

PERENCANAAN DAN PERANCANGAN LAYANAN *DIGITAL VIDEO BROADCASTING CABLE* UNTUK JARINGAN HFC, STUDI KASUS LAYANAN UNTUK LABORATORIUM LTRGM DAN TEKNIK FISIKA ITB

Catur Budi Waluyo, Iskandar

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung

e-mail : *catur_budiwaluyo@yahoo.co.uk*

ABSTRACT

As the development of information technology, especially in multimedia services such as video, voice, and data to improve service for the customers and answer the public demand of multimedia services, the network is used for Digital Video Broadcasting Cable (DVB C). DVB C is one of the cable network technology that is formed from a combination of optical and coaxial network. This research is expected to provide services to users broadband access to cable TV services, internet, video on demand and multimedia-based services. By planning, it has been used wide bandwidth of 750 MHz for downstream and upstream of 60 MHz. By design, it needs to be served to the downstream ie digital TV (48 MHz), 80 MHz analog TV, video on demand (72 MHz), and the Internet 16 MHz. total upstream bandwidth is 4.6 MHz with 140 total customers.

Based on the results of the design with cable software tools, devices that can be used are 2 way splitter, amplifier, TAP 4 way with damping 23, 20, and 17 dB and Tap 8-17, 8-11. Performance results of the design has satisfied the minimum and maximum target of signal level for each Tap.

Keywords: DVB-C2, digital TV, analog TV, video on demand, internet, cable tools

INTISARI

Seiring dengan perkembangan teknologi informasi khususnya pada layanan multimedia seperti video, voice dan data untuk meningkatkan pelayanan pada pelanggan dan menjawab tuntutan masyarakat akan layanan multimedia, maka digunakanlah jaringan *Digital Video Braodcasting Cable (DVB C)*. *DVB C* merupakan salah satu teknologi jaringan kabel yang dibentuk dari kombinasi jaringan optik dan koaksial. Pada penelitian ini diharapkan dapat memberikan layanan akses *broadband* kepada pengguna untuk layanan TV kabel, internet, *video on demand*, dan layanan berbasis multimedia. Dari perencanaan digunakan lebar *bandwidth* untuk *downstream* sebesar 750 Mhz dan untuk *upstream* sebesar 60 Mhz. Berdasarkan perancangan maka kebutuhan yang dapat dilayani untuk *downstream* yaitu TV digital (48 MHz), TV analog 80 MHz, *Video On demand* (72 MHz), dan Internet 16 MHz. Total *Bandwidth* untuk *upstream* yaitu 4,6 MHz. dengan Total pelanggan 140.

Berdasarkan hasil perancangan dengan menggunakan *software cabel tools*, perangkat yang dapat digunakan yaitu *Splitter 2 way*, Amplifier, *TAP 4 way* dengan redaman 23, 20, dan 17 dB dan *Tap 8-17, 8-11*. Performansi hasil rancangan telah memenuhi target level sinyal minimum dan maksimum untuk masing-masing *Tap*.

Kata kunci: *DVB-C2, TV digital, TV analog, Video On demand, Internet, Cable Tools.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Hybrid Fiber Coax(HFC) adalah aplikasi teknologi baru dari *Digital Video Broadcasting Cable 2 (DVB-C2)* yang dapat menggunakan gabungan kabel serat optik dan koaksial untuk layanan broadcast dalam membantu migrasi ke arsitektur generasi selanjutnya meningkatkan kapasitas dan kecepatan data mencapai 7 Gbps (whitepaper,2010). Selain itu, HFC Menurut (whitepaper,2010 dan Sofia N. dkk, 2014) dapat memberikan layanan interaktif berupa video, gambar, dan suara dengan layanan *bandwidth* yang besar dan distribusi yang mudah.

Berdasarkan penelitian (pusat penelitian DEPKOMINFO,2007) bisnis model aplikasi DVB-C2 khususnya HFC di jepang dan amerika pada dekade terakhir, pengguna meningkat masing-masing 20 juta pengguna (40.3%) untuk Jepang dan 42.9 juta (32.3%) untuk Amerika. Tetapi di indonesia baru sedikit yang mengimplementasikan teknologi DVB C2. Oleh karena itu, agar teknologi HFC memberikan manfaat dalam mengirimkan layanan interaktif dengan baik, implementasi tanpa adanya *outage capacity*, dan perangkat sesuai dengan kebutuhan untuk mencapai kecepatan transmisi yang diinginkan oleh user, maka dalam penelitian ini dilakukan

perancangan simulasi kapasitas dan perangkat yang digunakan.

Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini yaitu

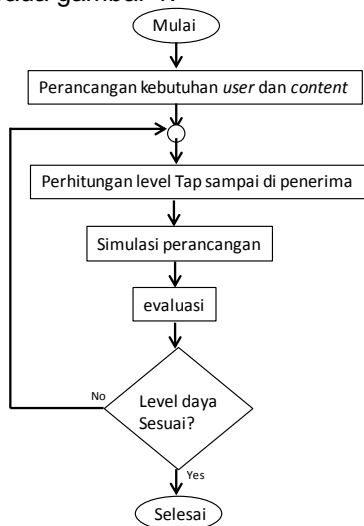
1. Bagaimana cara perencanaan dan perancangan jaringan koaksial antara *Lab. LTRGM* dan *Teknik Fisika* untuk layanan DVB C?
2. Perangkat apa saja yang digunakan untuk implementasi perancangan jaringan koaksial antara *Lab. LTRGM* dan *Teknik Fisika* untuk layanan DVB C?

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian yaitu melakukan perencanaan dan perancangan jaringan koaksial yang menghubungkan laboratrium. LTRGM-Teknik Fisika untuk layanan DVB C.

Metodologi

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu melakukan studi literatur dari buku dan jurnal serta melakukan perancangan simulasi. Untuk flowchart perancangan dapat dilihat pada gambar 1.

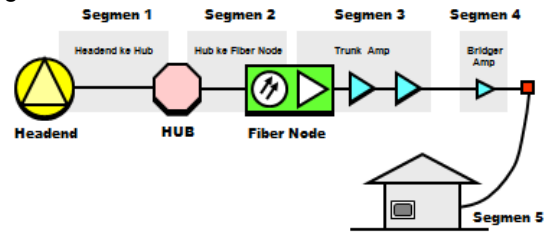


Gambar 1. Flowchart perancangan sistem.

Tinjauan Pustaka

Menurut (fridayanti,2011) pada jaringan HFC ada beberapa model jaringan yang digunakan yaitu *Optical transport*, *Optical Distribution*, *Coaxial Distribution* dan *subscriber drop*. Untuk ilustrasi contoh model jaringan HFC dapat dilihat pada gambar 2 dengan keterangan *segmen 1* adalah *optical transport*, *segmen 2* adalah *Optical distribution*, *Segmen 3* adalah *Coaxial*

Distribution, *Segmen 4* adalah *Tap Amplifier* dan *Segmen 5* adalah *Subscriber drop*. Untuk contoh model jaringan HFC dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Contoh model jaringan HFC

Optical transport adalah segmen pada jaringan HFC yang menghubungkan *Headend* ke *HUB* dengan *point to point* yang mampu melewati beban penuh sinyal melalui jarak 48 s/d 65 km tanpa mengalami degradasi yang besar. *Optical Distribution* adalah segmen pada jaringan HFC yang menghubungkan *Headend/HUB* ke node dengan arah *point to multipoint* yang digunakan untuk jarak pendek, biasanya radius sekitar 3,2 km, sehingga link *Hub* ke *Node* mempunyai rentang 3,2 s/d 6,5 km dengan menggunakan laser *Amplitudo Modulation(AM)*. *Coaxial Distribution* adalah segmen pada jaringan HFC untuk *service area/ Menyalurkan sinyal dari Fiber Node ke Distribusi Coaxial*. *Subscriber drop* adalah segmen pada jaringan HFC yang menghubungkan dari *TAP* atau terminal ke pelanggan dengan *outside wiring* atau *inside wiring*

Pada perancangan jaringan koaksial, pemodelan jaringan terdiri dari 3 jenis yaitu pertama, *express coaxial plant* yang bertugas untuk menyampaikan keseluruhan layanan secara lengkap dari *headend*. Kedua, *feeder coaxial plant* yang bertugas meneruskan jaringan *express*. *Feeder coaxial plant* berupa penguat *Tap (Tap amplifier)* sebagai perangkat aktif terakhir pada jaringan, dengan level keluaran yang tinggi (*high-output level amplifier*) yang mengirimkan sinyal ke bagian pasif dari jaringan yang pada akhirnya terhubung pada rumah pelanggan. Ketiga, jaringan pelanggan yang merupakan jaringan yang berada di bagian pelanggan, yaitu mulai dari keluaran *Tap* terakhir sampai perangkat yang ada di pelanggan

Alokasi lebar pita yang tersedia untuk jaringan koaksial dibagi - bagi dalam beberapa spektrum :

1. Spektrum 5 s/d 65 MHz adalah kanal *upstream* yang dialokasikan untuk *reverse*

- transmission* dari layanan data atau telepon
- Spektrum 65 s/d 85 MHz adalah filter *crossover* yang memisahkan transmisi *forward* dan *return* dan tidak dapat digunakan untuk transmisi video.
 - Spektrum 88 s/d 108 MHz dialokasikan oleh FCC untuk transmisi Radio FM, sehingga tidak digunakan untuk transmisi televisi karena akan interferensi.
 - Spektrum 108 s/d 120 MHz, FCC merekomendasikan bahwa pita ini membutuhkan limitasi khusus atau lebih baik tidak digunakan sama sekali (untuk navigasi komunikasi udara).
 - Spektrum 120 s/d 550 MHz terdiri dari 56 kanal yang dialokasikan untuk transmisi video *forward*.
 - Spektrum 550 s/d 870 MHz dialokasikan untuk *transport digital* yang terdiri dari transmisi data *forward* dan layanan interaktif lainnya.

