

**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM DISTRIBUSI VIDEO E-LEARNING  
MENGUNAKAN KABEL KOAKSIAL PADA DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI, UNIVERSITAS  
TELKOM**

*(Design And Implementation Of Distribution System Using E-learning Video Coaxial In Industrial  
Engineering Department, Telkom University)*

Andrea<sup>1</sup>, HAFIDUDIN, ST., MT.<sup>2</sup>, TENGKU AHMAD RIZA, ST., MT.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[andrefagon@gmail.com](mailto:andrefagon@gmail.com), <sup>2</sup>[dennydarlis@gmail.com](mailto:dennydarlis@gmail.com), <sup>3</sup>[tody@telkomuniversity.ac.id](mailto:tody@telkomuniversity.ac.id)

---

**Abstrak**

Kebutuhan akan sebuah layanan multimedia sebagai media pembelajaran yang berbasis video e-learning jarang ditemukan di berbagai institusi pendidikan. Video merupakan media komunikasi yang sangat menarik untuk variasi proses belajar mengajar baik sebagai media penyampaian materi, maupun peningkatan atensi dan antusiasme bagi pelajar.

Perancangan skenario ideal untuk proses distribusi konten video e-learning melalui jaringan koaksial (RG-11) di Departemen Teknik Industri Universitas Telkom dengan menggunakan sistem *broadcast* yang *real time* yang telah di rancang dengan *software cable tools*. Skenario tersebut mencakup komponen penyusun yang terdapat pada *headend*, dan kabel koaksial.

Dengan perancangan ini diharapkan proses pembelajaran lebih efektif dan menyenangkan dan mencapai parameter (CSO, CNR, dan CTB). Dan memudahkan publikasi suatu informasi dalam gedung departemen teknik industri.

Kata Kunci : Koaksial, e-learning, multimedia

---

**Abstract**

The need for a multimedia service as an educational media based on e-learning video is rarely found in any educational institution. Video is a medium of communication that is very attractive for both teaching and learning process as a medium for a material delivery or increasing attention and enthusiasm for the students.

The design of an ideal scenario for the distribution process of an e-learning video content through a coaxial network (RG-11) in industrial engineering department of telkom university by using a real time broadcast system which has been designed by software cable tools. Such scenario includes the constituent components that contained in headend and coaxial cable.

The design results expected the learning process could be more effective and enjoyable, and achieving the parameters (CSO, CNR, and CTB). And facilitate the publication of any information in industrial engineering department building

Keywords : Coaxial, E-learning, Multimedia

**1. LATAR BELAKANG**

Perkembangan multimedia saat ini, khususnya media pembelajaran sudah mulai memasuki perkembangan teknologi penyiaran. Teknologi penyiaran analog merupakan Televisi analog mengkodekan informasi gambar dengan memvariasikan voltase dan/atau frekuensi dari sinyal.

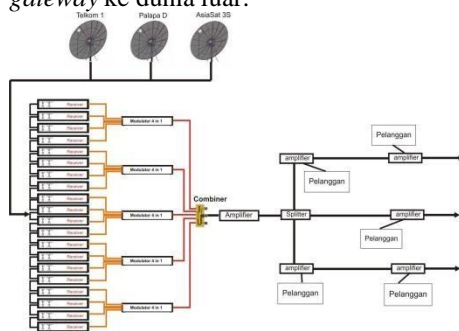
Kebutuhan akan sebuah layanan multimedia sebagai media pembelajaran yang berbasis video e-learning jarang ditemukan di berbagai institusi pendidikan di tanah air. Video merupakan media komunikasi yang sangat menarik untuk variasi proses belajar mengajar baik sebagai media penyampaian materi, maupun peningkatan atensi dan antusiasme.

Ide dasar yang ingin dibangun adalah pembuatan sistem terintegrasi dalam sebuah institusi pendidikan untuk pendistribusian konten video materi pelajaran (*e-learning*) melalui jaringan koaksial. Konten video *elearning* tersebut dapat dinikmati melalui perangkat yang statis (misalnya TV analog yang diletakkan di dalam kelas).

Dan dengan perancangan ini bertujuan agar diharapkan dapat menjadi media pembelajaran.

**2. Headend**

Headend merupakan pusat dari sistem distribusi yang berfungsi sebagai tempat penggabungan dan pengolahan sinyal yang diperoleh dari sumber-sumber sinyal baik dari arah *forward* atau *reverse*. disini sinyal tersebut akan mengalami proses penguatan, penyaringan, pengontrolan level sinyal, penggabungan dan proses modulasi sinyal untuk ditempatkan pada frekuensi carrier tertentu. Idealnya lokasi *headend* dipilih sedemikian rupa sehingga berperan sebagai *gateway* ke dunia luar.



**Gambar Perancangan Headend**

**3. Kabel Koaksial RG-6 dan RG-11**

Karakteristik utama dari kabel koaksial adalah semakin besar diameter kabel maka semakin kecil redaman dan nilai tahanan untuk setiap satuan

panjang, sehingga dapat menjangkau jarak yang relative jauh. Selain itu, koaksial yang diameternya sama, komponen sinyal frekuensi tinggi akan

ini menyebabkan perbedaan level sinyal antara frekuensi rendah dan tinggi

Kabel koaksial untuk sinyal analog (audio maupun video) membutuhkan lapisan yang cukup tebal untuk melindungi sinyal dari interferensi, selain itu koaksial juga harus memiliki kapasitansi yang rendah (impedansi relative dari saluran dan beban) untuk mengurangi loss Frekuensi Tinggi.

