

EVALUASI PERFORMANSI JARINGAN HFC (HYBRID FIBER COAX) TRIAL SETRASARI SEBAGAI LAYANAN CATV DAN DATA

Erma Andriyanto¹, Makhfi St ; Arif Hamdani Gunawan St Msc^{2, 3}

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

Abstrak

Kata Kunci :

Abstract

Keywords :



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi yang makin cepat mendorong diciptakannya sebuah jaringan yang dapat memberikan pelayanan terpadu, artinya diperlukan sebuah jaringan yang mampu memberikan berbagai macam layanan secara sekaligus, baik untuk layanan data, suara, gambar maupun video. Hal ini harus didukung dengan jaringan yang memiliki kecepatan transmisi yang tinggi dan bandwidth yang lebar, tetapi itu semua harus memperhitungkan biaya yang dikeluarkan untuk pembangunan jaringan.

Oleh karena itu dibuatlah jaringan yang menggunakan kombinasi antara koaksial sebagai feeder dan fiber optic sebagai backbone, yang disebut juga dengan jaringan HFC (Hybrid Fiber Coax). Sistem jaringan ini cukup compatible untuk memberikan layanan yang memerlukan bandwidth lebar dan kecepatan transmisi yang tinggi. Jaringan HFC di Indonesia baru tahap uji coba, dan umumnya digunakan sebagai media untuk layanan CATV juga layanan High Speed Internet Access (HSIA).

PT. Telkom telah melakukan uji coba jaringan HFC di daerah perumahan elite Setrasari, yang lokasi headend-nya terletak di Sentral Telepon Otomat (STO) Gegerkalong. Tetapi didalam uji coba jaringan ini banyak masalah yang dihadapi antara lain adanya pelanggan yang tidak connect dengan jaringan, serta keluhan para pelanggan HFC yang kualitas gambar televisinya kurang bagus.

Jaringan HFC Setrasari ini rencananya akan diperluas pada tahun 2004 hingga mencakup area Setrasari, Setra Indah, Sukahaji, Setramurni, Babakan Jeruk, Villa Duta, Villa Parahayangan, Budiasih, Budisari dan Setra Duta. Maka sebelum diperluas jaringan HFC trial ini perlu diadakan evaluasi untuk mengetahui performansinya apakah sudah cukup layak untuk diperluas, dan apakah sudah layak untuk digunakan. Atau mengoptimalkan jaringan HFC yang ada saat ini, sehingga biaya yang dibutuhkan dapat dikurangi.

1.2 Maksud dan Tujuan

Penyusunan proyek akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi syarat kelulusan dari STT Telkom.

Adapun tujuan dari proyek akhir ini adalah :

- Mempelajari dan Memahami teknologi jaringan HFC yang berupa : Infrastruktur dan Topologi jaringan HFC, Alokasi frekuensi spectrum HFC dan layanan yang diberikan oleh jaringan HFC.
- Mengevaluasi performansi jaringan HFC Setrasari agar dapat mengetahui Jaringan trial ini layak digunakan apa belum, dan sebagai acuan untuk mengoptimalkan jaringan yang sudah ada.

1.3 Perumusan masalah

Proyek akhir ini mengevaluasi performansi jaringan HFC trial Setrasari dengan melakukan perhitungan terhadap parameter Carrier to Noise Ratio (CNR), Composite Triple Beat (CTB), Cross Modulation (XMod) dan Hum Modulation. Konfigurasi dalam pengukuran jaringan HFC harus mengacu pada standard international yang ada yaitu International Telecommunication Union (ITU), Federal Communication Committee(FCC), dan DOCSIS, maupun standard yang diterapkan oleh PT Telkom.

Suatu jaringan HFC akan selalu dipengaruhi oleh interferensi maupun distorsi baik yang berasal dari system itu sendiri maupun pengaruh dari lingkungan yang disebut noise, sehingga banyak sekali permasalahan yang akan timbul.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam proyek akhir ini adalah :

- Hanya membahas jaringan HFC di Setrasari Bandung
- Mengacu pada salah satu vendor yang digunakan oleh PT Telkom
- Layanan data yang dibahas hanya HSIA dan tidak membahas keseluruhan protocol yang digunakan dalam jaringan.
- Performansi jaringan HFC Setrasari berdasarkan hasil pengukuran
- Parameter yang mempengaruhi performansi jaringan yang dibahas hanya meliputi CNR, CSO, CTB, XMod dan Hum Modulation.

1.5 Metodologi Penyelesaian Masalah

Metode yang digunakan dalam penyelesaian proyek akhir ini adalah :

- Studi literature, yang dilakukan dengan pembelajaran berbagai macam buku dan catalog yang mendukung proyek akhir ini serta mengkaji teori dasar dan menganalisa data yang diperoleh dari Laboratorium Jarlokaf Div. RISTI PT Telkom.
- Pengukuran secara langsung dilapangan.
- Konsultasi dengan dosen pembimbing.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

Bab I : Pendahuluan

Menjelaskan tentang permasalahan yang akan dibahas secara umum dengan memperhatikan latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan proyek akhir, pembatasan masalah serta sistematika penulisan.

Bab II : Dasar Teori

Bab ini berisi teori pendukung mengenai jaringan HFC yang meliputi arsitektur jaringan HFC, Komponen yang digunakan serta Noise yang mempengaruhi performansi jaringan.

Bab III : Jaringan HFC Trial Setrasari

Bab ini berisi topologi jaringan HFC Setrasari, Layanan yang diberikan, bandwidth yang digunakan serta perangkat dan komponen yang digunakan oleh jaringan HFC trial Setrasari.

Bab IV : Performansi jaringan HFC Setrasari.

Bab ini berisi tentang hasil pengukuran serta evaluasi terhadap performansi jaringan. Bab ini juga membahas masalah power link budget, kapasitas bandwidth serta availability jaringan.

Bab V : Penutup

Pada bab ini berisi kesimpulan dan saran.

