 1 dB.

Sistim 120 kanal : - 45 dBr \pm 1 dB.

LIN PIL pada S G OUT : - 10 dBmo \pm 0,5 dB.

2. SG R IN untuk :

Sistim 1260 kanal : - 28 dBr.

Sistim 300 kanal : - 18 dBr.

Sistim 120 kanal : - 15 dBr.

SG R OUT : - 30 dBr \pm 1 dB.

LIN PIL pada PIL OUT : - 10 dBm \pm 0,5 dB.

Keterangan :

SG S IN = Supergroup sending input.

SG S OUT = Supergroup sending output.

LIN PIL = Line pilot.

SG R IN = Supergroup receiving input.

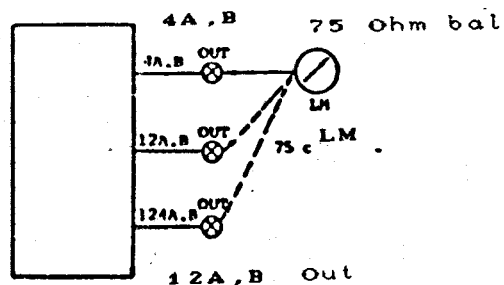
SG R OUT = Supergroup receiving output.

PIL OUT = Pilot output.

III.3.1.4 MASTER OSILATOR

A. LANGKAH PENGUJIAN

1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 20.



GAMBAR 3. 20 39)

PENGUJIAN LEVEL SETTING

39) Ibid. ,p. III - 42

2. Baca penunjukkan pada meter level pengukuran masing-masing "MON" jack pada unit 4A, 12A dan 124A.
3. Ulangi langkah 2 untuk unit 4B, 12B dan 124B.

B. SPESIFIKASI TEKNIK

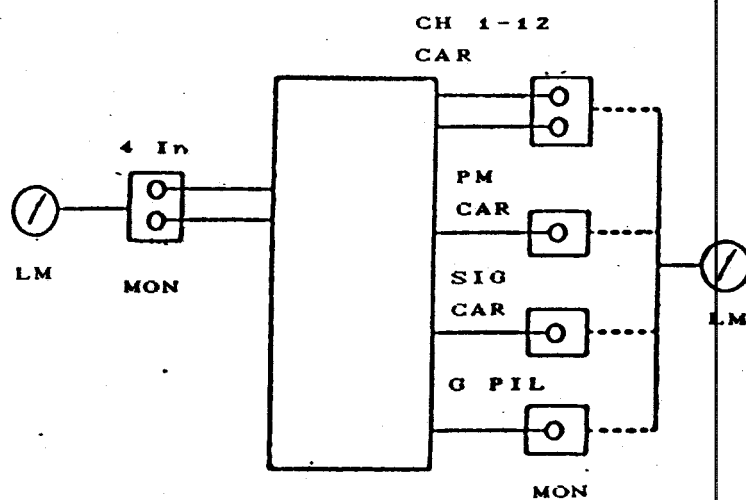
Level pada :

- a. 4A dan 4B MON : - 40 dBm \pm 1 dB.
- b. 12A dan 12B MON : - 40 dBm \pm 1 dB.
- c. 124A dan 124B MON : - 40 dBm \pm 1 dB.

III.3.1.5 CHANNEL CARRIER SUPPLY

A. LANGKAH PENGUJIAN

1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 21.
2. Baca penunjukkan meter level pada masing-masing unit "MON" jack.



GAMBAR 3. 21 40)

PENGUJIAN LEVEL SETTING.

40) Ibid., p. III - 46

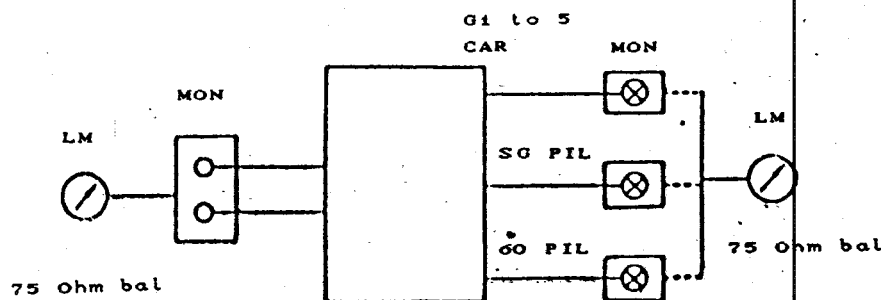
B. SPESIFIKASI TEKNIK

- | | | |
|----------------------|---|--------------------|
| 1. 4 KHz IN | : | - 40 dBm ± 1 dB. |
| MON | : | - 40 dBm ± 2 dB. |
| 2. PM CAR | : | - 40 dBm ± 1 dB. |
| 3. CH CAR (CH1 - 12) | : | - 40 dBm ± 1 dB. |
| 4. SIG CAR | : | - 40 dBm ± 1 dB. |
| 5. G PIL | : | - 40 dBm ± 0,5 dB. |

III.3.1.6 GROUP CARRIER SUPPLY

A. LANGKAH PENGUJIAN

1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 22.
2. Baca penunjukkan meter level pada masing-masing unit "MON" jack.



GAMBAR 3. 22 ⁴¹⁾
 PENGUJIAN LEVEL SETTING

41) Ibid., p. III - 50

B. SPESIFIKASI TEKNIK.

1. 12 KHz IN : - 40 dBm \pm 1 dB.
MON : - 40 dBm \pm 2 dB.
2. G1 to G5 CAR : - 40 dBm \pm 1 dB.
3. SG PIL : - 40 dBm \pm 0,5 dB.
4. 60 PIL : - 40 dBm \pm 0,5 dB.