RG-6/U Quad-Shield memiliki impedansi 75 ohm.RG-6 memiliki performansi yang lebih baik dengan kapasitansi konduktor tangan yang lebih besar (18 AWG) dan insulating elektrik yang lebih besar.biasanya digunakan untuk pengkabelan TV digital pada suatu unit tertentu (MATV) selain itu juga digunakan untuk distribusi TV kabel (CATV) dan TV satelit (SATV). Konduktor dalam (inner konduktor) terbuat dari selubung tembaga baja. Besarnya redaman terhadap panjang kabel dapat dilihat pada lampiran

Dan RG-11/U Quad Shield biasanya digunakan pada aplikasi yang sama seperti RG-6. Aplikasi yang lain di antaranya untuk pengkabelan backbone atau untuk distribusi operasi jarak jauh. Inner conductor terbuat dari selubung tembaga baja.

**4. Splitter 3ways**

Spliter adalah perangkat pasif yang berfungsi untuk membagi sinyal. Penggunaan spliter disebabkan karena terbatasnya jumlah keluaran dari perangkat aktif. Sehingga dengan penggunaan spliter arah penggelaran kabel koaksial ke rumah-rumah pelanggan dapat diperbanyak. Jenis dan karakteristik spliter yang digunakan pada jaringan koax biasanya :

- Spliter 1:2 (1 masukan 2 keluaran)
- Spliter 1:3 (1 masukan 3 keluaran)
- Spliter 1:4 (1 masukan 4 keluaran)

Karakteristik dari spliter adalah output spliter mempunyai insetrition loss yang sama untuk setiap output port.



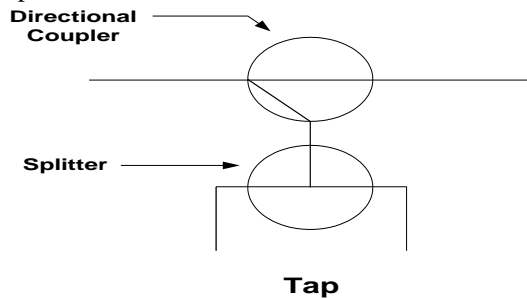
**Gambar Konfigurasi Splitter**

**5. Tap**

mengalami redaman yang lebih besar dibandingkan redaman yang dialami oleh frekuensi rendah. Hal

Tap adalah perangkat pasif yang dipasang pada jaringan kabel coaxial distribusi sebagai titik sambung ke rumah. Jenis-jenis tap dibedakan berdasarkan jumlah keluaran dan nilai tap lossnya. Untuk tap dengan

jumlah keluaran yang sama (tap 2/4, tap 4/10, tap 8/14) terdapat beberapa variasi nilai tap loss dan insertion loss. Penggunaannya disesuaikan dengan kondisi jaringan agar level sinyal yang sampai di terminal end-user premises di tempat pelanggan masih cukup atau tidak overload (level sinyal terlalu besar). Dilihat dari sifatnya, perangkat pasif ini merupakan gabungan dari directional coupler dan splitter.



**Gambar Konfigurasi Tap**

## 6. Cabletools

*Cabletools* adalah software perancangan jaringan pertelevisian guna mengetahui nilai daya, dan redaman suatu performansi jaringan koaksial.

## 7. Alokasi Spektrum Frekuensi

Berawal dari 300Mhz kemudian 500 Mhz dan kini jaringan koaksial telah mampu memberikan bandwidth sekitar 870 Mhz yang mampu membawa layanan video, telepon, dan data

Berikut adalah alokasi lebar pita yang tersedia untuk spektrum TV kabel:

- **Spektrum 5 – 65 Mhz** dialokasi untuk transmisi kembali dari layanan data atau telepon.
- **Spektrum 65 – 86 Mhz** digunakan untuk filter *crossover* yang memisahkan transmisi *forward* dan *return* dan tidak dapat digunakan untuk transmisi video.
- **Spektrum 88 – 108 Mhz** dialokasikan oleh FCC untuk transmisi FM. Transmisi televisi menggunakan frekuensi pita ini akan diinterferensi oleh sinyal penyiaran FM yang kuat dan berdekatan.
- **Spektrum 108 – 120 Mhz**, sesuai dengan penggunaan FAA dari frekuensi ini, FCC merekomendasikan bahwa pita ini membutuhkan limitasi khusus atau lebih baik tidak digunakan sama sekali.
- **Spektrum 120 – 550 Mhz** terdiri dari 56 kanal yang dialokasikan untuk transmisi video *forward*.
- **Spektrum 550 – 870 Mhz** dialokasikan untuk transport digital yang terdiri dari transmisi data *forward* dan layanan interaktif lainnya.

## 8. ALUR PERANCANGAN SISTEM

Dalam melakukan perancangan implementasi dan konfigurasi jaringan dapat dituangkan ke dalam bentuk diagram alir. Tujuannya agar penelitian lebih terstruktur



**Gambar Alur Pengerjaan**

## 9. TV Broadcast

Berdasarkan alokasi dari bandwith TV analog dan TV digital, maka didapat jumlah kanal. Untuk TV analog ada beberapa standar yang digunakan di dunia. Standar ini menjelaskan tentang struktur dari sinyal. Dari perancangan jaringan, informasi yang dibutuhkan dari standar televisi adalah lebar pita dari masing – masing standar, *lower* dan *upper sideband*, serta frekuensi dari *vision*, *colour*, dan *audio subcarrier*. Standar ini menjelaskan tentang struktur dari sinyal dan berdasarkan parameter tersebut dibagi menjadi M, N, B, G, D, K, H, I, K1, L.