BAB IV

HASIL PENGUKURAN DAN ANALISA PERFORMANSI JARINGAN HYBRID FIBER COAX

4.1 Hasil Pengukuran

Untuk mengukur kemampuan performansi dari Jaringan HFC digunakan alat yang dinamakan Stealth Trak. Parameter yang dapat diukur antara lain level, tilt, scan, C/N, Hum modulation, Composite Second Order (CSO) dan Composite Third Beat (CTB).

Hasil pengukuran performansi jaringan HFC Setrasari adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1. Performansi Jaringan Koaksial FN Setra Sari

EOL	Jml ah	CNR	CSO	CTB	HumMod	Xmod
Nama Jalan	Kaskade	(dBc)	(dBc)	(dBc)	(dBc)	(dBc)
Setra Sari Indah	2	64.59	- 69.00	- 70.35	- 58.33	- 62.79
Setra Sari II	2	62.31	- 62.62	- 66.34	- 55.45	- 58.32
Setrasari III	2	63.39	- 66.46	- 64.75	- 58.61	- 60.45
Setra Sari IV	2	52.48	- 67.32	- 65.31	- 56.96	- 60.45
Setra Sari Tengah	2	65.43	- 67.53	- 68.44	- 56.28	- 63.23
Setra Sari I	2	63.27	- 65.43	- 67.32	- 57.92	- 60.45
Setra Sari V	1	65.63	- 69.80	- 76.12	- 63.89	- 65.21
Setra Sari VI	3	63.22	- 67.12	- 64.79	- 56.86	- 60.45
Setra Sari Kulon V	3	64.71	- 68.87	- 71.87	- 64.72	- 68.52
Setra Sari Kulon VI	3	65.54	- 70.54	- 73.54	- 66.30	- 70.44
Setra Sari Kulon VII	3	61.10	- 69.45	- 71.82	- 65.54	- 65.20
Setra Sari Kulon	3	63.84	- 69.50	- 72.76	- 68.67	- 67.65
Setra Sari Kulon I	3	64.36	- 67.14	- 67.78	- 57.63	- 63.73
Setra Sari Kulon II	3	65.42	- 67.56	- 68.45	- 56.20	- 63.23
Setra Sari Kulon III	3	63.97	- 68.14	- 65.98	- 58.38	- 62.42
Setra Sari Kulon IV	4	56.97	- 65.59	- 60.74	- 53.48	- 58.62
Setra Sima I	3	65.66	- 63.85	- 66.62	- 59.37	- 61.75
Setra Sima II	3	64.84	- 64.80	- 68.23	- 58.75	- 62.83
Setra Sima III	1	65.44	- 67.25	- 75.30	- 62.41	- 64.10

Tabel 4.2 Pengukuran Level Sinyal Balik

Amplifier	Tap Ke Pelanggan Terjauh	SL reserve (dBmV)
Line Extender Amp 7	Tap 8-4	20.12
Line Extender Amp 8	Tap 11-2	24.64
Line Extender Amp 4	Tap 11-4	21.10
Line Extender Amp 5	Tap 11-2	23.62
Line Extender Amp 6	Tap 8-2	22.20
Line Extender Amp 10	Tap 14-2	25.58
Line Extender Amp 11	Tap 14-2	19.82
Line Extender Amp 13	Tap 8-2	16.54
Line Extender Amp 14	Tap 14-4	22.64
Line Extender Amp 15	Tap 11-4	24.17
Line Extender Amp 16	Tap 11-4	24.33
Line Extender Amp 17	Tap 14-2	16.65

4.2 Analisa Hasil Pengukuran

4.2.1 Performansi Jaringan HFC

Performansi Jaringan dapat dilihat diantaranya dari lima parameter yaitu : Carrier to Noise Ratio (CNR), Composite Triple Beat (CTB), Composite Second Order (CSO), Cross Modulation (Xmod) dan Hum modulation.

FCC maupun PT Telkom telah menetapkan nilai minimum untuk kelima standard tersebut. Nilai tersebut dapat dilihat pada tabel (4.3).

Tabel 4.3 Penetapan Nilai Standard Performansi Jaringan

Parameter	Standard FCC	Standard PT Telkom
CNR	≥ 43 dB	≥ 46 dB
CTB	≤ -53 dBc	≤ -54 dBc
CSO	≤ -53 dBc	≤ -53 dBc
Cross Mod	≤ -53 dBc	≤ -54 dBc
Hum Mod	≤ -53 dBc	≤ -40 dbc

Dengan mengambil pemakaian Amplifier yang terbanyak (pada kondisi terburuk) yaitu pada Jl. Setrasari Tengah, didapat hasil pengukuran untuk :

$$\text{CNR system} = 62,1 \text{ dB}$$

$$\text{CTB system} = -65,3 \text{ dBc}$$

$$\text{CSO system} = -64,0 \text{ dBc}$$

$$\text{Xmod} = -59,2 \text{ dBc}$$

$$\text{Hum Mod} = -54,6 \text{ dBc}$$

4.2.1.1 Perhitungan CNR (Carrier To Noise)

Pada perhitungan ini juga diambil sampel dari pemakaian amplifier yang terbanyak atau jumlah kaskade yang terbanyak, dengan rute Bridger Amp - Bridger Amp 10 - Bridger Amp 11 - Line Extender 17.

Dengan menggunakan persamaan (2.1) dan (2.3) parameter CNR dapat dihitung sebagai berikut:

Untuk Amplifier Line extender :

$$\text{C/N} = \text{Level input} - (-59,21) - \text{NFLE}$$

$$\text{C/N} = 17 + 59,2 - 6,5 = 69,7 \text{ dB}$$

Untuk Amplifier Bridger Amplifier (HGD Amplifier) :

$$\text{C/N} = \text{Level input} - (-59,21) - \text{NFBA}$$

$$\text{C/N} = 17 + 59,2 - 10 = 66,2 \text{ dB}$$

Maka diperoleh C/N system :

$$\text{C/N system} = -10 \log (10^{\log^{-\text{C/N } 1/10} + \dots + 10^{-\text{C/N } n/10}})$$

$$\text{C/N system} = -10 \log (10^{-66,2/10} + 10^{-66,2/10} + 10^{-66,2/10} + 10^{-69,7/10})$$

$$\text{C/N system} = -10 \log (7,1965 \times 10^{-07} + 1,0715 \times 10^{-07})$$

$$\text{C/N system} = 60,826 \text{ dB}$$

4.2.1.2 Perhitungan parameter CTB (Composite Triple Beat)

Perhitungan ini juga mengambil sample yang sama dengan perhitungan C/N, yaitu dengan mengambil kondisi yang terburuk (jumlah kaskade 4).

