# Analisis Peningkatan Keandalan Jaringan CATV Pada PT. Chevron Pacific Indonesia Dari Sistem *Coaxial Cable* ke Sistem *Fiber Optic*

**Indra Putra Wijaya*, Ery Safrianti**, Linna Oktaviana Sari****
*****Alumni Teknik Elektro Universitas Riau ******Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau

*E-mail:* indraputrawijaya08@gmail.com

***ABSTRACT***

*Chevron Pacific Indonesia ( CPI ) is one company that has a long establish the CATV network operation using coaxial cable system. CATV over time networks with this system experienced a slump of quality or reliability. This is certainly not desired by the CPI, due to the failure resulting in service less than the maximum. Therefore CPI change the system using fiber optic system that can boost reliability.*
*Reliability is one of the important performance, because the results of the reliability prediction can be used to determine the option to use an instrumentation and implementation on a CATV network. Reliability parameters of a network include the availability (availability), system downtime and Mean Time to Failure (MTTF) or prediction of the lifetime of a network. By analyzing the above parameters obtained the level of system CATV network availability in the CPI, rumbai district greater than 99.99%. The level of availability (availability) is obtained in fiber optic systems have an average 99.9923655%, with the value system down time at 40.1266692 min / year, and Mean Time to Failure (MTTF) is 29.0259193 years. With the above calculation can be concluded that the fiber optic system on CATV networks in the CPI has reached the applicable standards, even much better.*

*Keywords: Down Time System, CATV networks, coaxial cable, fiber optic reliability Engineering Markov Methode*

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi kini semakin berkembang pesat. Termasuk teknologi jaringan dan multimedia. Hal ini merupakan dampak positif bagi kemajuan dunia, sehingga memudahkan aktifitas manusia. Namun, perkembangan teknologi ini tidak lepas dari peran serta manusia itu sendiri. Untuk itu penerapan ilmu yang telah ada harus dikembangkan dan disebarkan terutama pada teknologi jaringan dan multimedia.

Salah satu dari teknologi jaringan dan multimedia ini adalah jaringan CATV (*Community Antenna Television*) yang sistem penyiaran acara televisinya lewat isyarat frekuensi radio yang ditransmisikan melalui serat optik yang tetap atau kabel coaxial dan bukan lewat udara seperti siaran televisi biasa yang harus ditangkap antena (*over the air*).

Salah satu perusahaan yang telah menerapkan jaringan CATV ini adalah PT. Chevron Pacific Indonesia, distrik Rumbai yang mana disetiap camp atau kompleks perumahan Chevron ini dapat menikmati layanan yang disediakan dari teknologi jaringan CATV ini. Namun, dalam perjalanannya kualitas dari teknologi jaringan CATV yang berada di kawasan PT. Chevron Pacific Indonesia, distrik

Rumbai ini yang telah berusia tua dan telah mengalami penurunan dari segi kualitas gambar dan kinerja dari perangkat yang digunakan.

Untuk mengatasi hal ini PT. Chevron Pacific Indonesia melalui *team* dari IT-TelNet melakukan *improvement* atau peningkatan kualitas layanan pada jaringan CATV dengan melakukan pergantian perangakat yaitu dengan menggunakan fiber optik dan perangkat – perangakat pendukung lainnya.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### *2.1 Fiber Optic*

Motor Induksi merupakan motor arus *Fiber Optic* adalah saluran transmisi yang dibuat dari kaca atau plastik yang digunakan untuk menstransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain. Cahaya yang ada didalam serat optik sulit keluar karena indeks bias dan kaca lebih besar daripada indeks bias dari udara. Sumber cahaya yang digunakan adalah laser karena laser mempunyai spektrum yang sangat sempit.

*Fiber Optic* terdiri dari 2 bagian, yaitu *cladding* dan *core*. *Cladding* adalah selubung dari *core*. *Cladding* mempunyai indeks bias lebih rendah daripada *core* akan memantulkan kembali cahaya yang mengarah keluar dari *core* kembali kedalam *core* lagi.

Pembagian serat optik dapat dilihat dari 2 macam perbedaan :

*Single mode* adalah serat optik dengan *core* yang sangat kecil, diameter mendekati panjang gelombang sehingga cahaya yang masuk ke dalamnya tidak terpantul ke dinding *cladding*.

*Multi Mode* adalah serat optik dengan diameter *core* yang agak besar yang membuat laser didalamnya akan terpantul di dinding *cladding* yang dapat menyebabkan berkurangnya bandwidth pada serat optik jenis ini.

Berdasarkan indeks bias core ada 2, yaitu :

*Step Indeks* adalah *core* yang memiliki indeks bias yang homogen.

*Graded Indeks* adalah indeks bias *core* semakin mendekati ke arah *cladding* semakin kecil. Jadi pada *granded indeks*, pusat core memiliki nilai indeks bias yang paling besar. Serat *graded indeks* memunginkan untuk membawa bandwidth yang lebih besar karena pelebaran pulsa yang terjadi dapat diminimalkan.

### 2.2 Jaringan CATV

Televisi kabel atau sering dikenal dengan *Cable Antena Television* (CATV) adalah sistem penyiaran acara televisi lewat isyarat frekuensi radio yang ditransmisikan melalui serat optik yang tetap atau kabel coaxial dan bukan lewat udara seperti siaran televisi biasa yang harus ditangkap antena (*over the air*).