Standar tersebut dapat digunakan pada sistem yang ada seperti:

- NTSC (*National Television System Commite*) → digunakan di Amerika
- SECAM (*Sequential Colour Avec Memoire*) → digunakan di Prancis
- PAL (*Phase Alterning Line*) → Digunakan di Eropa selain Prancis

**Tabel 3.2 Standar televisi beserta sistem televisi yang digunakan**

Standar Televisi	Sistem Televisi yang digunakan
B	PAL, SECAM
D	SECAM
G	PAL, SECAM
H	PAL, SECAM
I	PAL
K	SECAM
K1	SECAM
L	SECAM
M	NTSC, PAL
N	PAL

Di Indonesia menggunakan sistem PAL dan menggunakan standar B, G yang memiliki bandwidth sebesar 7 Mhz dan 8Mhz per kanal. Untuk lebih jelas sebagai berikut:

$$(300-120)$$

- $BW_{\text{standar B}} = \frac{7}{7} = 25 \text{ kanal}$
- $BW_{\text{standar G}} = \frac{(550-300)}{8} = 31 \text{ kanal}$

Jadi jumlah kanal dan bandwidth yang dapat digunakan

- Total kanal = 25 kanal + 31 kanal = 56 kanal
- Total bandwidth TV kabel = (25x7) + (18x8) = 423 Mhz
- Sisa bandwidth downstream = 750 - 423 MHz = 447 MHz

Jumlah kanal TV yang mampu dilayani oleh jaringan koaksial adalah 56 kanal artinya jaringan koaksial dapat melayani 56 siaran. Untuk layanan broadcast seperti TV broadcast tidak menggunakan kanal upstream

**10. Bandwidth layanan**

Sesuai dengan permintaan kantor tersebut, maka layanan disambungkan ke seluruh ruangan/user dengan jumlah titik 81 titik. Untuk menambahkan layanan video e-learning, ditambahkan modulator disisi headend. Karakteristik sinyal downstream :

**Tabel Karakteristik sinyal downstream**

Lebar kanal	64 QAM	256 QAM
6 MHz	31,2 Mbit/s	41,6 Mbit/s
8 MHz	41,4 Mbit/s	55,2 Mbit/s

Bandwidth layanan video e-learning Penetrasi untuk video e-learning sesuai dengan permintaan kantor tersebut 100% user. Sehingga apabila seluruh user melakukan akses bersamaan dapat terlayani. Kebutuhan bandwidth arah downstream adalah :

Dalam perancangan ini digunakan modulasi QAM – 64. Masing – masing pelanggan dapat mengakses layanan vod

dengan kecepatan 30 Mbps dan menempati badwidth 6 MHz.

$$BW_{\text{downstream}} = (81 \times 6 \text{ mbps}) / 30 \text{ mbps} = 16,5 \text{ MHz}$$

Perhitungan bandwidth layanan interaktif sebagai berikut:

$$BW_{\text{downstream}} \text{ yang tersedia} = 750 \text{ MHz}$$

$$BW_{\text{downstream TV}} = 423 \text{ MHz}$$

$$BW_{\text{downstream Video e-learning}} = 16,5 \text{ MHz}$$

membutuhkan 3 kanal digital sebesar 6MHz per kanal

Sisa BW<sub>downstream</sub>

$$\text{TV broadcast} = 430 - 423 \text{ MHz} = 7 \text{ MHz}$$

$$\text{Video e-learning} = 320 - (6+30) \text{ MHz} = 284 \text{ MHz}$$

Dengan bandwidth yang telah terbagi untuk seluruh layanan, maka sisa bandwidth akan

digunakan untuk perluasan jaringan dimasa yang akan datang.

**11. Perancangan Software Cable Tools**

dengan kecepatan 6 Mbps. Satu sinyal carrier sinyal downstream membawa data

Gambar perancangan dan Analisa gedung C Universitas Telkom menggunakan *software Cable Tools*.

**a. Perhitungan level daya minimum pada tap.**

**Frekuensi 86 Mhz**

Level daya = daya minimum + redaman RG-11 + redaman spliter 3 ways + redaman RG-6

$$= 3\text{dBmV} + \left( \frac{86}{50} \times \frac{20}{100} \times 3,05 \right) + \left( \frac{86}{50} \times 5,32 \right) + \left( \frac{86}{50} \times \frac{10}{100} \times 4,72 \right) = 14,0114$$

**Frekuensi 550 MHz**

Level daya = daya minimum + redaman RG-11 + redaman spliter 3 ways + redaman RG-6

$$= 3\text{dBmV} + \left( \frac{550}{550} \times \frac{20}{100} \times 9,87 \right) + \left( \frac{550}{550} \times 5,61 \right) + \left( \frac{550}{550} \times \frac{10}{100} \times 15,3 \right) = 12,114$$

**Frekuensi 870MHz**

Level daya = daya minimum + redaman RG-11 + redaman spliter 3 ways + redaman RG-6

$$= 3\text{dBmV} + \left( \frac{870}{862} \times \frac{20}{100} \times 12,7 \right) + \left( \frac{870}{862} \times 6,28 \right) + \left( \frac{870}{862} \times \frac{10}{100} \times 19,5 \right) = 13,86995$$

**b. Perhitungan level daya maksimum pada tap.**

**Frekuensi 86 Mhz**

Level daya = daya maksimum + redaman RG-11 + redaman spliter 3 ways + redaman RG-6  
=

= 21.0114

**Frekuensi 550 MHz**

Level daya = daya maksimum + redaman RG-11 + redaman spliter 3 ways +

redaman RG-6

= 12dBmV +  $(\frac{550}{550} \times \frac{20}{100} \times 9,87)$  +  $(\frac{550}{550} \times 5,61)$  +