Perhitungan *bandwidth* yang dapat digunakan untuk kanal *downstream* layanan jaringan kabel koaksial yang ideal baik dari sisi sambungan maupun transmisi adalah :

$$BW = BW_{down} - BW_{FM} - BW_{civil} \quad (1)$$

Dimana BW adalah *bandwidth* total arah *forward*, BW_{down} adalah *bandwidth* total *downstream*, BW_{FM} adalah *bandwidth* untuk radio FM dan BW_{civil} adalah *bandwidth* untuk penerbangan.

Pada jaringan HFC komponen Penyusun Jaringan koaksial yaitu pertama, *Headend* (pusat operasi transmisi) adalah titik awal penggabungan dari beberapa siaran yang telah diolah secara teknis agar dapat didistribusikan bersama melalui satu saluran kabel ke pelanggan. Di dalam *Headend* terdapat *Cable Modem Terminating System* (CMTS) yang berfungsi *interface* antara jaringan data dengan jaringan koaksial, mengontrol penggunaan *bandwidth* dan spektrum dalam komunikasi data di koaksial dan mengatur semua kabel modem yang terhubung di dalamnya. Jumlah *Cable Modem* (CM) yang terdapat pada sisi pelanggan yang dilayani oleh *Cable Modem Termination System* (CMTS) yang terdapat di sisi *headend*, sangat dipengaruhi oleh kecepatan akses CM itu sendiri.

$$\sum CM = \left[\frac{\text{Lebar pita CMTS yang tersedia}}{\text{lebar pita CM yang dibutuhkan}} \right] \quad (2)$$

Kedua, *Tap* merupakan perangkat pasif yang terdapat pada kabel koaksial yang

berfungsi sebagai titik sambung dengan rumah pelanggan. *Tap* dihubungkan ke rumah pelanggan menggunakan kabel *drop* koaksial. Pada perancangan ini *Tap* yang digunakan yaitu 4 way dengan *insertion loss* 17, 20, dan 23.

Ketiga, kabel *coaxial* berfungsi sebagai penghubung seluruh komponen baik aktif maupun pasif pada jaringan *coaxial* dan secara bersama sama mengirimkan sinyal *Radio Frequency* ke pelanggan. Kabel *coaxial* yang akan digunakan adalah *RG-11* karena dapat digunakan untuk berbagai layanan dan harganya yang tidak mahal.

Keempat, *splitter* adalah perangkat pasif yang berfungsi untuk membagi sinyal. Penggunaan *splitter* disebabkan karena terbatasnya jumlah keluaran dan perangkat aktif (*Fiber Node* dan *Amplifier*). Pada perancangan ini, *splitter* yang digunakan yaitu 2 way.

Kelima, *amplifier* adalah perangkat aktif yang berfungsi untuk memperkuat sinyal RF sehingga *teTap* berada pada level yang diinginkan. Penguat LGD (*Low Gain Dual*) dipilih sebagai penguat *express*. Penguat LE (*Line Extender*) dipilih sebagai penguat *Tap* untuk melayani jumlah *Tap* sebanyak mungkin dengan menggunakan satu saluran distribusi dengan level yang tinggi

Jenis-jenis layanan HFC pada pada teknologi DVB C-2 yaitu

1. TV Kabel

Layanan TV kabel merupakan layanan *TV broadcast* dengan sinyal analog atau digital yang dilewatkan melalui kabel sehingga pelanggan tidak perlu lagi menggunakan perangkat antena atau parabola. Siaran TV *broadcast* yang berasal dari satelit, siaran TV lokal maupun *microwave terrestrial* ditangkap oleh *headend* dan selanjutnya dengan menggunakan standar transmisi video serta teknik-teknik *encoding* seperti *SECAM*, *PAL*, atau *NTSC*, siaran-siaran *TV broadcast* tersebut disalurkan kepada pelanggan.

Teknik *encoding* yang digunakan di Indonesia adalah *PAL* dengan standar *B/G* untuk layanan video analog dimana satu kanal *PAL B* membutuhkan 7 MHz, sedangkan *PAL G* membutuhkan kanal selebar 8 Mhz.

2. Internet

Melalui jaringan kabel koaksial internet dapat diakses dengan kecepatan hingga 30 Mbps atau lebih dengan menggunakan *Cable Modem Termination System* (CMTS) pada *headend* dan kabel modem pada sisi pelanggan. Selain untuk internet, layanan

data interaktif lain yang dapat diakses melalui jaringan koaksial adalah telemetri, LAN, home-banking, home-hopping, pemesanan tiket, dan lainnya. Untuk menghitung *bandwidth downstream* dapat dilihat pada persamaan

$$BW_{Down} = \left[\frac{S \times R}{BR_{down}} \right] \times \text{lebar kanal down} \quad (3)$$

Dimana S adalah jumlah pelanggan, adalah kecepatan distribusi pelanggan R , dan BR_{down} adalah kecepatan total transmisi *downlink*. Sedangkan untuk menghitung *bandwidth upstream* dapat dilihat pada persamaan .

$$BW_{up} = \left[\frac{S \times R}{BR_{uplink}} \right] \times \text{lebar kanal up} \quad (4)$$

Dimana S adalah jumlah pelanggan, adalah kecepatan distribusi pelanggan R , dan BR_{up} adalah kecepatan total transmisi uplink.