III. 3.1.7 SUPERGROUP CARRIER SUPPLY

A. LANGKAH PENGUJIAN.

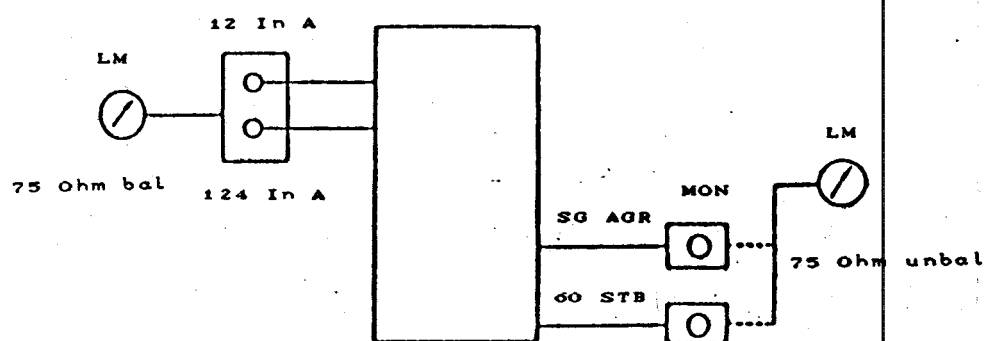
1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 23.
2. Baca penunjukkan meter level pada masing-masing unit "MON" jack.

B. SPESIFIKASI TEKNIK.

1. FUND. FREQ pada :

12 KHz A (B) : - 40 dBm \pm 1 dB.

124 KHz A (B) : - 40 dBm \pm 1 dB.



GAMBAR 3. 23 ⁴²⁾

PENGUJIAN LEVEL SETTING

42) *ibid.*, p. III - 54

2. SG AGR CAR A (B) : - 40 dBm \pm 1 dB.
3. 60 PIL A (B) : - 40 dBm \pm 0,5 dB.

III.3.2 PENGUJIAN TANGGAPAN FREKWENSI

A. TUJUAN

Untuk mengetahui bahwa in band loss yang bersesuaian dengan besar frekwensi kerja berbagai perangkat adalah dalam batas tertentu (memenuhi spesifikasi teknik).

B. PERALATAN PENGUJIAN

1. ME - 427A B.B Test Set.
2. Return Amplifier.

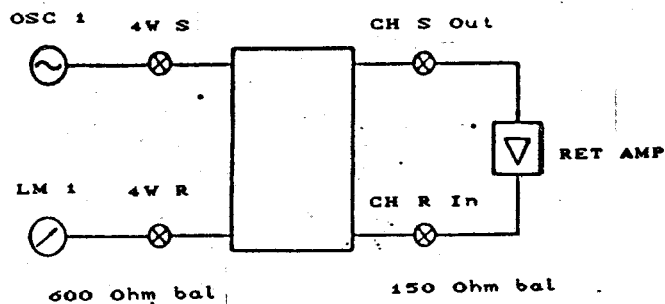
III.3.2.1 CHANNEL TRANSLATING

A. LANGKAH PENGUJIAN

1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 24.
2. Buat hubungan loop back antara CH S OUT dan CH R IN dengan menggunakan RET AMP yang dilengkapi gain untuk mengkompensasi perbedaan level kedua terminal tersebut.
3. Output level OSC 1 diset pada input level nominal.
4. Ubah frekwensi output dari OSC 1 dengan output level konstan dan ukur output level untuk masing-masing frekwensi ; 0,3, 0,4, 0,6, 0,8, 2,4, 3 dan 3,4 KHz pada 4W R dengan LM 1.
5. Ukur deviasi level pada 4W R yang bersesuaian dengan level pada 800 Hz.

B. SPESIFIKASI TEKNIK.

CCITT G. 232/Gambar 1/Grafik No. 2B.



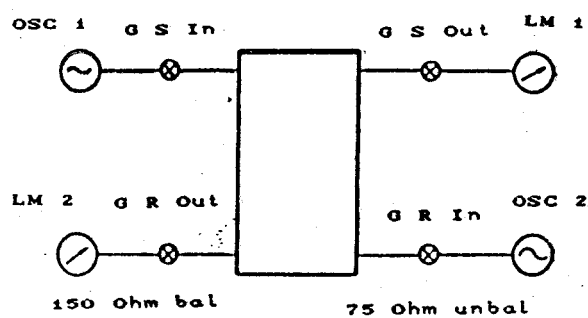
GAMBAR 3. 24 43)

PENGUJIAN TANGGAPAN FREKWENSI

III.3.2.2 GROUP TRANSLATING

A. LANGKAH PENGUJIAN.

1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 25.



GAMBAR 3. 25 44)

PENGUJIAN TANGGAPAN FREKWENSI

43) Ibid., p. III - 11

44) Ibid., p. III - 22

A.1 SISI PANCAR

1. Gunakan sinyal antara 60,175 sampai 107,7 KHz (lihat tabel 3.4) ke G S IN pada level nominal dengan OSC 1 dan ukur output level pada G S OUT dengan LM 1.
2. Hitung deviasi level pada G S OUT yang bersesuaian dengan level pada 84 KHz (lihat tabel 3.4).

A.2 SISI TERIMA

1. Gunakan sinyal berfrekwensi tertentu (lihat tabel 3.4) ke G R IN pada level nominal dengan OSC 2 dan ukur output level pada G R OUT dengan LM 2.