$(\frac{550}{550} \times \frac{10}{100} \times 15,3)$

= 21,114

**Frekuensi 870MHz**

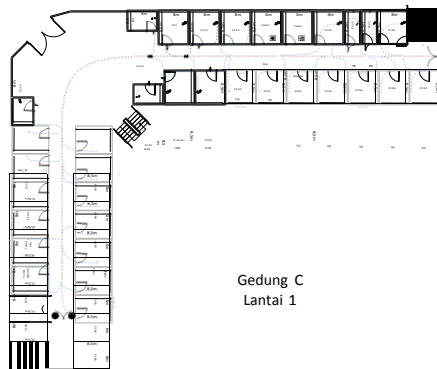
Level daya = daya maksimum + redaman RG-11 + redaman spliter 3 ways + redaman RG-6

= 12dBmV +  $(\frac{870}{862} \times \frac{20}{100} \times 12,7)$  +  $(\frac{870}{862} \times 6,28)$  +

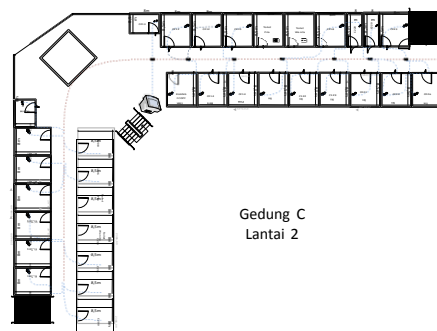
$(\frac{870}{862} \times \frac{10}{100} \times 19,5)$

= 22,86995

**12. Perancangan Pengimplementasi pada Gedung C, Universitas Telkom**



Gambar 3.7 Perancangan Gedung C Lt 1



Gambar 3.8 Perancangan Gedung C Lt 2



**13. Gambar 3.9 Perancangan Gedung C Lt 3 Menentukan Standar Kualitas Sinyal**

Performansi dan suatu jaringan koaksial akan sangat berpengaruh pada kualitas sinyal yang dihasilkan. Parameter performansi jadingan ditetapkan oleh FCC meliputi *Carrier to Noise Ratio (CNR)*, *Composite Second Order (CSO)*, *Composite Triple Beat (CTB)* dan *Cross Modulation (XMod)*. Berikut ini adalah standar performansi oleh FCC dan target yang hendak dicapai dalam perancangan ini.

**Table 3.3 Standar Performansi dan Target Perencanaan**

Performansi	FCC	Target
<i>RF Signal Level</i>	0 – 15 dBmV	3-12 dBmV
<i>Carrier to Noise Ratio (CNR)</i>	43 dB	46 dB
<i>Composite Second Order (CSO)</i>	51 dB	53 dB
<i>Composite Triple Beat (CTB)</i>	51 dB	53 dB
<i>Cross Modulation (XMod)</i>	51 B	53 B

**14. Perhitungan Performansi Jaringan**

Semua penguat akan membangkitkan *noise*, selain itu sebuah jaringan pita lebar juga mungkin menerima pengaruh *noise* dari sumber – sumber *eksternal*. Performansi *noise* dari sebuah penguat tunggal biasanya ditetapkan sebagai *noise figure*. Untuk mengubah *Noise Figure (NF)* menjadi *CNR*, maka digunakan formula:

$$CNR = 65,2 - 10\log(f) + Li - NF$$

Simbol *f* adalah lebar pita pengukuran dalam MHz, sedangkan *Li* menunjukkan level masukan (dBmV) dengan suhu diasumsikan adalah 68°F (20°C). Nilai dari *f* untuk beberapa sistem televisi yang berbeda dapat dilihat dari tabel berikut

**:Tabel 4.1 Sistem Lebar pita Pengukuran**

<b>Sistem PAL</b>	<b>I</b>	<b>B,G</b>	<b>K1,L</b>	<b>M,N</b>
<b>Lebar Pita Video*</b>	6,74	5,75	7,25	4,95



(MHz)				
Lebar Pita Pengukuran Noise (MHz)	5,08	4,75	5,58	4,00
*termasuk lower sideband				

Sistem televisi yang digunakan di Indonesia adalah B sehingga lebar pita pengukuran noise yang digunakan 4,75 MHz. Dengan menggunakan formula tersebut maka nilai CNR untuk perangkat aktif yang telah dipilih pada tahap sebelumnya dapat dilihat pada tabel 4.2 :

**Tabel 4.2 Nilai CNR untuk tiap amplifier pada frekuensi 86 – 870 MHz**

Jenis Perangkat	Keluaran Headend	870 MHz LE Amplifier	870 MHz LE Amplifier
Level Keluaran (dBmV)	47,5	47,5	47,5
Penguatan Operasional (dB)	26	37	37
Level Masukan (dBmV)	21,5	10,5	10,5
NF (dB)	10,9	7	7
CNR (dB)	69,03	61,93	61,93

Pada tabel tersebut diasumsikan bahwa CNR diekspresikan sebagai nilai positif. Nilai CNR perangkat pada tabel masih merupakan nilai berdasarkan spesifikasi perangkat, bukan berdasarkan keadaan aktual dalam jaringan. Sehingga nilai tersebut dapat digunakan untuk

No	Jenis Perangkat	CTB (dBc)	XMOD (dBc)	CSO (dBc)
1	Keluaran Headend	71	68	70
2	870 MHz LE Amplifier	76	71	73
3	870 MHz LE Amplifier	76	71	73

mendapatkan CNR minimal performasi akhir saluran tiap jaringan secara mandiri.