Dengan menggunakan persamaan (2.5) dapat dihitung CTB system sebagai berikut :

$$\text{C/CTB system} = -20 \log (10^{\log^{-\text{CTB } 1/20} + \dots + 10^{-\text{CTB } n/20}})$$

$$\text{C/CTB system} = -20 \log (10^{\log^{-75/20} + 10^{\log^{-75/20} + 10^{\log^{-75/20} + 10^{\log^{-78/20}}}})$$

$$\text{C/CTB system} = -20 \log (6,5937 \times 10^{-04})$$

$$C/CTB_{\text{system}} = 63,617 \text{ dB}$$

$$CTB_{\text{system}} = -63,617 \text{ dBc}$$

4.2.1.3 Perhitungan parameter CSO (Composite Second Order)

Dengan menggunakan persamaan (2.7) maka didapatkan CSO system.

$$C/CSO_{\text{system}} = -15 \log (10^{-CSO1/15} + \dots + 10^{-CSOn/15})$$

$$C/CSO_{\text{system}} = -15 \log (10^{-69/15} + 10^{-69/15} + 10^{-69/15} + 10^{-74/15})$$

$$C/CSO_{\text{system}} = -15 \log (7,5356 \times 10^{-05} + 1,1659 \times 10^{-05})$$

$$C/CSO_{\text{system}} = -15 \log 8,7015 \times 10^{-05}$$

$$CSO_{\text{system}} = -60,90 \text{ dBc}$$

4.2.1.4 Perhitungan performansi Cross Modulation (Xmod)

Berdasarkan persamaan (2.9) dan data teknis peralatan yang dipakai, maka didapatkan Xmod adalah :

$$C/X_{\text{mod system}} = -20 \log (10^{-XM1/20} + \dots + 10^{-XMn/20})$$

$$C/X_{\text{mod system}} = -20 \log (10^{-66/20} + 10^{-66/20} + 10^{-66/20} + 10^{-73/20})$$

$$C/X_{\text{mod system}} = -20 \log (1,503 \times 10^{-03} + 2,238 \times 10^{-04})$$

$$X_{\text{mod system}} = -55,255 \text{ dBc}$$

4.2.1.5 Perhitungan Hum modulation

Dengan menggunakan persamaan (2.9) dan data teknis peralatan di lampiran, maka didapatkan Hum modulation adalah :

$$C/Hum_{\text{modulation}} = -20 \log (10^{(-Hum1/20)} + 10^{(-Hum2/20)} + \dots + 10^{(-Humn/20)})$$

$$C/Hum_{\text{modulation}} = -20 \log (10^{-65/20} + 10^{-65/20} + 10^{-65/20} + 10^{-65/20})$$

$$Hum_{\text{Modulation}} = -52,96 \text{ dBc}$$

Dengan cara yang sama diatas maka akan didapatkan nilai performansi yang lain yang dapat dilihat pada tabel (4.4) dibawah ini :

Tabel 4.4 Performansi Jaringan Koaksial FN Setra Sari

EOL	Jml ah	CNR	CSO	CTB	HumMod	Xmod
Nama Jalan	Kaskade	(dBc)	(dBc)	(dBc)	(dBc)	(dBc)
Setra Sari Indah	2	64.59	-69.00	-70.35	-58.33	-62.79
Setra Sari II	2	64.59	-69.00	-70.35	-58.33	-62.79
Setrasari III	2	64.59	-69.00	-70.35	-58.33	-62.79
Setra Sari IV	2	64.59	-69.00	-70.35	-58.33	-62.79
Setra Sari Tengah	2	64.59	-69.00	-70.35	-58.33	-62.79
Setra Sari I	2	64.59	-69.00	-70.35	-58.33	-62.79
Setra Sari V	1	66.20	-69.00	-75.00	-65.00	-66.00
Setra Sari VI	3	62.31	-62.62	-66.34	-55.45	-58.32
Setra Sari Kulon V	3	62.31	-62.62	-66.34	-55.45	-58.32
Setra Sari Kulon VI	3	62.31	-62.62	-66.34	-55.45	-58.32
Setra Sari Kulon VII	3	62.31	-62.62	-66.34	-55.45	-58.32
Setra Sari Kulon	3	62.31	-62.62	-66.34	-55.45	-58.32
Setra Sari Kulon I	3	62.31	-62.62	-66.34	-55.45	-58.32
Setra Sari Kulon II	3	62.31	-62.62	-66.34	-55.45	-58.32
Setra Sari Kulon III	3	62.31	-62.62	-66.34	-55.45	-58.32
Setra Sari Kulon IV	4	60.83	-60.90	-63.62	-52.96	-55.26
Setra Sima I	3	62.31	-62.62	-66.34	-55.45	-58.32
Setra Sima II	3	62.31	-62.62	-66.34	-55.45	-58.32
Setra Sima III	1	66.20	-69.00	-75.00	-65.00	-66.00

Dari perhitungan maupun pengukuran mengenai performansi jaringan HFC ini didapat hasil yang tidak terlalu jauh perbedaannya dan semuanya melebihi dari standard minimum yang direkomendasikan oleh FCC, yaitu: untuk C/N sebesar 43 dB, dan untuk CTB,CSO maupun Xmod sebesar - 53 dBc, serta standard minimum yang ditetapkan oleh PT. Telkom yaitu : CNR = 46 dB, CSO = - 53 dBc, CTB = - 54 dBc, X mod = - 54 dBc dan hum modulation = - 40 dbc.