3. Video On Demand(VOD)

Layanan lain yang dapat dilayani oleh jaringan koaksial adalah *Video on demand*. Layanan ini meliputi video seperti film atau musik secara interaktif. Pelanggan dapat memberikan perintah *play*, *stop*, *pause*, *fast forward*, atau *rewind*. Untuk menghitung *bandwidth downstream* dapat dilihat pada persamaan

$$BW_{Down} = \left[\frac{S \times R}{BR_{down}} \right] \times \text{lebar kanal down} \quad (5)$$

Dimana S adalah jumlah pelanggan, adalah kecepatan distribusi pelanggan R , dan BR_{down} adalah kecepatan total transmisi *downlink*. Sedangkan untuk menghitung *bandwidth upstream* dapat dilihat pada persamaan .

$$BW_{up} = \left[\frac{S \times R}{BR_{uplink}} \right] \times \text{lebar kanal up} \quad (6)$$

Dimana S adalah jumlah pelanggan, adalah kecepatan distribusi pelanggan R , dan BR_{up} adalah kecepatan total transmisi uplink.

PEMBAHASAN

1. Bandwidth Downstream yang digunakan

Pada jaringan koaksial frekuensi *reverse* atau *upstream* yang tersedia yaitu mulai dari 5 s/d 65 MHz, sehingga lebar *bandwidth upstream* adalah 60 MHz. Frekuensi *forward* atau *downstream* yang tersedia mulai frekuensi 88 MHz s/d 870 MHz yang kemudian dibagi - bagi untuk transmisi FM, komunikasi penerbangan sipil, dan selebihnya untuk kanal *downstream* koaksial.

Pada jaringan koaksial range frekuensi 88 s/d 108 Mhz tidak digunakan untuk *forward bandwidth* karena digunakan untuk komunikasi radio FM. Begitu juga dengan frekuensi 108 s/d 120 Mhz yang khusus digunakan untuk komunikasi penerbangan sipil.

Berdasarkan persamaan (1) maka *Bandwidth downstream* didapat 750 MHz. Sehingga lebar pita arah *downstream* yang akan digunakan dalam layanan jaringan kabel koaksial adalah 750 MHz.

2. Topologi Jaringan

Perancangan ini, topologi yang digunakan yaitu topologi jaringan *tree and branch* yang digabungkan dengan topologi *star* dengan tujuan efisiensi perangkat dan mampu melayani banyak *user* tetapi topologi tersebut juga memiliki kekurangan yaitu terakumulasinya *noise* dan *distorsi* akibat dari pemasangan amplifier secara *kaskade*. Oleh karena itu pemasangan amplifier secara *cascade* dalam jaringan koaksial ditekan seminimal mungkin.

3. Perhitungan bandwidth untuk Layanan.

a. Bandwidth untuk layanan TV analog

Pada perancangan layanan untuk TV analog diasumsikan 10 kanal dengan *bandwidth* RF tiap kanal pada PAL G sebesar 8 MHz sehingga sehingga untuk 10 kanal TV analog membutuhkan *bandwidth* RF sebesar: $10 \times 8 \text{ MHz} = 80 \text{ MHz}$.

b. Bandwidth untuk layanan TV digital.

Pada perancangan diasumsikan kanal yang digunakan pada layanan TV digital sebanyak 6 kanal dengan modulator 64-QAM dimodulasi RF dengan lebar spektrum 8 MHz tiap kanal *modulator* sehingga *bandwidth* RF : $6 \times 8 \text{ MHz} = 24 \text{ MHz}$.

c. Bandwidth Layanan Video on Demand (VoD)

Berdasarkan persamaan 5 dengan asumsi jumlah pelanggan yang mengakses layanan sebanyak 40 pelanggan dengan kecepatan transmisi distribusi ke pelanggan 6 Mbps, Kecepatan total transmisi 27 Mbps dan lebar kanal untuk 8 MHz didapat *bandwidth downstream* sebesar 53 MHz.

$$BW_{Downstream} = \left[\frac{40 \times 6 \text{ Mbps}}{27 \text{ Mbps}} \right] \times 8 \text{ MHz} = 72 \text{ MHz}$$

BW *downstream* 72 MHz sehingga membutuhkan 9 kanal digital sebesar 8 MHz.