**15. Perhitungan Jumlah Amplifier**

**a. CNR Gabungan**

Formula untuk menghitung CNR dari sebuah jaringan yang terdiri dari sistem dan perangkat, masing – masing dengan CNR yang berbeda ditunjukkan oleh persamaan berikut dimana CNR merupakan fungsi daya dan menggunakan formula 10 log. Dengan memasukkan target CNR 48 dB seperti yang telah ditentukan di Bab 3 maka persamaan akan menjadi seperti berikut :

$$46 = -10 \log [10^{-69,03/10} + 10^{-69,03/10} + \dots + 10^{-69,03/10}]$$

Pada perancangan ini terdapat dua segmen yang menggunakan amplifier yang disusun cascade. LE amplifier digunakan pada segmen jaringan express dan LE amplifier pada segmen jaringan feeder. Dengan demikian CNR1 atau CNRHE adalah CNR power supply headend yang jumlahnya hanya satu dan besarnya 69,03 dB. CNR3 atau CNRLE adalah CNR penguat feeder yang besarnya 61,93 dB. Dalam sebuah jaringan feeder, jumlah maksimum LE amplifier yang diijinkan hanya satu buah perangkat saja. Sedangkan CNR2 adalah CNR penguat express. Besar nilai CNR1 adalah 69,03 dB dan CNR3 adalah 61,93 dB, sedangkan CNR2 merupakan CNR cascade yang akan dicari jumlahnya. Sehingga persamaan yang didapat :

$$46 = -10 \log [10^{-69,03/10} + 10^{-46,135/10} + 10^{-61,93/10}]$$

Sehingga didapat CNR2 adalah 46,135 dB. Dengan memasukkan nilai CNR2 yaitu 46.135 dB sebagai nilai dari CNR cascade dan CNR amplifier adalah 61,93 dB, maka akan diperoleh nilai N yaitu jumlah penguat dalam suatu kumpulan penguat express, yang dinyatakan oleh persamaan berikut :

$$N = 10^{(69,03-48,23)/10} = 194,76$$

Hasil yang didapat jumlah N adalah 194,76. Sehingga karena yang dicari adalah jumlah maksimum amplifier yang diperbolehkan hingga End of Line (EOL) maksimum 195 buah.

**b. CSO gabungan**

Persamaan yang sama berlaku untuk CSO dengan fungsi daya dan menggunakan formula 10 log seperti yang telah ditunjuk oleh persamaan (2.4) dengan asumsi CSO diekspresikan sebagai nilai positif. Masukkan target nilai CSO= 53 dB, CSO1 = CSOHE = 70 dB dan CSO3 = CSOLE = 73 dB, akan menghasilkan diperoleh persamaan sebagai berikut.

$$53 = -10 \log [10^{-70/10} + 10^{-53,13/10} + 10^{-73/10}]$$

$$CSO2 = 53,13$$

Dari perhitungan diatas, diketahui nilai dari CSO2 atau CSO cascade sebesar 53,13 dB

**Tabel 4.3 nilai CTB, XMOD, CSO untuk tiap perangkat PAL B/G**

Dengan memasukkan nilai CSO amplifier yaitu 53,13 dB dan CSO amplifier sebesar 73 dB, maka akan diperoleh banyaknya amplifier dalam suatu kumpulan penguat express (N). Persamaan yang digunakan dalah sebagai berikut.

$$N = 10^{(73-53,13)/10} = 97,05$$

Nilai N yang didapatkan adalah 97,05 kemudian nilai tersebut dibulatkan menjadi N = 97. Dengan demikian, supaya target CSO akhir saluran (EOL) dapat terpenuhi jumlah penguat express dalam suatu express cascade idak boleh melebihi 97 buah

**c. CTB Gabungan**

Formula untuk menghitung CTB dari sebuah jaringan yang terdiri dari sistem dan peringkat, dengan perangkat yang berbeda maka masing – masing mempunyai CTB yang berbeda. CTB merupakan fungsi tegangan sehingga menggunakan dengan variasi 20 log seperti yang ditunjukkan oleh persamaan (2.3)

No	Parameter Performansi	Target (dB)	Nilai N (Unit)	Nilai N dibulatkan ke bawah (Unit)
1	CNR	≥ 48	194,76	195
2	CSO	≥ 53	97,05	97
3	CTB	≥ 53	11,35	11
4	XMod	≥ 53	5,5	5

Dengan memasukkan target CTB sebesar 53 dB, CTB1 = CTBH<sub>E</sub> = 71 dan CTB3 = CTBH<sub>E</sub> = 76 akan diperoleh persamaan berikut ini.

$$53 = -20 \log [10^{-71/20} + 10^{-66/20} + 10^{-76/20}]$$

$$CTB2 = 54,9$$

Nilai CTB2 atau CTB<sub>cascade</sub> yang didapatkan sebesar 54,9 dB. Amplifier yang digunakan sebagai penguat *express* adalah amplifier yang identik, semua beroperasi pada level keluaran dan tilt yang sama, maka untuk menghitung banyak amplifier dalam suatu *express cascade* (N) dapat digunakan formula (4.2) berikut :

$$CTB_{cascade} = CTB_{amplifier} - 20 \log (N)$$

Dengan memasukkan nilai CTB2 = CTB<sub>cascade</sub> = 54,9 dB dan CTB<sub>amplifier</sub> = 76 dB, maka akan diperoleh nilai N yaitu :

$$54,9 = 76 - 20 \log (N)$$

$$N = 11,35$$

Didapatkan nilai N sebesar 11,35 yang dibulatkan menjadi N = 11. Dengan demikian, untuk memenuhi target CTB akhir saluran (EOL) jumlah maksimal penguat *express* dalam suatu *express cascade* adalah 11 buah.