Carrier To Noise secara umum akan mempengaruhi kualitas pada gambar televisi. Jika C/N kurang dari 43 dB maka gambar yang didapat kurang jelas.Hum modulation tidak terlalu berpengaruh jika kedalaman modulasinya kurang dari 10 %. Sedangkan jika nilainya lebih besar dari 10 %, maka pada gambar telivisi terlihat gambar vertical. Hum modulation ini dipengaruhi oleh system catudaya. Jika catu daya tidak mempunyai kestabilan frekuensi, maka akan sangat berpengaruh terhadap perangkat-perangkat di Headend seperti receiver, modulator.

Didalam jaringan HFC terdapat pelanggan yang tidak berhasil connect dengan jaringan, hal ini disebabkan oleh penggunaan kabel RG 11 yang mempunyai redaman yang besar atau tidak terpenuhinya level daya minimum baik arah forward maupun reserve sehingga tidak terjadi komunikasi dua arah.

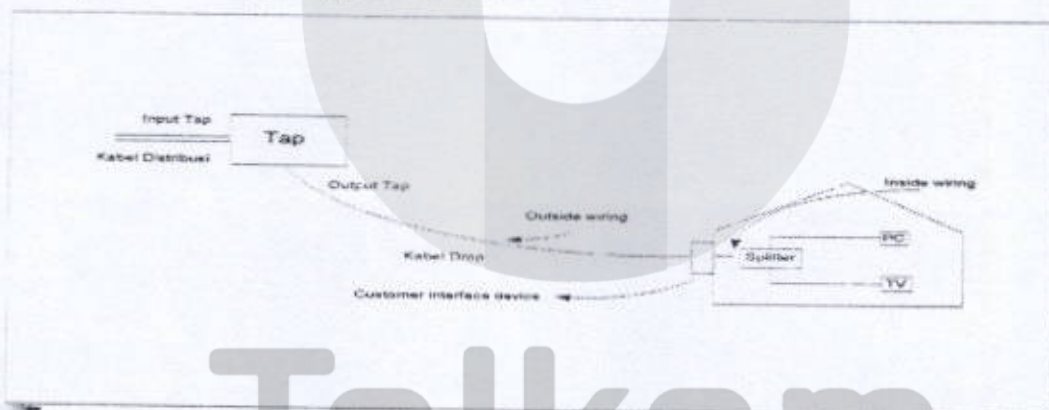
Faktor Noise, CSO, CTB, Cross modulation dan Hum modulation berguna untuk membatasi penggunaan amplifier yang terlalu banyak.

4.2.2. Sinyal Balik di Amplifier.

Perlu diperhatikan level daya pada arah upstream maupun downstream harus memenuhi spesifikasi perangkat yang ada maupun level minimum yang telah ditetapkan agar dapat terjadi komunikasi dua arah.

Pada arah upstream ini Parameter EOL yang digunakan adalah :

- Frekuensi kerja = 40 Mhz
- Input Cable Modem = 50 dBmV
- Splitter loss di pelanggan = 3,7 dB

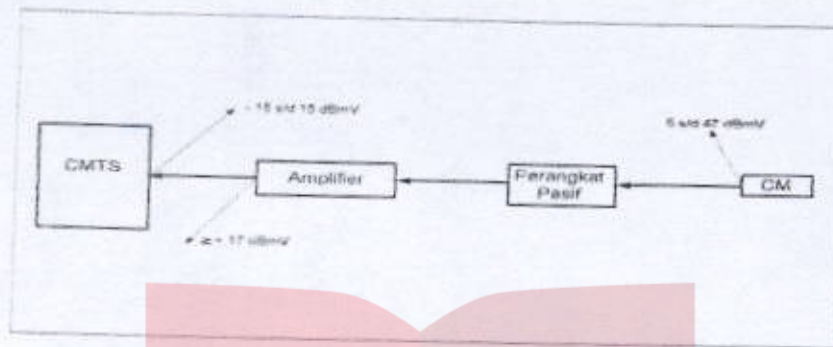


Gambar 4.1 jaringan End of Line (EOL)

Segmen CPE ini menghubungkan pelanggan dengan system feeder. Secara umum dapat dibagi dalam dua bagian :

- Inside wiring, yang termasuk tanggung jawab pelanggan
- Outside wiring, yang termasuk ke dalam tanggung jawab provider, yang dalam hal ini adalah PT Telkom.

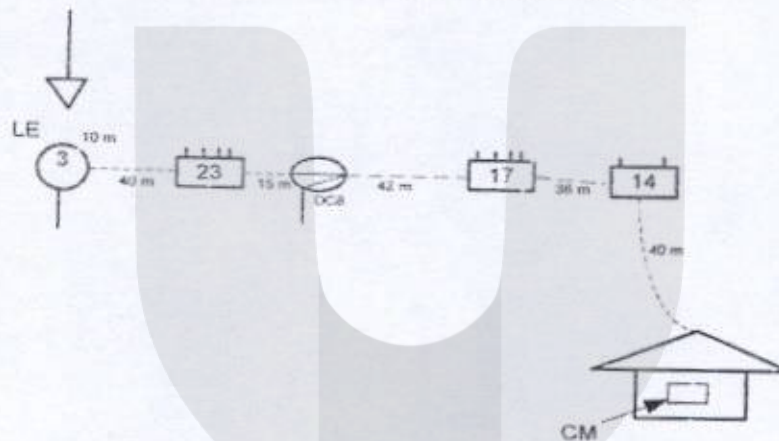
Sedangkan nilai level sinyal di jaringan HFC dapat dilihat pada gambar (4.2)



Gambar 4.2 Nilai titik pengukuran sinyal Jaringan HFC

Perhitungan level sinyal balik adalah sebagai berikut :

Dengan mengambil contoh pelanggan di Jalan Setrasari kulon V no 14.