Berdasarkan persamaan 6 dengan asumsi jumlah pelanggan yang mengakses layanan sebanyak 40 pelanggan dengan kecepatan transmisi distribusi ke pelanggan 16Kbps, Kecepatan total transmisi 544 Kbps dan lebar kanal untuk 0.4 MHz. Sehingga berdasarkan persamaan 5 didapat *bandwidth downstream* sebesar 0.5 MHz.

$$BW_{upstream} = \left[\frac{40 \times 16 \text{ Kbps}}{544 \text{ Kbps}} \right] \times 0.4 \text{ MHz} = 0.5 \text{ MHz}$$

BW *upstream* 0.5 MHz sehingga membutuhkan 2 kanal digital sebesar 1 MHz.

d. *Bandwidth* untuk layanan internet.

Berdasarkan persamaan 3 dengan asumsi jumlah pelanggan yang mengakses layanan sebanyak 84 pelanggan dengan kecepatan transmisi distribusi ke pelanggan 384Kbps, Kecepatan total transmisi 27 Mbps dan lebar kanal untuk PAL 8 MHz. Sehingga berdasarkan persamaan 4 didapat *bandwidth downstream* sebesar 10 MHz.

$$BW_{Downs} = \left[\frac{84 \times 384 \text{ Kbps}}{27 \text{ Mbps}} \right] \times 8 \text{ MHz} = 10 \text{ MHz}$$

Berdasarkan persamaan 4 dengan asumsi jumlah pelanggan yang mengakses layanan sebanyak 84 pelanggan dengan kecepatan transmisi distribusi ke pelanggan 64Kbps, Kecepatan total transmisi 640Kbps dan lebar kanal untuk PAL 0.4 MHz. Sehingga berdasarkan persamaan 5 didapat *bandwidth upstream* sebesar 3.36 MHz.

$$BW_{ups} = \left[\frac{84 \times 64 \text{ Kbps}}{640 \text{ Kbps}} \right] \times 0.4 \text{ MHz} = 3.36 \text{ MHz}$$

Sehingga *bandwidth* yang dibutuhkan untuk layanan internet BW *downstream* internet 10 MHz, membutuhkan 2 kanal digital sebesar 8 MHz yaitu 16 MHz dan BW *upstream* internet 3,36 MHz, membutuhkan 9 kanal digital sebesar 0,4 MHz yaitu 3,6 MHz.

Dari perhitungan lebar pita yang dibutuhkan untuk masing-masing layanan yang disediakan, maka diketahui lebar pita yang tersisa dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Lebar pita untuk masing-masing jenis layanan

Alokasi kebutuhan	<i>Downstream</i> (MHz)	<i>Upstream</i> (MHz)
BW yang tersedia	750	60
<i>Broadcast TV</i> (digital)	48	0

<i>Broadcast TV</i> (analog)	80	0
<i>Video On Demand</i>	72	1
Internet	16	3.6
<i>Sisa Bandwidth</i>	534	55,4

4. Media Transmisi

Karena Kapasitas yang dilayani sedikit dan jangkauan sempit maka media transmisi yang digunakan yaitu jaringan koaksial.

5. Perhitungan parameter jaringan

a. Level Tegangan *Tap*

Berdasarkan standar EIA-23 (Rahayu D. dkk 2014, Sofia N. dkk,2014) menjelaskan bahwa untuk dapat mengirimkan gambar yang jelas dan bersih maka untuk televisi hitam-putih level minimal yang diperbolehkan adalah 0 dBmV dan untuk televisi berwarna level yang diperbolehkan antara +3 dBmV sampai +12 dBmV. Untuk internet level yang diperbolehkan antara -10 dBmV sampai +15 dBmV. Supaya pelanggan dapat menikmati layanan untuk TV broadcast dan internet maka level sinyal yang ditargetkan dari +3dBmV hingga +12dBmV. Level tersebut sudah memenuhi untuk layanan televisi dan internet.

b. Kabel drop Pelanggan

Kabel *Coaxial* untuk sisi *drop* pelanggan ditempatkan diantara *Tap* dengan *splitter* 2 way. Pada perancangan digunakan kabel *coaxial* RG-11.

Level *Tap* minimum didefinisikan pada persamaan 7.

$$Level_{Tap} = Out_{amp} - L_c - level_{min} \quad (7)$$

Dimana Out_{amp} adalah daya keluaran amplifier, L_c adalah loss pada kabel, dan $Level_{min}$ adalah level minimum yang diperbolehkan oleh perangkat.

$$L_{splitter} = \frac{a}{b} \times L_{spek \ splitter} \quad (8)$$

$$L_{splitter} = \frac{a}{b} \times \frac{L_c}{100} \times l$$

Dimana a adalah frekuensi yang diinginkan, b adalah frekuensi referensi, $L_{spek \ splitter}$ adalah redaman *splitter* sesuai dengan datasheet. L_c adalah redaman kabel, dan l adalah panjang kabel.

Dengan menggunakan persamaan 8 maka Level *Tap* minimum pada kabel drop pelanggan dapat disajikan dalam tabel 2.