**d. Xmod Gabungan**

Persamaan yang sama berlaku untuk Xmod seperti yang telah ditunjukkan pada persamaan (2.5)

Dari persamaan tersebut dan dengan memasukkan target Xmod = 53 dB, Xmod1 = XmodHE = 68 dB dan Xmod3 = XmodLE = 71 dB maka:

$$53 = -20 \log [10^{-68/10} + 10^{-X_{mod2}/20} + 10^{-71/20}]$$

$$X_{mod2} = 56,19 \text{ dB}$$

Nilai Xmod2 atau Xmod<sub>cascade</sub> adalah 56,19 dB. Selanjutnya dapat ditentukan banyaknya amplifier dalam suatu *express cascade* dengan memasukkan nilai Xmod<sub>cascade</sub> = 56,19 dB serta Xmod2 = 56,19 dB, sehingga :

$$56,19 = 71 - 20 \log (N)$$

$$N = 5,5$$

Nilai N yang didapatkan adalah 5,5 yang dibulatkan menjadi N = 5. Hal ini berarti untuk memenuhi target XMOD akhir saluran (EOL),

jumlah maksimum penguat *express* dalam suatu *express cascade* adalah 5 buah.

**16. Jumlah Penguat dalam Express Cascade**

Berdasarkan penghitungan semua parameter performansi jaringan diatas diperoleh nilai – nilai N yang dimasukkan pada tabel 4.10 dibawah ini.

**Tabel 4.4 Jumlah Express Amplifier maksimum**

Dari tabel tersebut kemudian dapat ditentukan jumlah penguat maksimal dalam sebuah *express cascade* berdasarkan nilai N minimum setelah dibulatkan yaitu N = 5. Hal ini berarti setelah memperhitungkan keseluruhan parameter performansi jaringan, maka untuk memenuhi target performansi akhir saluran (EOL) jumlah maksimal penguat *express* dalam suatu *express cascade* tidak boleh lebih dari 5 buah.

**17. Express Cascade**

Berdasarkan perhitungan sebelumnya, didapatkan jumlah *express amplifier cascade* maksimum adalah lima buah. Oleh karena itu perancangan selanjutnya adalah membuat jaringan *express* dengan mengikuti ketentuan yang telah ada.

*Express cascade* merupakan kumpulan seri penguat yang dirancang untuk menerima sinyal dari headend kemudian mengirim sinyal ini ke wilayah layanan. Jaringan *express* tidak di – tap sehingga dapat dihilangkan dimasa depan ketika sistem serat optik dipindahkan lebih dalam.

Dengan memperhatikan rancangan dan datasheet LE amplifier pada lampiran sebagai penguat yang digunakan dalam *express cascade* dan datasheet kabel koaksial RG -11 dan kabel koaksial RG – 6 maka diperoleh informasi sebagai berikut:

- level keluaran minimum pada *express amplifier* adalah 47,5 dBmV pada frekuensi 870 MHz
- level masukan minimum pada *express amplifier* dirancang sebesar 10,5 dBmV pada seluruh frekuensi
- penguatan nyata (operational Gain) dari penguat tersebut adalah 37 dB

**18. Menentukan Parameter Operasional Hasil Rancangan**

Untuk menentukan parameter operasi hasil rancangan secara keseluruhan adalah dengan menghitung nilai – nilai akhir saluran (EOL) untuk jaringan gabungan pada spesifikasi performansi.

Seperti data pada lampiran bahwa performansi hasil rancangan memenuhi target minimum performansi yang dibutuhkan jaringan koaksial dan memenuhi target level sinyal minimum untuk masing – masing tap.

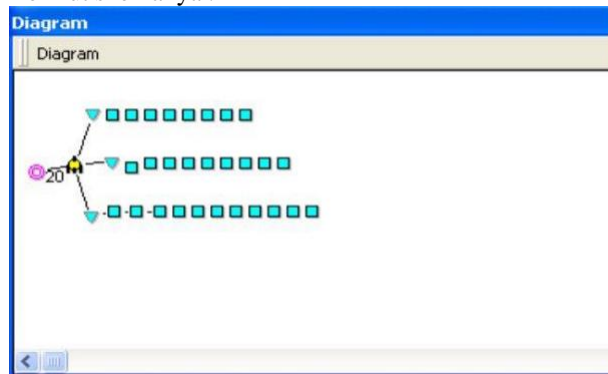
**Tabel 4.5 Tabel Penghitungan Performansi Jaringan Sampai Akhir Saluran (EOL)**

Parameter Standar	CNR	CSO	CTB	XMod
	≥ 43	≥ 51	≥ 51	≥ 51

FCC				
Standar ITU_T	≥ 43 dB	≥ 54 dB	≥ 54 dB	≥ 54 dB
Standar Telkom	≥ 40 s.d 46 dB	≥ 50 s.d 55 dB	≥ 50 s.d 54 dB	≥ 50 s.d 55 dB
Target	≥ 46 dB	≥ 53 dB	≥ 53 dB	≥ 53 dB
Hasil Perhitungan	46,135 dB	53,13 dB	54,9 dB	56,19 dB

**19. Analisis Perancangan**

Perancangan kabel koaksial di gedung C Universitas Telkom antara lain dimulai dari perangkat *headend* yang berada di ruang C312, kemudian dihubungkan dengan kabel drop RG-11 sepanjang 20 meter ke splitter yang berada dekat jendela agar dapat memudahkan perancangan. Splitter yang digunakan yaitu splitter *three ways* dimana terdiri dari 3 keluaran diantaranya dihubungkan ke jaringan pertama (It 3), jaringan kedua (It 2) dan jaringan ketiga (It 1). Berikut skemanya :



**Gambar 4.1 Skema Perancangan**

Adapun berikut ini analisa dari hasil perancangan dengan menggunakan *software Cable Tools*:

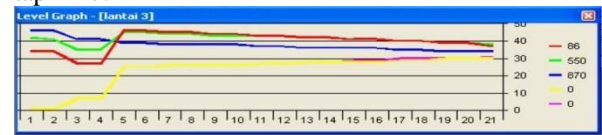
**4.9.1 Perancangan jaringan pertama (It 3).**