Gambar 4.3 Jaringan koaksial arah upstream

Dari gambar diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

Pelanggan terhubung dengan Tap 14, maka level sinyal balik yang sampai amplifier :

$$\begin{aligned}
 &= \text{Output Cable Modem} - (\text{loss drop splitter}) - \text{loss kabel drop} - \text{TL 14} - (\text{loss kabel feeder}) - \text{Insertion loss (tap 17 + DC 8 + tap 23 + 3 way splitter)} \\
 &= 47 \text{ dBmV} - 3,7 \text{ dB} - (20\text{m} \times 4,75/100\text{m} + 40\text{m} \times 2,46/100\text{m}) - 14 \text{ dB} - (135\text{m} \times 1,017/100\text{m}) - (0,8 + 1,7 + 0,7 + 5,9) \\
 &= 14,89 \text{ dBmV.}
 \end{aligned}$$

Level 14,89 dBmV kurang dari level minimum sinyal level di Output Amplifier sebesar 17 dBmV.

Dengan cara yang sama diatas maka level sinyal balik yang sampai amplifier yang lain dapat dicari juga.

Ternyata baik dalam pengukuran maupun perhitungan level sinyal balik di Amplifier terdapat nilai yang kurang dari 17 dBmV, sehingga menyebabkan tidak bisa connect dengan jaringan, terutama untuk layanan HSIA.

Cara mengatasinya adalah dengan :

1. Mengganti Tap terakhir yang terhubung dengan pelanggan tersebut.
2. Mengganti Splitter yang terhubung dengan pelanggan tersebut.
3. Mengganti kabel drop in home yang digunakan sesuai dengan jenis dan ukuranya.

Untuk kasus diatas, pelanggan yang terhubung ke tap 14. (Setrasari Kulon V no 14) maka dapat diatasi dengan cara ke dua dan ketiga. Sehingga menjadi :

Pelanggan terhubung dengan Tap 14, maka level sinyal balik yang sampai amplifier :

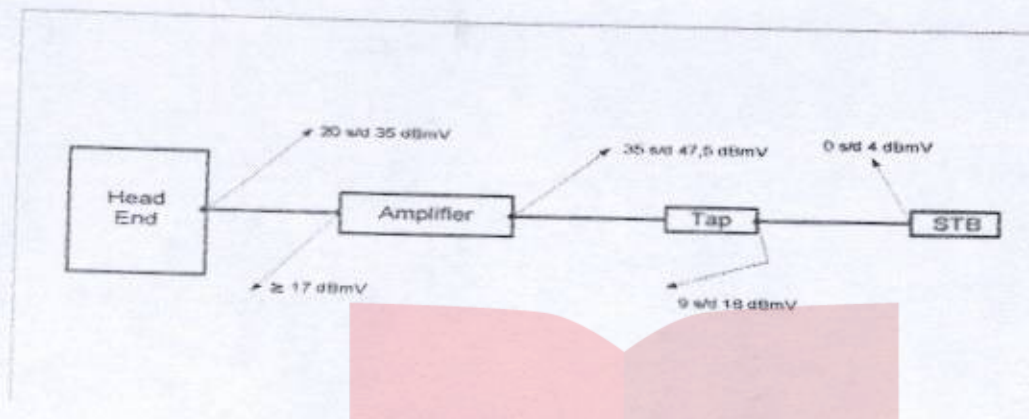
$$\begin{aligned}
 &= \text{Output Cable Modem} - (\text{loss drop splitter}) - \text{loss kabel drop} - \text{TL 14} - (\text{loss kabel feeder}) - \text{Insertion loss (tap 17 + DC 8 + tap 23 - 3 way splitter)} \\
 &= 47 \text{ dBmV} - 3,7 \text{ dB} - (10\text{m} \times 4,75/100\text{m} + 40\text{m} \times 2,46/100\text{m}) - 14 \text{ dB} - (135\text{m} \times 1,017/100\text{m}) - (0,8 + 1,7 + 0,7 + 4,0) \\
 &= 17,89 \text{ dBmV.}
 \end{aligned}$$

Dengan level daya sebesar 17,46 berarti telah memenuhi level minimum sinyal output di Amplifier.

Sesuai dengan perancangan yang dahulu dibuat oleh PT. Telkom, dalam hal ini divisi Ristl panjang kabel drop dalam rumah sebesar ≤ 15 m. dan jenis kabel drop in home yang dipakai adalah RG 59.

4.2.3 Analisa jaringan koaksial untuk layanan CATV arah downstream

Seperti dijelaskan sebelumnya bahwa untuk layanan TV kabel dan Cable Modem pada arah downstream menempati bandwidth antara 50 Mhz – 750 Mhz. Gambar (4.4) ini menunjukkan posisi beberapa titik pengukuran dan perhitungan jaringan HFC pada arah downstream.



Gambar 4.4 Posisi titik pengukuran jaringan HFC

Pada arah downstream ini menggunakan parameter sebagai berikut :

- Level sinyal di Set top Box = 0 s/d 4 dBmV
- Splitter 2- way di rumah pelanggan mempunyai Loss = 3,7 dB
- Kabel drop in Home yang digunakan adalah RG 59 panjang 10-15m
- Kabel drop yang digunakan (outside wiring) yang digunakan adalah RG 11 panjang 20 – 40 m



Gambar 4.5 Jaringan koaksial arah downstream

Dari gambar diatas dapat di hitung level sinyal di STB sebagai berikut :

Pada frekuensi 750 Mhz.

Input tap 14 = Output Amplifier – Cable los – IL (tap 17 + DC 8 + tap 23 + 2 way Splitter)

$$= 47,5 \text{ dBmV} - (5,8/100) \times 135 \text{ m} - (1,7 + 2,4 + 1,4 + 4,9)$$

$$= 29,27 \text{ dBmV}$$

Pada frekuensi 50 Hz.

Input tap 14 = Output Amplifier – Cable loss – IL (tap 17 + DC 8 + tap 23 + 2 way Splitter)

$$= 35 \text{ dBmV} - (1,312/100) \times 135 \text{ m} - (0,9 + 1,8 + 0,5 + 4,2)$$

$$= 23,729 \text{ dBmV}$$

Maka level sinyal akan sampai rumah pelanggan (STB) sebesar :

Pada frekuensi 750 MHz.