TABEL 3.4

TEST TONE YANG DIGUNAKAN PADA GROUP

| G S IN (kHz) | | 60.175 | 64 | 70 | 76 | 80 | 84 | 90 | 96 |
|-----------------|-----|---------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| G R IN (kHz) | G 1 | 359.825 | 356 | 350 | 344 | 340 | 336 | 330 | 324 |
| | G 2 | 407.825 | 404 | 398 | 392 | 388 | 384 | 378 | 372 |
| | G 3 | 455.825 | 452 | 446 | 440 | 436 | 432 | 426 | 420 |
| | G 4 | 503.825 | 500 | 494 | 488 | 484 | 480 | 474 | 468 |
| | G 5 | 551.825 | 548 | 542 | 536 | 532 | 528 | 522 | 516 |
| G S IN (kHz) | | 100 | 104 | 107.7 | | | | | |
| G R IN (kHz) | G 1 | 320 | 316 | 312.3 | | | | | |
| | G 2 | 368 | 364 | 360.3 | | | | | |
| | G 3 | 416 | 412.3 | 408.3 | | | | | |
| | G 4 | 464 | 460 | 456.3 | | | | | |
| | G 5 | 512 | 508 | 504.3 | | | | | |

2. Hitung deviasi level pada G R OUT dengan level yang ekuivalen dengan frekwensi 84 KHz (lihat tabel 3. 4).

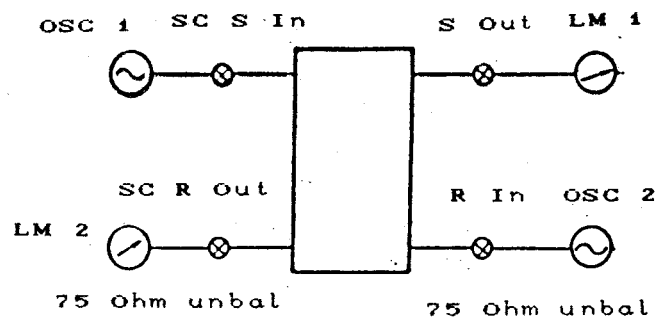
B. SPESIFIKASI TEKNIK

1. 0,5 dB pada frekwensi 48 KHz.
2. 0,25 dB pada frekwensi 4 KHz.

III.3.2.3 SUPERGROUP TRANSLATING

A. LANGKAH PENGUJIAN

1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 26.



GAMBAR 3. 26 ⁴⁵⁾

PENGUJIAN TANGGAPAN FREKWENSI

A.1. SISI PANCAR

1. Gunakan sinyal berfrekwensi antara 312 sampai 552 KHz (lihat tabel 3. 5) dengan level nominal dari OSC 1 dan diumpankan ke SG S IN dan ukur level output pada SG S OUT dengan LM 1.

⁴⁵⁾ Ibid., p. III - 99

2. Hitung deviasi level pada SG S OUT dengan level yang bersesuaian dengan frekwensi 412 KHZ.

A.2. SISI TERIMA

1. Gunakan sinyal tertentu (lihat tabel 3. 5) dengan level nominal dari OSC 2 diumpankan ke SG R IN dan kemudian ukur output level pada SG R OUT dengan LM 2.
2. Hitung deviasi level pada SG R OUT dengan level yang bersesuaian dengan frekwensi 412 KHz.

B. SPESIFIKASI TEKNIK

1. 0,6 dB pada frekwensi 240 KHz.
2. 0,5 dB pada frekwensi 48 KHz.
3. 0,25 dB pada frekwensi 4 KHz.

TABEL 3. 5
TEST TONE YANG DIGUNAKAN PADA SUPERGROUP

| SG S IN (kHz) | | 312 | 360 | 408 | 412 | 456 | 504 | 552 |
|------------------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|
| SG R IN (kHz) | SG 1 | 300 | 252 | 204 | 200 | 156 | 108 | 60.17 |
| | SG 2 | 312 | 360 | 408 | 412 | 456 | 504 | 552 |
| | SG 3 | 804 | 756 | 708 | 704 | 660 | 612 | 564 |
| | SG 4 | 1052 | 1004 | 956 | 952 | 908 | 860 | 812 |
| | SG 5 | 1300 | 1252 | 1204 | 1200 | 1156 | 1108 | 1060 |
| | SG 6 | 1548 | 1500 | 1452 | 1448 | 1404 | 1356 | 1308 |
| | SG 7 | 1796 | 1748 | 1700 | 1696 | 1652 | 1604 | 1556 |
| | SG 8 | 2044 | 1996 | 1948 | 1944 | 1900 | 1852 | 1804 |
| | SG 9 | 2292 | 2244 | 2196 | 2192 | 2148 | 2100 | 2052 |
| | SG 10 | 2540 | 2492 | 2444 | 2440 | 2396 | 2348 | 2300 |
| | SG 11 | 2788 | 2740 | 2692 | 2688 | 2644 | 2596 | 2548 |
| | SG 12 | 3036 | 2988 | 2940 | 2936 | 2892 | 2844 | 2796 |
| | SG 13 | 3284 | 3236 | 3188 | 3184 | 3140 | 3092 | 3044 |
| | SG 14 | 3532 | 3484 | 3436 | 3432 | 3388 | 3340 | 3292 |
| | SG 15 | 3780 | 3732 | 3684 | 3680 | 3636 | 3588 | 3540 |
| | SG 16 | 4028 | 3980 | 3932 | 3928 | 3884 | 3836 | 3788 |

III.3.3 PENGUJIAN IDLE NOISE

A. TUJUAN.

Untuk mengetahui bahwa level idle noise yang terdapat pada perangkat multiplek tanpa sinyal input adalah sesuai dengan spesifikasi teknik.

B. PERALATAN PENGUJIAN

1. 3556A Psophometer.
2. Return Amplifier.
3. ML - 42B Selective Level Meter.

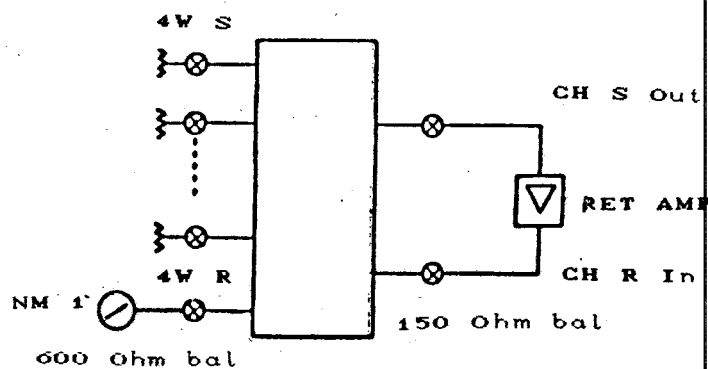
III.3.3.1 CHANNEL TRANSLATING

A. LANGKAH PENGUJIAN

1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 27.
2. Antara CH S OUT dan CH R IN dihubungkan dengan RET AMP yang mempunyai gain untuk mengkompensasi perbedaan level kedua terminal tersebut.
3. Pada saat dilakukan pengujian seluruh frekwensi signaling ditiadakan.
4. Ukur level noise pada 4W R dengan LM 1.