Tabel 2 Level *Tap* minimum pada kabel drop pelanggan

Frekuensi	86 Hz	550Hz	870Hz
Level Terminal (dBmV)	3	3	3
Loss Splitter (dB)	6,192	3,82	4,138
Loss cable In-home (dB) panjang 10 m	0,524	0,987	1,282
Loss Kabel Drop (dB) panjang 40 m	2,098	3,948	5,127
Level <i>Tap</i> yang dibutuhkan (dBmV)	11,814	11,755	13,547

Level *Tap* akhir yang telah dihitung di atas akan dijadikan parameter dalam melakukan perancangan menggunakan *software cable tools*.

c. Perancangan Jaringan *Feeder Coaxial*

Dalam hal ini proses perhitungan dapat disimulasikan dengan menggunakan bantuan *software Cable Tools*, namun untuk arsitektur perancangan dan masukan dari spesifikasi perangkat harus dihitung secara manual yaitu Level Masukan *Tap*, Jenis *Tap*, Nilai *Tap* dan Level Saluran *Tap*.

1. Perhitungan Level

Dengan menggunakan persamaan 7 maka level pada *Tap* pertama dapat disajikan pada tabel 4. Sedangkan level *Tap* kedua dan ketiga dapat disajikan pada tabel 5 dan tabel 6.

Tabel 4. Nilai level pada *Tap* pertama

Frekuensi	86 Hz	550 Hz	870 Hz
Level Keluaran penguat <i>Tap</i>	35,50 dBmV	42,50 dBmV	47,50 dBmV
Redaman Kabel (95 m)	4,984 dB	9,377 dB	12,177 dB
Level saluran <i>Tap</i> Minimum	11,814 dB	11,755 dB	13,547 dB
Nilai <i>Tap</i> ≤ dBmV	18,702	21,368	21,776

Tabel 5. Nilai level pada *Tap* kedua

Frekuensi	86 Hz	550 Hz	870 Hz
Redaman Kabel (30 m)	1,574 dB	2,961 dB	3,845 dB
Nilai <i>Tap</i> ≤ dBmV	17,128	18,407	17,931

Tabel 6. Nilai level pada *Tap* ketiga

Jurnal Teknologi, Volume 8 Nomor 1, Juni 2015, 44-52

Sedangkan Level *Tap* maximum pada kabel drop pelanggan dapat disajikan dalam tabel 3.

Tabel 3 Level *Tap* maximum kabel drop pelanggan.

Frekuensi	86 Hz	550 Hz	870 Hz
Level Terminal	3 dBmV	3 dBmV	3 dBmV
Loss Splitter	6,192 dB	3,82 dB	4,138 dB
Loss kabel In-home	0,524 dB	0,987 dB	1,282 dB
Loss Kabel Drop	2,098 dB	3,948 dB	5,127 dB
Level <i>Tap</i> yang dibutuhkan	20,814 dBmV	20,755 dBmV	22,547 dBmV
Frekuensi	86 Hz	550 Hz	870 Hz
Redaman Kabel (10 m)	0,524 dB	0,987 dB	1,282 dB
Nilai <i>Tap</i> ≤ dBmV	16,604	17,42	16,649

2. Gambar Jaringan *feeder*

Pada tahap ini, dilakukan simulasi dengan memasukkan perhitungan level dan komponen yang sesuai pada *simulator* agar level frekuensi dan level minimum jaringan tidak rendah. Pada makalah ini, perancangan dilakukan di tiga tempat yaitu di Lab. LTRGM, Lab konversi dan Lab. Teknik Fisika.

Untuk diagram hasil perancangan *node* dan panjang kabel yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3. Sedangkan hasil perancangan perangkat dan level minimum masing-masing perangkat dapat dilihat pada gambar 4,5 dan 6. Pada gambar 7 dan 8 menyatakan kestabilan level frekuensi pada masing-masing jaringan *feeder* yang di rancang.

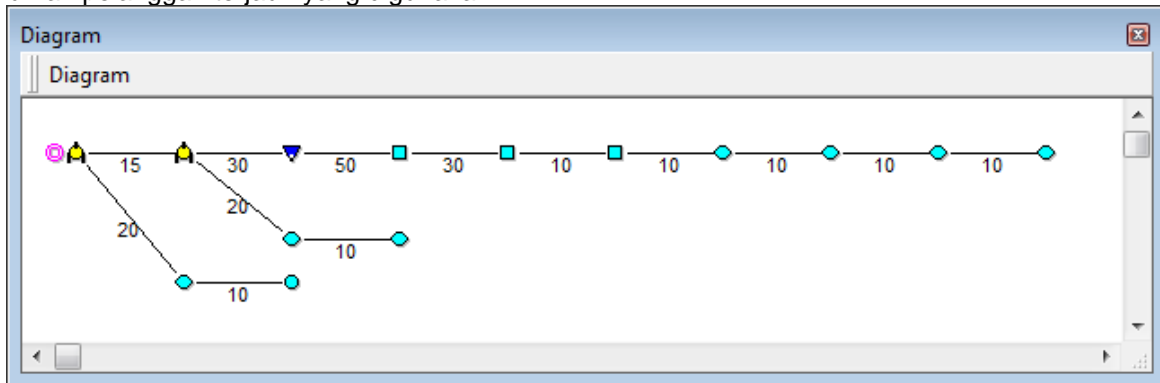
Berdasarkan gambar 4, 5 dan 6 jumlah komponen pada perangkat jaringan *feeder* Lab. Teknik Fisika mencapai maksimal yang diindikasikan level tegangan di perangkat nol. Sedangkan komponen perangkat jaringan *feeder* Lab. LTRGM dan Lab. Konversi masih dapat ditambahkan karena level tegangan masing-masing *feeder* belum mencapai nol yaitu 26.63 dan 25.10.