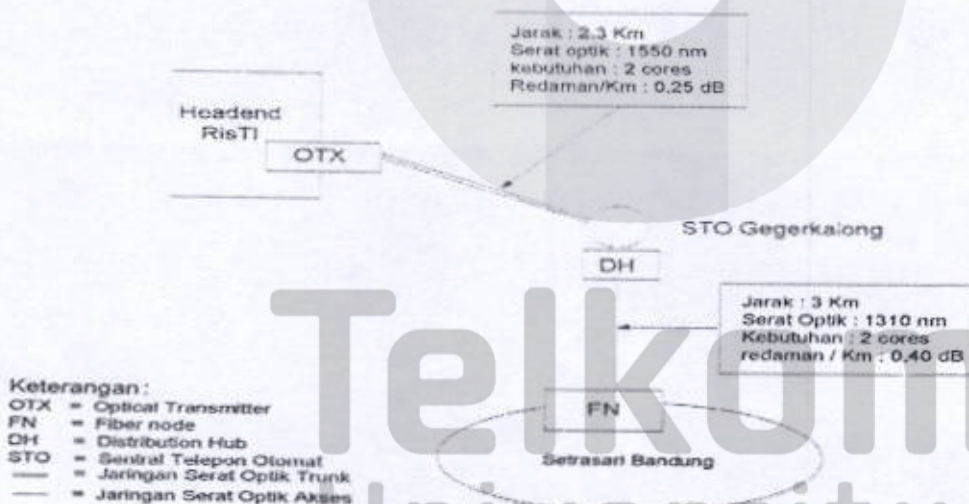
$$\text{Level di STB} = \text{Input tap (14)} - \text{TL (14)} - \text{loss splitter} - \text{cable loss drop}$$

$$= 29,27 - 14 - 3,7 - (40\text{m} \times 12,8/100\text{m}) - (20 \times 24,7/100\text{m})$$

$$= 1,51 \text{ dBmV}$$

4.3 Analisa Power Link Budget jaringan Serat Optik.

Rute jaringan serat optik dari Headend RisTI sampai FN Setrasari dapat dilihat pada gambar(4.6).



Gambar 4.6 Data Jaringan Serat Optik RisTI – Lokasi Setrasari

4.3.1 Loss Budget Jaringan serat Optik

Loss Budget Jaringan Serat Optik Trunk maupun Akses dapat dihitung menggunakan persamaan (3.1), sebagai berikut :

$$\text{Loss} = A \times L + B \times N_s + C \times N_c + \sqrt{(D \times L + E \times N_s + F \times N_c)} + S + M$$

Dengan menggunakan data yang telah disebutkan diatas, ditambah dengan beberapa kondisi/persyaratan instalasi serat optik, loss budget Jaringan Serat Optik dapat diketahui sesuai dengan tabel (4.5) sebagai berikut :

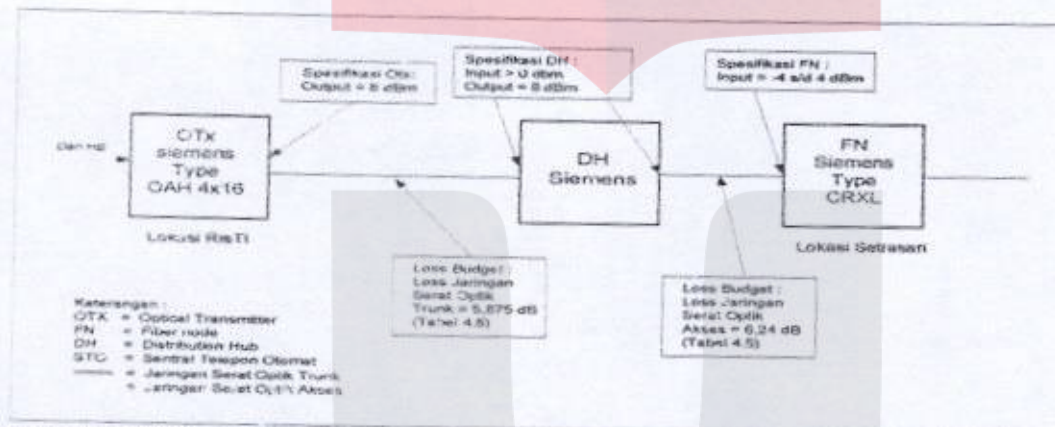
Tabel 4.5 Perhitungan Loss Budget Jaringan Serat Optik RisTI - Setrasari

Loss Budget Jaringan Optik trunk		
$Loss = A \times L + B \times ns + C \times Nc + \sqrt{(D \times L + E \times Ns + F \times Nc)} + S + M$		
Parameter	Nilai(dB)	Keterangan
A x L	0.575	A= 0.25dB/Km, L=2.3 Km
B x Ns	0.4	B = 0.2 dB/titik, Ns = 2 titik
C x Nc	1.00	C = 0.5 dB/ps, Nc = 2 ps Konektor
$\sqrt{(D \times L + E \times Ns + F \times Nc)}$	0.9	D=0.05 dB/Km, E =0.15 dB/titik, F=0.2 dB/ps.
S	-	Tanpa passive Splitter
M	3.00	Margin Sistem
Loss Total Optik Trunk	5.875 dB	
Loss Budget Jaringan Optik Akses		
$Loss = A \times L + B \times ns + C \times Nc + \sqrt{(D \times L + E \times Ns + F \times Nc)} + S + M$		
Parameter	Nilai(dB)	Keterangan
A x L	1.2	A= 0.25dB/Km, L= 3 Km
B x Ns	0.20	B = 0.2 dB/titik, Ns = 1 titik
C x Nc	1.00	C = 0.5 dB/ps, Nc = 2 ps Konektor
$\sqrt{(D \times L + E \times Ns + F \times Nc)}$	0.84	D=0.05 dB/Km, E =0.15 dB/titik, F=0.2 dB/ps.
S	-	Tanpa passive Splitter
M	3.00	Margin Sistem
Loss Total Optik Akses	6.24 dB	
Loss Total Jaringan Serat Optik Trunk + Akses	12.115 dB	

4.3.2 Power Link budget Jaringan serat optik

seperti diketahui power link budget pada jaringan optik ditentukan oleh selisih antara daya yang dipancarkan oleh Optikal Transmitter dengan daya terendah yang masih dapat dideteksi oleh optikal receiver, sehingga dalam hal ini power link budget akan sangat dipengaruhi oleh Loss budget jaringan serat optik.