B. SPESIFIKASI TEKNIK

Idle noise : 100 pWOp atau lebih kecil.



GAMBAR 3. 27 46)

PENGUJIAN IDLE NOISE

46) Ibid., p. III - 13

Keterangan :

1. Pada saat dilakukan pengujian seluruh terminal 4W S pada kanal bank adalah dihubungkan dengan resistor 600 ohm.
2. Idle noise dapat dihitung dengan persamaan

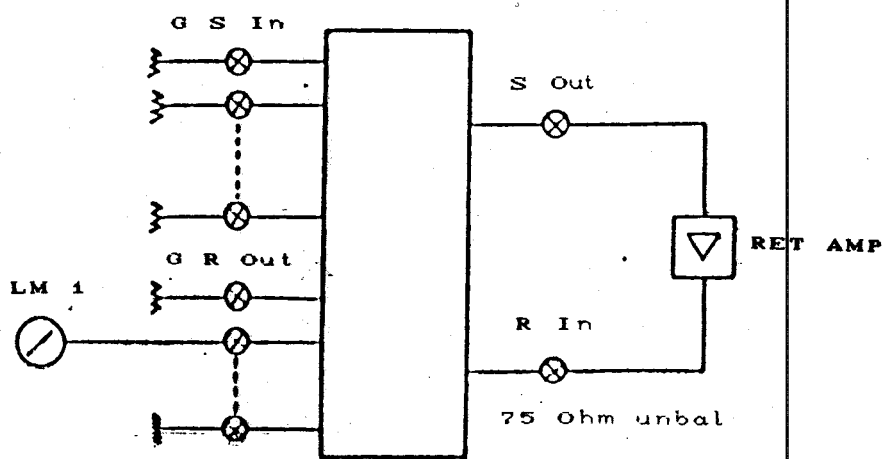
$$\text{Idle noise (pWOp)} = 10^{\frac{x + 90}{10}} \dots \dots \dots (3-6)$$

dimana X = penunjukkan meter level

III.3.3.2 GROUP TRANSLATING

A. LANGKAH PENGUJIAN

1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 28.
2. G S OUT dan G R IN dan G R IN dihubungkan dengan RET AMP yang mempunyai gain untuk mengkompensasi beda level kedua terminal tersebut.



GAMBAR 3. 28 47)

PENGUJIAN IDLE NOISE

47) Ibid., p. III - 24

3. Ukur level noise pada G R OUT dengan SLM 1.
4. Hitung idle noise sebagai berikut :

$$x \text{ (dBmOp)} = \text{SLM 1 reading} + 10 \log 10^{31/B} - \text{Test tone level} - 2,5 \dots\dots\dots (3-7)$$

$$\text{Idle noise (pWOp)} = 10^{(x + 90)/10} \dots\dots\dots (3-8)$$

B = Selective bandwitdh dari SLM 1.

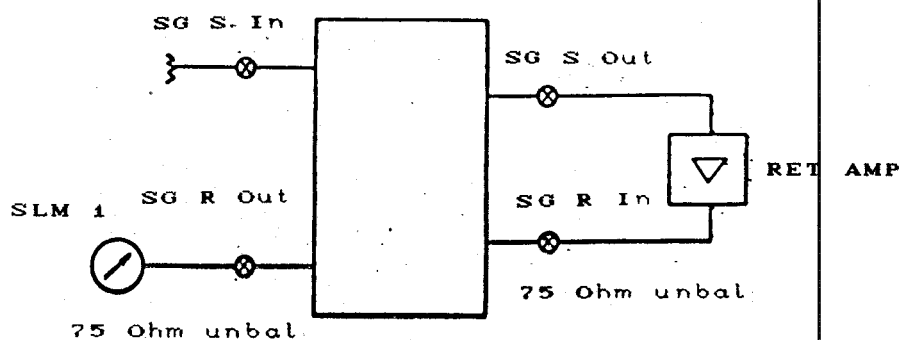
B. SPESIFIKASI TEKNIK.

Idle noise : 50 pWOp atau lebih kecil.

III.3.3.3 SUPERGROUP TRANSLATING

A. LANGKAH PENGUJIAN.

1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 29.



GAMBAR 3. 29⁴⁸⁾
 PENGUJIAN IDLE NOISE

48) Ibid., p. III - 95

2. SG S OUT dan SG R IN dihubungkan dengan menggunakan RET AMP dengan gain untuk mengkompensasi beda level kedua terminal tersebut.

3. Ukur level noise pada SG R OUT dengan SLM 1.

4. Hitung idle noise sebagai berikut :

$$x \text{ (dBmOp)} = \text{SLM 1 reading} + 10 \log 10^{3,4/B} - \text{Test tone level} - 2,5 \dots \dots \dots (3-9)$$

$$\text{Idle noise (pWOp)} = 10^{(x + 90)/10} \dots \dots \dots (3-10)$$

B = Selective bandwitdh pada SLM 1.

B. SPESIFIKASI TEKNIK.

Idle noise : 30 pWOp atau lebih kecil

Keterangan :

Pada saat dilakukan pengujian seluruh terminal SG S IN dihubungkan dengan resistor 75 ohm.

III.3.4 PENGUJIAN CARRIER LEAK

A. TUJUAN.

Untuk mengetahui carrier leak pada suatu perangkat.

B. PERALATAN PENGUJIAN.

1. ML - 21A Selective Level Meter

atau

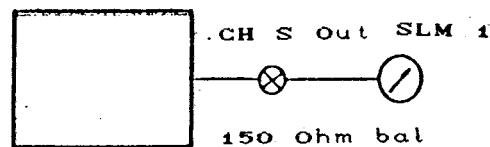
2. ME - 42B Selective level Meter.