Berdasarkan gambar 7 dan 8 dapat dilihat bahwa level frekuensi (86Hz, 550Hz dan 870Hz) pada titik awal (Lab. LTRGM) stabil, dan level frekuensi pada titik akhir (Lab. Teknik Fisika) juga stabil pada level 25.

3. Perhitungan Panjang kabel

Dalam suatu perancangan jaringan *coaxial* dibutuhkan pula perhitungan panjang kabel yang nantinya akan mempengaruhi redaman di tiap saluran. Panjang kabel ini dihitung dari pusat distribusi, yaitu *headend* hingga ke rumah pelanggan terjauh yang digunakan.

Pada gambar 3 maka dapat dilihat bahwa panjang kabel yang dibutuhkan 235 meter dengan kabel cadangan sepanjang 15 meter. Sehingga panjang keseluruhan panjang kabel koaksial pada *feeder* adalah 250 meter.



Gambar 3. Diagram jaringan *feeder* untuk Lab. LTRGM, Lab. Konversi dan Teknik Fisika

Start Levels		35,50	42,50	47,50	0,00	0,00
Code	Name	86	550	870	0	0
1	+1	PS-Headend	35,50	42,50	47,50	0,00
2	/3,1	Splitter2	31,40	38,20	42,80	0,00
3	15,2	RG-11	30,67	36,72	40,94	0,00
4	/3,1	Splitter2	26,57	32,42	36,24	0,00
5	30,2	RG-11	25,10	29,46	32,52	0,00
6	*1,1	LGD1	35,50	42,50	47,50	0,00
7	50,2	RG-11	33,06	37,57	41,30	0,00
8	-0,10	Tap4-23	10,06	14,57	18,30	0,00
9	30,2	RG-11	30,69	33,20	35,87	0,00
10	-0,11	Tap4-20	10,69	13,20	15,87	0,00
11	10,2	RG-11	29,10	30,52	32,93	0,00
12	-0,12	Tap4-17	12,10	13,52	15,93	0,00
13	10,2	RG-11	27,21	27,63	29,39	0,00
14	-0,7	Tap8-11	15,71	16,13	17,89	0,00
15	10,2	RG-11	26,72	26,64	28,15	0,00
16	-0,7	Tap8-11	15,22	15,14	16,65	0,00
17	10,2	RG-11	26,23	25,66	26,91	0,00
18	-0,7	Tap8-11	14,73	14,16	15,41	0,00
19	10,2	RG-11	25,74	24,67	25,67	0,00
20	-0,7	Tap8-11	14,24	13,17	14,17	0,00
21		⚡	0,00	0,00	0,00	0,00

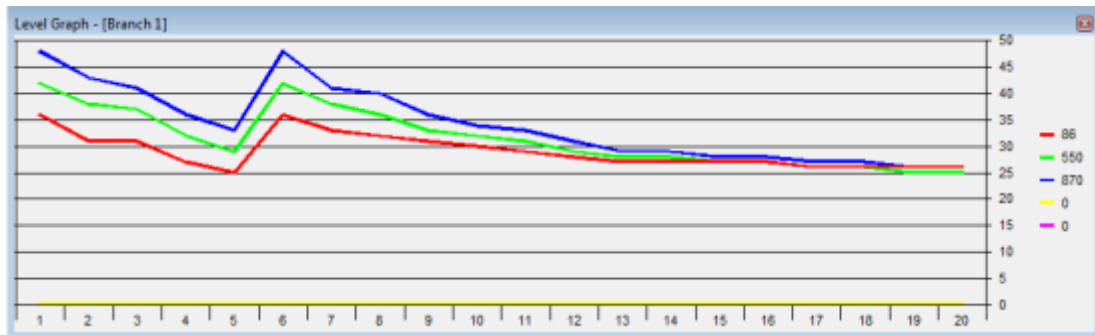
Gambar 4. Perangkat yang digunakan dalam jaringan *feeder* Lab. Teknik Fisika