Gambar (4.7) menjelaskan perhitungan power link budget jaringan serat optik trunk dan akses dari Optikal Transmitter di Lokasi RisTI sampai dengan Fiber Node Setrasari.



Sumber : Siemens, equipment Specification.

Gambar 4.7 Power link Budget Jaringan serat optik Otx – FN

Dari gambar 4.7 dapat diketahui bahwa power link budget jaringan serat optik memenuhi spesifikasi level input perangkat, yaitu :

- **Jaringan Serat Optik Trunk :**

$$\text{Level input DH} = \text{Level output Otx} - \text{Loss Jaringan Serat Optik trunk}$$

$$\text{Level input DH} = 8 \text{ dBm} - 5,875 \text{ dB}$$

$$\text{Level input DH} = 2,125 \text{ dBm}$$

Level input DH sebesar 2,125 dBm masih memenuhi spesifikasi yang dipersyaratkan yaitu > 0 dBm dan telah memperhitungkan margin system sebesar 3 dB.

- **Jaringan Serat optik Akses**

$$\text{Level input FN} = \text{Level output DH} - \text{Loss Jaringan Serat Optik Akses}$$

$$\text{Level input FN} = 8 \text{ dBm} - 5,93 \text{ dB}$$

$$\text{Level input FN} = 2,07 \text{ dBm}$$

Dengan demikian level input FN masih memenuhi spesifikasi yang dipersyaratkan (-4dBm s/d 4 dBm) dan telah memperhitungkan margin sistem sebesar 3 dB. Level Daya tersebut dapat dimaksimalkan dengan cara mengubah keluaran (Ouput) DH. Konfigurasi Jaringan Serat Optik RisTI – Setrasari dapat dilihat pada lampiran C.

4.5 Analisa Layanan dan Kapasitas Bandwidth HFC

4.5.1 Layanan TV Analog Broadcast

Layanan TV analog Broadcast dapat menggunakan standar transmisi video Phase Alternation Line (PAL) 1 kanalnya membutuhkan 8 MHz.

Jumlah kanal yang dapat ditangani untuk suatu bandwidth tertentu dapat dihitung dengan formula sebagai berikut :

$$\text{Jumlah kanal (PAL)} = \frac{\text{Bandwidth downstream TV Analog}}{8 \text{ MHz}} \quad (4.1)$$

Jumlah kanal yang mampu ditangani oleh jaringan HFC ini adalah :

$$\text{Jumlah Kanal (PAL)} = \frac{400}{6 \text{ MHz}} = 50 \text{ kanal}$$

4.5.2 Layanan TV digital Broadcast

Layanan TV Digital Broadcast menggunakan teknik kompresi Moving Picture Experi Group-2 (MPEG-2) dalam mentransmisikan sinyal video dari Video Server. Satu stream video digital MPEG-2 memiliki bit rate antara 4 Mbps hingga 100 Mbps. Pada system HFC, satu sinyal carrier dengan menggunakan teknik modulasi 64-QAM dan bandwidth sebesar 6 MHz dapat mentransmisikan 8 kanal TV digital dengan bit rate 30 Mbps. Jika diketahui berapa lebar bandwidth HFC yang dialokasikan untuk layanan TV digital maka dapat diketahui jumlah kanal yang disediakan.

$$\text{Jumlah kanal} = \frac{\text{Bandwidth downstream TV digital}}{6 \text{ MHz}} \times 8 \quad (4.2)$$

Maka jumlah kanal yang disediakan :

$$\text{Jumlah kanal} = \frac{100 \text{ MHz}}{6 \text{ MHzx}} \times 8 = 133 \text{ kanal}$$

4.5.3 Layanan VOD

Layanan yang ditawarkan berupa stream video digital MPEG-2 pada kanal downstream dan fungsi kontrol pada kanal upstream. Dengan teknik MPEG-2, modulasi 64-QAM maka untuk bandwidth 6 MHz dapat ditransmisikan 8 kanal video dengan bit rate 30 Mbps. Sedangkan pada transmisi upstream digunakan teknik modulasi $\pi/4$ - DQPSK dimana satu sinyal carrier dapat membawa data dengan bit rate 768 kbps pada bandwidth 600 khz, maka kapasitas bandwidth dapat dihitung melalui persamaan:

$$BW_{Downstream} = \left(\frac{\text{Jumlah kanal VOD}}{8} \right) \times 6 \text{ MHz} \quad (4.3)$$

Pada layanan VOD yang harus diperhatikan pada jalur upstream adalah bahwa penyedia layanan harus dapat memprediksi berapa banyak jumlah pelanggan VOD yang dapat mengakses secara bersamaan.

$$BW_{Upstream} = \left(\frac{V \times BR_{Up}}{768 \text{ kbps}} \right) \times 0,6 \text{ MHz} \quad (4.4)$$

dimana : V = Jumlah pelanggan VOD yang mengakses bersamaan

BR_{Up} = Bit Rate control video yang ditawarkan

Frekuensi downstream VOD yaitu antara 550 MHz s/d 600 MHz, maka jumlah kanal VOD yang disediakan adalah :

$$\text{Jumlah kanal} = \frac{50 \text{ MHz}}{6 \text{ MHz}} \times 8 = 66 \text{ kanal}$$

Sedangkan jika upstream VOD pada band 16 s/d 20 MHz atau sebesar 4 MHz, dengan BR upstream VOD sebesar 64 kbps, maka :

$$V_{\text{max}} = \frac{(4 \text{ MHz}) \times 768 \text{ kbps}}{0,6 \times 64 \text{ kbps}} = 80 \text{ pelanggan}$$

4.5.4 Layanan HSIA

Komponen disisi pelanggan agar dapat mengakses layanan HSIA dan layanan Telepony (Voice over cable) pada jaringan HFC adalah cable modem. Cable modem merupakan RF interface kearah jaringan HFC dan digital interface kearah terminal pelanggan. Cable modem mampu mengirimkan data dengan kecepatan yang simetris, hal ini karena cable modem menggunakan modulasi 64-QAM untuk jalur downstream yang menghasilkan bit rate 30 Mbps dalam kanal 6 MHz, sedangkan untuk jalur

upstream digunakan modulasi QPSK yang menghasilkan bit rate 2,56 Mbps dalam kanal 1600 kHz.