III.3.4.1 CHANNEL TRANSLATING

A. LANGKAH PENGUJIAN.

1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 30.

2. Seluruh frekwensi signalling dan referensi pilot group yang dikirimkan ditiadakan.
3. Ukur level carrier leak dengan SLM 1 pada terminal CH S OUT dengan mengeset masing-masing frekwensi sinyal pembawa.



GAMBAR 3. 30⁴⁹⁾
PENGUJIAN CARRIER LEAK

B. SPESIFIKASI TEKNIK

Carrier leak : - 30 dBm₀ atau lebih kecil.

III.3.4.2 GROUP TRANSLATING

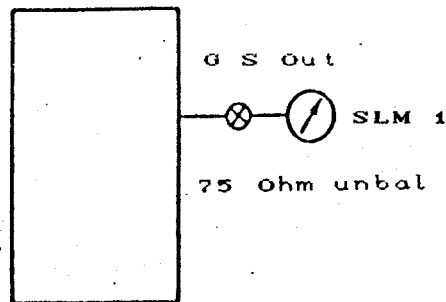
A. LANGKAH PENGUJIAN

1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 31.
2. Referensi pilot supergroup pengirim ditiadakan.
3. Ukur level carrier leak dengan SLM 1 pada terminal G S OUT dengan mengeset masing-masing frekwensi sinyal pembawa.

B. SPESIFIKASI TEKNIK

Carrier leak : - 43 dBm₀ atau lebih kecil.

49) Ibid., p. III - 15

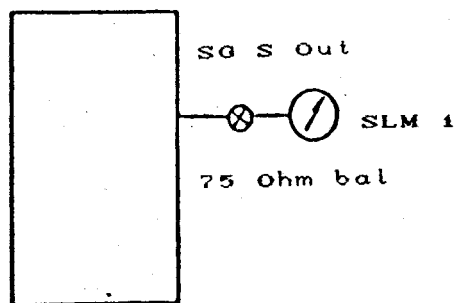
GAMBAR 3. 31⁵⁰⁾

PENGUJIAN CARRIER LEAK

III. 3. 4. 3 SUPERGROUP TRANSLATING

A. LANGKAH PENGUJIAN

1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 32.
2. Pilot kanal yang dikirimkan ditiadakan.
3. Ukur level carrier leak dengan SLM 1 pada terminal SG S OUT dengan mengeset masing-masing frekwensi sinyal pembawa.

GAMBAR 3. 32⁵¹⁾

PENGUJIAN CARRIER LEAK

50) Ibid., p. III - 26

51) Ibid., p. III - 37

B. SPESIFIKASI TEKNIK

Carrier leak : - 50 dBm atau lebih kecil.

III.3.5 PENGUJIAN DISTORSI SIGNALLING

A. TUJUAN

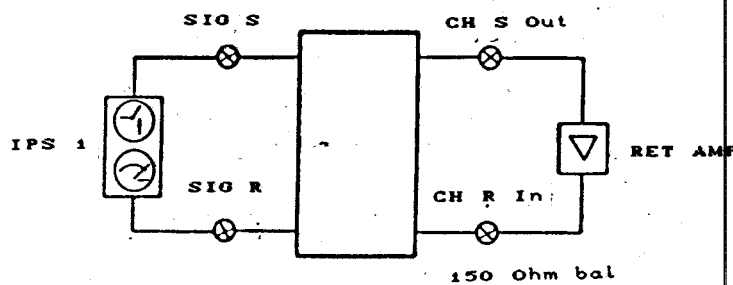
Untuk mengetahui distorsi signalling yang disebabkan pemancaran frekwensi signalling yang melewati pengirim signalling dan penerima signalling pada kanal translator dari perangkat Channel translating.

B. PERALATAN PENGUJIAN

1. Impulsa sender.
2. Return Amplifier.

C. LANGKAH PENGUJIAN

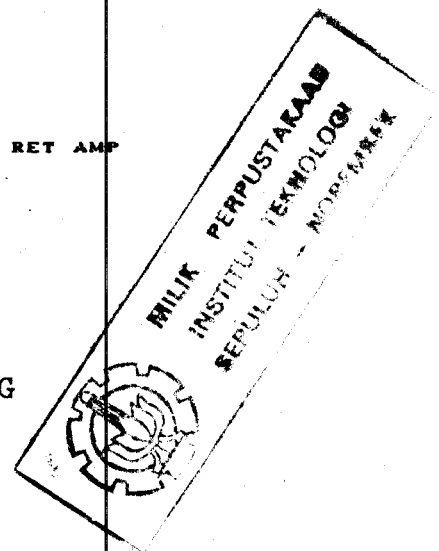
1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 33.
2. CH S OUT dan CH R IN dihubungkan dengan RET AMP yang mempunyai gain untuk mengkompensasi perbedaan level antara kedua terminal tersebut.



GAMBAR 3. 33 52)

PENGUJIAN DISTORSI SIGNALLING

52) Ibid., p. III - 17



3. Hubungkan output terminal mekanik pada pengirim pulsa (IPS 1) ke SIG S pada kanal yang diuji.
4. Ukur perbandingan sinyal OPEN/GROUND yang kelihatan pada SIG R pada kanal yang diuji dengan menggunakan IPS 1.
5. Ukur perbandingan variasi level dari ± 5 dB pada CH R IN.