Start Levels	Code	Name	35.50	42.50	47.50
1	+1	PS-Headend	34.50	41.50	46.50
2	20.4	RG-11 Msgrd	33.78	40.90	46.31
3	/3.1	3/Split Even	27.28	34.90	40.91
4	0.4	RG-11 Msgrd	27.28	34.90	40.91
5	*11.1	LE/1	46.00	45.00	39.00
6	0.4	RG-11 Msgrd	46.00	45.00	39.00
7	-0.424	23/4	22.40	21.40	15.40
8	0.4	RG-11 Msgrd	45.00	44.20	38.40
9	-0.424	23/4	21.40	20.60	14.80
10	0.4	RG-11 Msgrd	44.00	43.40	37.80
11	-0.424	23/4	20.40	19.80	14.20
12	0.4	RG-11 Msgrd	43.00	42.60	37.20
13	-0.420	20/4	22.00	21.60	16.20
14	0.4	RG-11 Msgrd	41.90	41.70	36.50
15	-0.420	20/4	20.90	20.70	15.50
16	0.4	RG-11 Msgrd	40.80	40.80	35.80
17	-0.420	20/4	19.80	19.80	14.80
18	0.4	RG-11 Msgrd	39.70	39.90	35.10
19	-0.420	20/4	18.70	18.90	14.10
20	0.4	RG-11 Msgrd	38.60	39.00	34.40
21	-0.417	17/4	21.00	21.40	16.80
22	0.4	RG-11 Msgrd	37.30	38.00	33.70

**Gambar 4.2 Hasil Perancangan alat pada It 3**

Dari table level daya diatas, diperoleh besar level daya di tap terakhir untuk frekuensi 86 Mhz sebesar 21 dBmV, pada frekuensi 550Mhz daya sebesar 21,4 dBmV, dan pada 870Mhz daya yang terukur sebesar 16,8 dBmV. Jaringan tersebut

menggunakan kabel RG-11, tap 4-23, tap 4-20, dan tap 4-17.



**Gambar 4.3 Hasil level daya pada It 3**

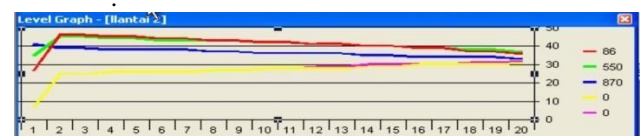
Dari level graph diatas dapat diketahui untuk frekuensi 86 MHz level dayanya adalah sebesar 37,3 dBmV, pada frekuensi 550 MHz level dayanya sebesar 38 dBmV dan pada frekuensi 870MHz level dayanya sebesar 33,7 dBmV. Dapat dilihat bahwa level daya semakin menurun karena adanya redaman pada saluran dan perangkat pasif yang digunakan.

**4.9.2 Perancangan jaringan kedua (It 2)**

lantai 3 : 3/Split Even : Start Levels	Code	Name	27.28	34.90	40.91
1	0.4	RG-11 Msgrd	27.28	34.90	40.91
2	*11.1	LE/1	46.00	45.00	39.00
3	0.4	RG-11 Msgrd	46.00	45.00	39.00
4	-0.424	23/4	22.40	21.40	15.40
5	0.4	RG-11 Msgrd	45.00	44.20	38.40
6	-0.424	23/4	21.40	20.60	14.80
7	0.4	RG-11 Msgrd	44.00	43.40	37.80
8	-0.424	23/4	20.40	19.80	14.20
9	0.4	RG-11 Msgrd	43.00	42.60	37.20
10	-0.420	20/4	22.00	21.60	16.20
11	0.4	RG-11 Msgrd	41.90	41.70	36.50
12	-0.420	20/4	20.90	20.70	15.50
13	0.4	RG-11 Msgrd	40.80	40.80	35.80
14	-0.420	20/4	19.80	19.80	14.80
15	0.4	RG-11 Msgrd	39.70	39.90	35.10
16	-0.420	20/4	18.70	18.90	14.10
17	0.4	RG-11 Msgrd	38.60	39.00	34.40
18	-0.417	17/4	21.00	21.40	16.80
19	0.4	RG-11 Msgrd	37.30	38.00	33.70
20	-0.417	17/4	19.70	20.40	16.10
21	0.4	RG-11 Msgrd	36.00	37.00	33.00

**Gambar 4.4 Hasil Perancangan alat pada It 2**

Dari table level daya diatas, diperoleh besar level daya di tap terakhir untuk frekuensi 86 Mhz sebesar 19,7 dBmV, pada frekuensi 550Mhz daya sebesar 20,4 dBmV, dan pada 870Mhz daya yang terukur sebesar 16,1 dBmV. Jaringan tersebut menggunakan kabel RG-11 dan tap 4-23, tap 4-20, dan tap 4-17



**Gambar 4.5 Hasil Level daya pada It 2**

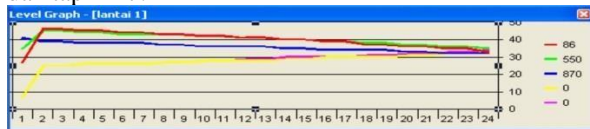
Dari level graph diatas dapat diketahui untuk frekuensi 86 MHz level dayanya adalah sebesar 36 dBmV, pada frekuensi 550 MHz level dayanya sebesar 37 dBmV dan pada frekuensi 870MHz level dayanya sebesar 33 dBmV. Dapat dilihat bahwa level daya semakin menurun karena adanya redaman pada saluran dan perangkat pasif yang digunakan.