Jumlah pelanggan HSIA yang mengakses bersamaan dapat dicari melalui persamaan berikut :

$$BW_{\text{Downstream}} = \left(\frac{D \times BR_{\text{down}}}{30 \text{ Mbps}} \right) \times 6 \text{ MHz} \quad (4.5)$$

$$BW_{\text{Upstream}} = \left(\frac{D \times BR_{\text{up}}}{2.56 \text{ Mbps}} \right) \times 1.6 \text{ MHz} \quad (4.6)$$

Dimana :

D = Jumlah pelanggan HSIA yang mengakses bersamaan

BR_down = bit rate downstream

BR_up = bit rate upstream

T = Jumlah kanal telepon

Downstream layanan HSIA pada band 600 MHz s/d 750 MHz atau bandwidth sebesar 150 MHz, dengan BR downstream HSIA yang ditawarkan sebesar 1 Mbps, maka :

$$150 \text{ MHz} = \left(\frac{D \times 1 \text{ Mbps}}{30 \text{ Mbps}} \right) \times 6 \text{ MHz}$$

D = 750 pelanggan.

Sedangkan upstream layanan HSIA pada band 20 MHz s/d 40 MHz atau bandwidth sebesar 20 MHz, dengan BR upstream HSIA sebesar 64 kbps, maka :

$$1.6 \left(\frac{D \times 64 \text{ kbps}}{2560 \text{ kbps}} \right) = 20$$

D = 500 pelanggan.

Dari analisa kapasitas Bandwidth ini dapat diketahui, sebenarnya masih memungkinkan untuk penambahan jumlah pelanggan. Sekarang ini terdapat 247 pelanggan. Sehingga dapat dimaksimalkan jumlah pelanggan menjadi 750 pelanggan.

4.6 Analisa Reliability dan Availability jaringan

Dalam proyek akhir ini, analisa kehandalan jaringan HFC didasarkan kepada Average Failure Rate (AFR) dari masing-masing komponen dan Mean Time To Failure (MTTR) juga dari masing-masing komponen dalam jaringan HFC. Komponen-komponen tersebut meliputi DFB transmitter dan receiver, fiber optik dan perangkat pasifnya, optikal node, amplifier, kabel koaksial, Tap dan power supply.

Tabel 4.6 AFR dan MTTR

Komponen	AFR	MTTR
DFB transmitter & Receiver	0.062	1.3
Fiber cable & Passive	0.015	6.3
Optikal Node	0.048	1
Power Supply	0.261	2
Amplifier	0.026	0.9
Coax Cable	0.107	1.2
Tap	0.002	0.7

Reliability dan availability dari system HFC dapat diketahui dengan analisa sebagai berikut :

- Reliability

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

$$R(1) = e^{-(0,613 \times 1) / 525600} = 0,9999$$

$$R(1) = 99,99 \%$$

- Mean Time To Failure (MTTF)

$$MTTF = \frac{1}{\lambda}$$

$$MTTF = \frac{60 \times 24 \times 365}{0,613} = 857422 \text{ menit}$$

- Mean Time To Repair (MTTR)

$$MTTR = 13,4 \text{ jam}$$

• Availability

$$\begin{aligned} \text{Availability} &= \frac{\text{MTTF}}{\text{MTTF} + \text{MTTR}} \\ &= \frac{857422}{857422 + 13,4} \\ &= 0,9998 = 99,98 \% \end{aligned}$$

Dari perhitungan didapat bahwa availability pada jaringan HFC Setrasari mencapai 99,98% atau waktu kegagalan 123 menit/tahun.

Sedangkan untuk layanan data, maka availability-nya sebagai berikut :

MTTF ComController = 22241 jam

MTTR ComController = 0,5 jam

$$\begin{aligned} \text{Availability} &= \frac{\text{MTTF}}{\text{MTTF} + \text{MTTR}} \\ &= \frac{857422}{857422 + 13,4} \\ &= 0,9998 = 99,98 \% \end{aligned}$$

Langkah-langkah perbaikan tingkat AFR dan MTTR pada jaringan HFC adalah:

▪ Pencatutan daya Jaringan

Kegagalan pada system pencatutan daya pada jaringan HFC terdiri dari 3 elemen, yaitu kegagalan pada perusahaan listrik sebagai penyedia listrik bagi jaringan, kegagalan power supply, dan lonjakan arus listrik yang merusakkan atau menyebabkan putusnya fuse pada power inserter, directional coupler dan pernakat-perangkat pasif lainnya. Dengan penambahan stan-by power supply akan mengurangi waktu kegagalan.

Untuk arsitektur jaringan HFC yang dioptimalisasikan untuk layanan telepon dengan penetrasi 100 %, power supply terpusat pada node, dimana power supply terpusat ini memiliki ± 8 jam catuan baterai stand-by.

- Menggunakan system redudansi untuk serat optik
- Perbaikan komponen drop

Komponen-komponen drop terdiri dari kabel drop koaksial dan konektor pada tap dan pelanggan. Komponen drop memiliki waktu kegagalan 25 menit/tahun. Perbaikan MTTR untuk permasalahan komponen drop menjadi 4 jam MTTR akan mengurangi waktu kegagalan menjadi 6 menit/tahun.