D. SPESIFIKASI TEKNIK

± 3 ms dengan :

| | | |
|--------------------|---|-------------|
| Kecepatan dialling | : | 10 pps. |
| Hasil perbandingan | : | 33%. |
| Variasi level | : | ± 5 dB. |

III.3.6 PENGUJIAN LEVEL REGULASI AGR

A. TUJUAN

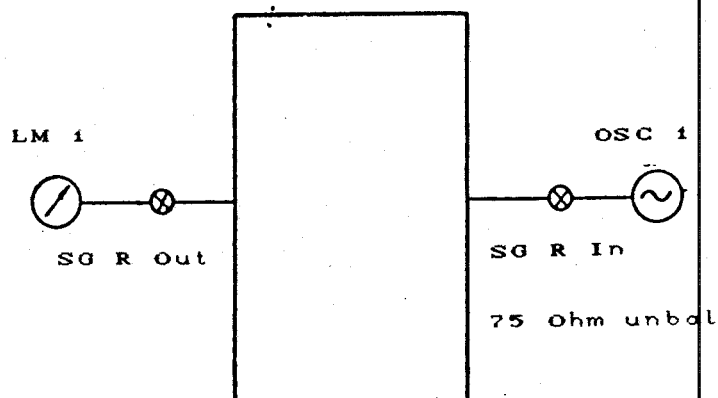
Untuk mengetahui level regulasi dari AGR pada Supergroup translating.

B. PERALATAN PENGUJIAN

1. ME - 427A B.B Test set.

C. LANGKAH PENGUJIAN

1. Rangkaian pengujian seperti pada gambar 3. 34.
2. Gunakan sinyal ekivalen dengan 411,92 KHz (lihat tabel 3. 6) dengan level - 20 dBm ke SG R IN dari OSC 1 dan pastikan bahwa output level dari SG R OUT pada supergroup yang bersesuaian dengan IM 1.

GAMBAR 3. 34⁵³⁾

PENGUJIAN LEVEL REGULASI

3. Ubah input level pada SG R IN dengan ± 4 dB dari level - 20 dBm0.
4. Ukur output level pada SG R OUT dan tentukan deviasi yang terukur pada langkah 1.

D. SPESIFIKASI TEKNIK

Fariasi input level : ± 4 dB.

Compression ratio : $\pm 0,4$ dB atau lebih kecil.

53) Ibid., p. 99

TABEL 3. 6
TEST TONE YANG DIGUNAKAN PADA SUPERGROUP

| | | | | | |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| SG No. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Frek. (kHz) | 200.08 | 411.92 | 704.08 | 952.08 | 1200.08 |
| SG No. | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Frek. (kHz) | 1448.08 | 1696.08 | 1944.08 | 2192.08 | 2440.08 |
| SG No. | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| Frek. (kHz) | 2688.08 | 2936.08 | 3184.08 | 3432.08 | 3680.08 |
| SG No. | 16 | | | | |
| Frek. (kHz) | 3928.08 | | | | |

B A B IV
DATA PENGUJIAN

IV.1 UMUM

Pengujian yang dilakukan pada perangkat FDM - FM dibagi menjadi dua yaitu pengujian pada perangkat modulator - demodulator dan pengujian pada perangkat multiplex.

Dalam bab ini akan diuraikan berbagai data hasil pengujian perangkat FDM - FM yang telah dilakukan dengan mengacu pada metode pengujian yang telah diuraikan dalam bab tiga.

Perangkat modulator - demodulator yang akan diambil data pengujiannya adalah perangkat modulator - demodulator tipe MD - 1260V - 104. Sedangkan perangkat multiplex yang terdiri dari beberapa sub perangkat yang akan diambil data pengujiannya adalah sebagai berikut :

1. Channel Translating tipe N5000
2. Group Translating tipe N5001
3. Supergroup Translating tipe N5003 / N5004
4. Master Osilator tipe N5007
5. Channel Carrier Supply tipe N5008
6. Group Carrier Supply tipe N5009
7. Supergroup Carrier Supply N5010

Semua data hasil pengujian (acceptance test) yang diuraikan didalam bab ini adalah untuk mengetahui bahwa

semua perangkat yang diuji dapat dioperasikan sesuai dengan fungsinya karena telah memenuhi spesifikasi teknik yang telah ditentukan.

IV.2 DATA PENGUJIAN PERANGKAT MODULATOR - DEMODULATOR

Ada berbagai pengujian yang dapat dilakukan pada perangkat modulator - demodulator, agar dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya, tetapi ada beberapa yang dianggap penting dan bersifat umum seperti dinyatakan dalam tabel 4.1.

TABEL 4. 1

HASIL PENGUJIAN PERANGKAT MODULATOR - DEMODULATOR

| NO | JENIS PENGUJIAN | HASIL PENGUJIAN |
|----|--|-----------------|
| 1 | Output level IF modulator | 4 dBm |
| 2 | Output frekwensi IF modulator | 70 MHz |
| 3 | Deviasi frekwensi modulator | 200 KHz / kanal |
| 4 | Karakt. Frekwensi baseband demodulator | |
| | a. Output level | - 28 dBm |
| | b. Jangkauan amplitudo | $\pm 0,5$ dB |

| | | |
|---|--|----------------|
| | c. Jangkauan frekwensi | 60 - 5.636 KHz |
| 5 | Input dan output return loss IF | 26 dB |
| 6 | Linearity dan Group delay pada modulator | 3% |
| 7 | Linearity dan Group delay pada demodulator | 3% |
| 8 | Alarm modulator - demodulator | Baik |
| 9 | Meter reading modulator - demodulator | Baik |

IV.3 DATA PENGUJIAN PERANGKAT MULTIPLEK

IV.3.1 CHANNEL TRANSLATING

Ada berbagai pengujian yang dapat dilakukan pada Channel translating agar dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya, tetapi ada beberapa yang dianggap penting dan bersifat umum seperti dinyatakan dalam tabel 4. 2.

TABEL 4. 2
HASIL PENGUJIAN CHANNEL TRANSLATING

| NO | JENIS PENGUJIAN | HASIL PENGUJIAN |
|----|---------------------|--|
| 1 | Level setting | a. 4 WS : - 16 dBr b. CH S Out : - 36 dBr c. SIG Level : - 20 dBmo d. G Pilot : - 20 dBmo e. CH R In : - 30 dBr f. 4 WR : 7 dBr |
| 2 | Jangkauan frekwensi | Seperti pada CCITT G. 232 / Gambar 1 No 2B |
| 3 | Idle noise | 100 pWOp |
| 4 | Carrier leak | - 43 dBmo |
| 5 | Distorsi signalling | a. Kecept. dialling : 10 pps b. Hasil perband. : 33% c. Fariasi level : ± 5 dB |

IV.3.2 GROUP TRANSLATING

Ada berbagai pengujian yang dapat dilakukan pada Group translating agar dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya, tetapi ada beberapa yang dianggap penting dan bersifat umum seperti dinyatakan dalam tabel 4. 3.