**4.9.3 Perancangan jaringan ketiga (It 1).**

Lantai 3 : 3/Split Even : Start Levels			27.28	34.90	40.91
Code	Name	86	550	870	
3	0.4	RG-11 Msgrd	46.00	45.00	39.00
4	-0.424	23/4	22.40	21.40	15.40
5	0.4	RG-11 Msgrd	45.00	44.20	38.40
6	-0.424	23/4	21.40	20.60	14.80
7	0.4	RG-11 Msgrd	44.00	43.40	37.80
8	-0.424	23/4	20.40	19.80	14.20
9	0.4	RG-11 Msgrd	43.00	42.60	37.20
10	-0.420	20/4	22.00	21.60	16.20
11	0.4	RG-11 Msgrd	41.90	41.70	36.50
12	-0.420	20/4	20.90	20.70	15.50
13	0.4	RG-11 Msgrd	40.80	40.80	35.80
14	-0.420	20/4	19.80	19.80	14.80
15	0.4	RG-11 Msgrd	39.70	39.90	35.10
16	-0.420	20/4	18.70	18.90	14.10
17	0.4	RG-11 Msgrd	38.60	39.00	34.40
18	-0.417	17/4	21.00	21.40	16.80
19	0.4	RG-11 Msgrd	37.30	38.00	33.70
20	-0.417	17/4	19.70	20.40	16.10
21	0.4	RG-11 Msgrd	36.00	37.00	33.00
22	-0.417	17/4	18.40	19.40	15.40
23	0.4	RG-11 Msgrd	34.70	36.00	32.30
24	-0.417	17/4	17.10	18.40	14.70
25			33.40	35.00	31.60

Gambar 4.6 Hasil Perancangan Alat pada Lt 1

Dari table level daya diatas, diperoleh besar level daya di tap terakhir untuk frekuensi 86 Mhz sebesar 17,1 dBmV, pada frekuensi 550Mhz daya sebesar 18,4 dBmV, dan pada 870Mhz daya yang terukur sebesar 14,7 dBmV. Jaringan tersebut menggunakan kabel RG-11 dan tap 4-23, tap 4-20, dan tap 4-17.



Gambar 4.7 Hasil Level daya pada Lt 1

Dari level graph diatas dapat diketahui untuk frekuensi 86 MHz level dayanya adalah sebesar 33,4 dBmV, pada frekuensi 550 MHz level dayanya sebesar 35 dBmV dan pada frekuensi 870MHz level dayanya sebesar 31,6 dBmV. Dapat dilihat bahwa level daya semakin menurun karena adanya redaman pada saluran dan perangkat pasif yang digunakan.

## 20. Kesimpulan

- Dari tahap perancangan jaringan koaksial, perancangan dan analisa perancangan koaksial untuk Gedung C Departemen Teknik Industri, Universitas Telkom dapat disimpulkan :
  - Dari Perhitungan Pada tahap Perencanaan jaringan koaksial dapat diketahui bahwa  $BW_{downstream}$  TV Broadcast = 423 MHz pada sistem PAL dan menggunakan standar B,G yang memiliki bandwidth sebesar 7 MHz dan 8 MHz perkanal.
  - Struktur jaringan yang digunakan adalah Bus. Headend ditempatkan pada ruangan C312 atas permintaan pihak instansi dikarenakan agar penggunaan dari segala layanan dapat disediakan dan dipertanggung jawabkan dengan baik.
  - Dari perhitungan performansi jaringan didapat nilai CNR, CTB, CSO, dan XMod masing – masing adalah 48,23 dB, 53,13 dB, 54,9 dB, dan 56,19 dB
  - Level daya yang sampai di beban pada:

- Frek 86 berkisar pada 14.0114-23,0114
- Frek 550 berkisar pada 12,114-21,114
- Frek 860 berkisar pada 13,8697-22,8697

- Performansi hasil rancangan telah memenuhi target minimum performansi yang dibutuhkan jaringan koaksial, sedangkan distribusi level sinyal dari jaringan individual hasil rancangan untuk tiap ruang kelas telah memenuhi target level sinyal minimum dan maksimum untuk masing – masing tap dengan demikian hasil perancangan ini layak untuk diterapkan di Gedung C Departemen Teknik Industri, Universitas Telkom

## 21. Saran

- Dapat dimaksimalkan dengan menggunakan fiber optik sebagai media transmisi
- Cermat dalam memilih perangkat yang akan digunakan agar dapat memaksimalkan nilai level yang diterima disetiap ruangan

## DAFTAR PUSTAKA

- Sahlina, Nurul Wahyu (2007) Analisis Gangguan Pada Layanan TV Kabel dan Internet Jaringan HFC Telkomvision Bandung
- [http://www.postel.go.id/downloads/41/20120120133854-KEPDIRJEN\\_POSTEL\\_NOMOR\\_169\\_2002.pdf](http://www.postel.go.id/downloads/41/20120120133854-KEPDIRJEN_POSTEL_NOMOR_169_2002.pdf) [5]
- [http://www.postel.go.id/downloads/40/2012012155904-permen\\_2011-23.pdf](http://www.postel.go.id/downloads/40/2012012155904-permen_2011-23.pdf)
- Thommy Kennedy (2013). Impelentasi Digital Broadcast [DVB] pada web browser dalam layanan IPTV
- Modul Praktikum Teknik Saluran Transmisi 2009, Laboratorium CATV
- <http://www.cablinginstall.com/articles/print/volume-8/issue-3/contents/design/design-software-tools-aid-the-cabling-professional.html>
- [http://www.cisco.com/application/pdf/en/us/guest/products/ps2209/c1244/cdcont\\_0900aecd800fc94c.pdf](http://www.cisco.com/application/pdf/en/us/guest/products/ps2209/c1244/cdcont_0900aecd800fc94c.pdf)