Branch 1 : Splitter2 : Leg 2		31,40	38,20	42,80	0,00	0,00
Code	Name	86	550	870	0	0
1	20,2	RG-11	30,42	36,23	40,32	0,00
2	-0,5	Tap8-17	12,42	18,23	22,32	0,00
3	10,2	RG-11	27,93	32,54	35,88	0,00
4	-0,21	Tap2-14	13,93	18,54	21,88	0,00
5		⚡	26,63	30,74	33,68	0,00

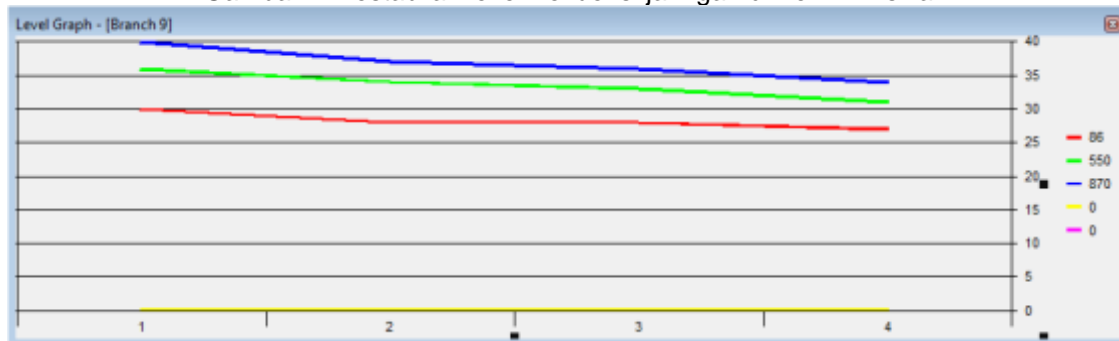
Gambar 5. Perangkat yang digunakan dalam jaringan *feeder* Lab. LTRGM

Branch 10							
Branch 1 : Splitter2 : Leg 2			26,57	32,42	36,24	0,00	0,00
Code	Name		86	550	870	0	0
1	20,2	RG-11	25,59	30,45	33,76	0,00	0,00
2	-0,7	Tap8-11	14,09	18,95	22,26	0,00	0,00
3	10,2	RG-11	25,10	29,46	32,52	0,00	0,00
4	-0,7	Tap8-11	13,60	17,96	21,02	0,00	0,00
5			25,10	29,46	32,52	0,00	0,00

Gambar 6. Perangkat yang digunakan dalam jaringan feeder Lab. konversi



Gambar 7. Kestabilan level frekuensi jaringan di Teknik Fisika



Gambar 8. Kestabilan level frekuensi jaringan Lab. LTRGM

KESIMPULAN

1. Berdasarkan perancangan maka kebutuhan yang dapat dilayani untuk *downstream* yaitu TV digital (48 MHz), TV analog 80 MHz, *Video On demand* (72 MHz), dan Internet 16 MHz. Total *Bandwidth* untuk *Upstream* yaitu 4,6 MHz. dengan Total pelanggan 140.
2. Berdasarkan hasil perancangan dengan menggunakan *software kabel tools*, perangkat yang dapat digunakan yaitu *Splitter 2 way*, *Amplifier*, *TAP 4 way* dengan redaman 23, 20, dan 17 dB dan *Tap 8-17*, 8-11
3. Performansi hasil rancangan telah memenuhi target level sinyal minimum dan maksimum untuk masing-masing *Tap*.

DAFTAR PUSTAKA

- Fridayanti.2011.Basic Knowledge CATV (*Community Antenna Television*) and HFC (*Hybrid Fiber Coax*) Network. Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro. STT Telkom. Bandung. hererafridayanti.files.wordpress.com/2011/05/. [online] tanggal akses 18 November 2014.
- Pusat penelitian dan pengembangan pos dan telekomunikasi.2007.DEPKOMINFO. Studi tentang pengembangan layanan internet protocol television (iptv). Pusat Penelitian Dan Pengembangan Pos Dan Telekomunikasi Badan Penelitian Dan Pengembangan SDM. Departemen Komunikasi Dan Informatika. Jakarta. [online] tanggal akses 9 November 2014

Rahayu D.K., Mulyana A., Sugito.2014. Perancangan Jaringan Coaxial Di Hotel Nirwana Kabupaten Nganjuk Untuk Memenuhi Layanan Multimedia. Jurnal Proyek Akhir. IT Telkom.Bandung.

Sofia N. H., Indrarini D.I, Sirait W. 2014 Perencanaan Konfigurasi Jaringan HFC Untuk Layanan TV Kabel Dan Internet Di

Perumahan Villa Mutiara Cibubur. Jurnal Tugas Akhir. IT Telkom. Bandung
White Paper.2010 *Concepts and Solutions for improving the Performance of HFC Networks*. ReDeSign – 217014. 2 May 2010

_____.2014.<http://4.bp.blogspot.com/-uSr9t388ISl/> [online] tanggal akses 9 November 2014.