TABEL 4. 3
HASIL PENGUJIAN GROUP TRANSLATING

| NO | JENIS PENGUJIAN | HASIL PENGUJIAN |
|----|---------------------|--|
| 1 | Level setting | a. G S In : - 36 dBr b. G S Out : - 35 dBr c. SG Pil : - 20 dBm d. G R In : - 30 dBr e. G R Out : - 30 dBr |
| 2 | Jangkauan frekwensi | a. 0,5 dB pada frek 48 KHz b. 0,25 dB pada frek 4 KHz |
| 3 | Idle noise | 100 pWOp |
| 4 | Carrier leak | - 43 dBmo |

IV.3.3 SUPERGROUP TRANSLATING

Ada berbagai pengujian yang dapat dilakukan pada Supergroup translating agar dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya, tetapi ada beberapa yang dianggap penting dan bersifat umum seperti dinyatakan dalam tabel 4. 4.

TABEL 4. 4
HASIL PENGUJIAN SUPERGROUP TRANSLATING

| NO | JENIS PENGUJIAN | HASIL PENGUJIAN |
|----|---------------------|---|
| 1 | Level setting | a. SG S In : - 35 dBr b. SG S Out b.1. St 1260 kn: - 37 dBr b.2. St 300 kn : - 42 dBr b.3. St 120 kn : - 45 dBr |
| 2 | Jangkauan frekwensi | a. 240 KHz pada level 0,6 dB b. 48 KHz pada lev. 0,5 dB c. 4 KHz pada lev. 0,25 dB |
| 3 | Idle noise | 50 pWOp |
| 4 | Carrier leak | - 50 dBmo |
| 5 | Level regulasi AGR | a. Far lev input : \pm 4 dB b. Commpr ratio : \pm 4,5 dB |

IV.3.4 MASTER OSCILLATOR

Ada berbagai pengujian yang dapat dilakukan pada Master oscillator agar dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya, tetapi ada yang dianggap penting dan bersifat umum seperti dinyatakan dalam tabel 4. 5.

TABEL 4. 5
HASIL PENGUJIAN MASTER OSCILLATOR

| NO | JENIS PENGUJIAN | HASIL PENGUJIAN |
|----|-----------------|---|
| 1 | Level setting | a. 4A dan 4B MON adalah - 40 dBm b. 12A dan 12B MON adalah - 40 dBm c. 124A dan 124B MON adalah - 40 dBm |

IV.3.5 CHANNEL CARRIER SUPPLY

Ada berbagai pengujian yang dapat dilakukan pada Channel carrier supply agar dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya, tetapi ada yang dianggap penting dan bersifat umum seperti dinyatakan dalam tabel 4. 6.

TABEL 4. 6
HASIL PENGUJIAN CHANNEL CARRIER SUPPLY

| NO | JENIS PENGUJIAN | HASIL PENGUJIAN |
|----|-----------------|---|
| 1 | Level setting | a. 4 KHz In : - 40 dBm b. 4 KHz Mon : - 40 dBm c. PM Car : - 40 dBm d. CH Car : - 40 dBm e. SIG Car : - 40 dBm f. G Pil : - 40 dBm |

IV.3.6 GROUP CARRIER SUPPLY

Ada berbagai pengujian yang dapat dilakukan pada Group carrier supply agar dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya, tetapi ada yang dianggap penting dan bersifat umum seperti dinyatakan dalam tabel 4. 7.

TABEL 4. 7
HASIL PENGUJIAN GROUP CARRIER SUPPLY

| NO | JENIS PENGUJIAN | HASIL PENGUJIAN |
|----|-----------------|--|
| 1 | Level setting | a. 12 KHz In : - 40 dBm b. 12 KHz Mon : - 40 dBm c. G1 - G5 Car : - 40 dBm d. SG Pil : - 40 dBm e. 60 Pil : - 40 dBm |

IV.3.7 SUPERGROUP CARRIER SUPPLY

Ada berbagai pengujian yang dapat dilakukan pada Supergroup carrier supply agar dapat beroperasi sesuai dengan yang fungsinya, tetapi ada yang dianggap penting dan bersifat umum seperti dinyatakan dalam tabel 4. 8.

TABEL 4. 8

HASIL PENGUJIAN SUPERGROUP CARRIER SUPPLY

| NO | JENIS PENGUJIAN | HASIL PENGUJIAN |
|----|-----------------|---|
| 1 | Level setting | a. 12 KHz A / B : - 40 dBm b. 124 KHz A / B : - 40dBm c. SG AGR Car A / B : - 40 dBm d. 60 Pil A / B : - 40 dBm |

V.1 KESIMPULAN

Dari uraian bab-bab di depan dapat diperoleh berbagai kesimpulan yang diantaranya adalah :

1. Untuk menjaga kontinuitas kerja dari perangkat FDM - FM perlu dilakukan berbagai pengujian perangkat yang bersifat periodik (pengujian harian, pengujian mingguan, pengujian bulanan, dan pengujian tahunan). Ini dilakukan terutama karena perangkat tersebut dalam bekerjanya mempunyai kestabilan operasi (memenuhi spesifikasi) hanya dalam periode waktu tertentu.
2. Pengujian periodik yang dilakukan adalah berhubungan erat dengan stabilitas kerja dari berbagai komponen / sistim dalam perangkat FDM - FM. Di sini artinya adalah untuk komponen / sistim perangkat yang dalam beroperasinya sering berubah atau kestabilan operasinya sering terganggu maka periode pengujiannya adalah lebih pendek dibandingkan dengan perangkat / sistim yang dalam beroperasinya mempunyai tingkat kestabilan yang lebih tinggi.

3. Dalam melakukan berbagai pengujian yang terbagi dalam berbagai periode, hendaknya waktu pengujian adalah diatur sedemikian rupa sehingga waktu pengujian pada periode pengujian yang lebih panjang merupakan kelipatan dari waktu pengujian pada periode pengujian yang lebih pendek. Ini dilakukan agar memudahkan pengaturan jadwal waktu pengujian dari berbagai periode pengujian dan diharapkan dapat juga menghemat biaya dan tenaga.
4. Pada waktu akan dilaksanakan berbagai pengujian yang bersifat periodik pada perangkat FDM - FM, hendaknya telah tersedia berbagai meter ukur dan peralatan pengujian lainnya yang diperlukan disamping pelaksana pengujian dalam jumlah yang cukup. Ini dimaksudkan demi kelancaran pelaksanaan pengujian itu sendiri sehingga dapat selesai tepat waktu.
5. Di dalam stasiun perangkat FDM - FM sebaiknya telah tersedia sparepart / suku cadang berbagai komponen perangkat FDM - FM. Ini dimaksudkan agar apabila ada kerusakan pada komponen perangkat FDM - FM dapat langsung diganti dengan komponen yang baru yang telah tersedia. Disamping itu juga tersedia lengkap buku manual tentang perangkat FDM - FM yang bisa digunakan untuk membantu para operator maupun pelaksana pengujian dalam hal mengetahui data

teknik, spesifikasi maupun petunjuk operasi perangkat FDM - FM.

V.2 SARAN

Dari uraian bab-bab di depan diketahui bahwa untuk menjaga kontinuitas kerja perangkat FDM - FM perlu dilakukan berbagai pengujian yang bersifat periodik yang tentunya memerlukan waktu, biaya, dan tenaga yang tidak sedikit. Untuk mengatasi hal ini perlu dicari alternatif lain yaitu penerapan sistim digital (time division multiplexing), dimana dalam pengoperasian maupun penanganan gangguan perangkat dapat dilaksanakan secara terpadu dengan menggunakan sistim kontrol (komputer) dan ini tentunya lebih menghemat waktu, biaya dan tenaga.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hamsher, Donald H, Communication System Engineering Handbook.
2. Kennedy, Electronic Communication System, 3 rd edition.
3. Freeman, Roger L, Telecommunication Transmission, 2 nd. Ed.
4. Freeman, Roger L, Reference Manual for Telecommunication Engineering.
5. NEC, Field Acceptance Test Procedure for Jawa - Bali Microwave System, NEC Japan.
6. NEC, Field Acceptance Test Procedure for Medan - Banda Aceh Microwave System, NEC Japan.
7. NEC, Instruction Manual for Multiplex Equipment for Jawa - Bali Microwave System, 3 RD Bearer expansion project (PRANTRA), Vol I and Vol II, NEC Japan.
8. NEC, Instruction Manual for Modulator - Demodulator, NEC Japan.
9. NEC, Maintenance Handbook for Carrier Multiplex Equipment, NEC Japan.
10. NEC, Operation and Maintenance Manual for Multichannel Carrier Telephone terminal equipment, NEC Japan.
11. NEC, Transmission System, Economical and Technical Aspect of The Choice of Transmission System, GAS 3 Manual Ed. 1986. Vol I.

USULAN TUGAS AKHIR

- A. JUDUL TUGAS AKHIR : STUDI TENTANG PENGUJIAN PERANGKAT FDM - FM PADA SISTIM RADIO RELAY.
- B. RUANG LINGKUP : 1. Sistim Komunikasi Terapan.
2. Sistim modulasi.
3. Sistim Komunikasi.
- C. LATAR BELAKANG : Dalam era modern salah satu cirinya ditandai dengan peningkatan jasa telekomunikasi. Salah satu cara untuk memenuhinya adalah dengan pembuatan berbagai perangkat elektronik yang menunjang kerja sistim telekomunikasi yang diantaranya adalah perangkat FDM - FM. Secara garis besar perangkat ini bekerja adalah sebagai berikut : beberapa sinyal informasi masing masing memodulasi sebuah sinyal carrier yang frekwensinya tertentu secara SSB, kemudian sinyal - sinyal hasil modulasi tersebut dimultiplexing sehingga diperoleh sinyal baseband yang siap

ditransmisikan ketempat yang diinginkan. Perangkat FDM - FM ini banyak digunakan pada sistim telekomunikasi yang menggunakan udara sebagai media transmisi (sistim radio relay).

- D. PENELAAHAN STUDI** : Merasakan demikian besar peranan perangkat FDM - FM dalam menunjang kerja sistim telekomunikasi, maka perlu didapatkan pengetahuan tentang cara pengujian perangkat tersebut khususnya yang menggunakan udara sebagai media transmisi.
- E. TUJUAN** : Memperoleh data tentang cara pengujian perangkat FDM - FM pada sistim radio relay.
- F. LANGKAH LANGKAH** :
1. Studi literatur.
 2. Pengumpulan data pengujian perangkat FDM - FM.
 3. Pembahasan
 4. Kesimpulan.
 5. Penulisan naskah.

G. JADWAL

:

| Kegiatan | Bulan | | | | | |
|------------------|-------|----|-----|----|---|----|
| | I | II | III | IV | V | VI |
| Studi literatur | ■ | ■ | ■ | ■ | | |
| Pengumpulan Data | | ■ | ■ | ■ | | |
| Pembahasan | | | ■ | ■ | ■ | |
| Kesimpulan | | | | | ■ | ■ |
| Penulisan naskah | | | | | ■ | ■ |

H. RELEVANSI

: Untuk mengimbangi pemakaian jasa telekomunikasi yang terus meningkat, perlu dipikirkan dan dikembangkan pembuatan dan pemakaian perangkat FDM - FM yang lebih berkualitas.