Adapun sistem jaringan CATV ini terdiri dari:

*HeadEnd* CATV

*Headend* adalah jantungnya dari sebuah jaringan TV kabel yang mana berfungsi sebagai penyalur semua siaran TV yang sudah di setting dan siap di distribusikan kerumah pelanggan.

Sistem Distribusi CATV

Proses pengiriman sinyal head end hingga sampai ke masing – masing pelanggan. Sinyal ditangkap antena penerima melalui satelit kemudian diteruskan ke splitter yang ada di head end. Di head end terjadi proses decoder. Jumlah decoder yang adalah sebayak jumlah channel yang akan dididtribusikan ke pelanggan atau ke masing masing perumahan. Kemudan setelah melewati decoder dilanjutkan keproses modulasi dengan menggunakan modulator. Jumlah modulator sama banyaknya dengan jumlah decoder. Setelah itu, masuk ke proses combiner.

Dimana total combiner untuk menampung sebanyak jumlah decoder yang ada tersebut dengan cara membaginya menjadi 3 rak. Setelah di-combiner masuk ke amplifier untuk mensupply ke jaringan. Melalui jaringan

melewati beberapa amplifier hingga sampai ke masing – masing user. Sesuai dengan gambar diatas maka dalam hal pendistribusian ada 2 faktor yang menjadi bahan dasar dari sistem distribusi CATV yaitu, kabel coaxial / fiber optik dan amplifier.

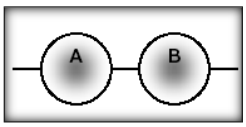
## 2.3 Teori Keandalan dan Metode Markov

Keandalan Sistem adalah probabilitas atau peluang sistem dapat berfungsi seperti yang diharapkan untuk suatu rentang waktu tertentu di bawah kondisi yang ditetapkan (Arief Hamdani Gunawan dan Franky Ferdinand, 2002).

Sistem sering dimodelkan dengan menggunakan jaringan (*network*) di mana komponen-komponen pada sebuah sistem dihubungkan dalam pola hubungan seri, paralel, dan sistem redundasi.

1. **Sistem Seri**

Sistem yang terdiri dari dua komponen seri seperti pada gambar 1 yakni komponen A dan komponen B memiliki indeks keandalan komponen (R) masing-masing Ra dan Rb. Dengan demikian keandalan sistem dapat ditentukan dengan :




**Gambar 1** Sistem Seri dengan Dua Komponen

$$Rs=RaxRb \quad (1)$$

Jika terdapat n komponen yang terhubung secara seri maka :

$$Rs = \prod_{i=1}^{n} Ri \quad (2)$$

Kegagalan pada satu komponen yang terhubung seri akan menyebabkan kegagalan sistem. Ketidakandalan adalah komplemen dari keandalan, maka :

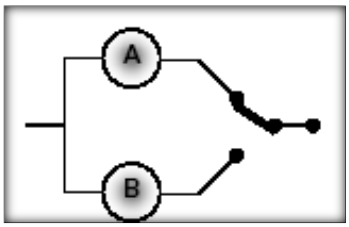
$$Qs=1-(RaxRb) \quad (3)$$

Dan untuk n komponen seri maka :

$$Qs = 1- \prod_{i=1}^{n} Ri \quad (4)$$

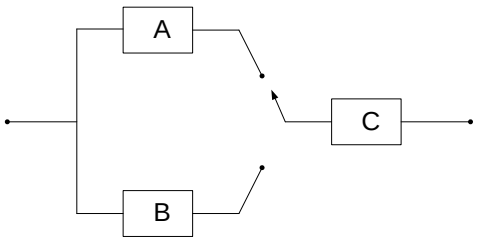
2. **Sistem Redundansi *Standby***

Sistem *standby* mengoperasikan satu atau lebih komponen utama dan satu atau lebih komponen dalam posisi *standby* yang akan beroperasi bila komponen utama gagal. Proses pemindahan kerja komponen ini dilakukan dengan menggunakan *switch.* Seperti pada gambar 2.



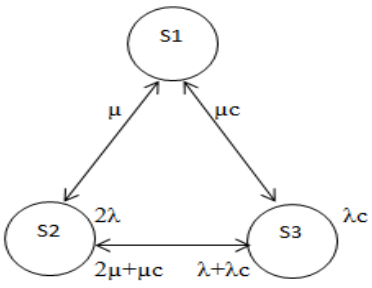

**Gambar 2** Redundansi *Standby*

Dan pada ke dua sistem jaringan CATV merupakan sistem proteksi aktif (1+1) dengan tersusun seri yaitu seperti gambar 3 :




**Gambar 3** Sistem Proteksi Aktif (1+1)

Sistem proteksi aktif (1+1) di atas dapat di gambarkan dalam diagram keadaan seperti gambar 4 berikut ini :



**Gambar 4** Diagram Keadaan Sistem Proteksi Aktif (1+1)

Matriks probabilitas *p* untuk diagram keadaan diatas adalah :

$$\begin{matrix} 0 & 2\lambda & \lambda c \\ \mu & 0 & \lambda + \lambda c \\ \mu c & 2\mu + \mu c & 0 \end{matrix}$$

Persamaan differensial dalam notasi matriks :

$$\begin{matrix} P'1(t) & -(2\lambda + \lambda c) & \mu & \mu c & P1(t) \\ P'1(t) & 2\lambda & -(\mu + \lambda + \lambda c) & 2\mu + \mu c & P2(t) \\ P'1(t) & \lambda c & \lambda + \mu c & -2(\mu + \mu c) & P3(t) \end{matrix}$$

Untuk keadaan stady state dan dengan P1 + P2 + P3 = 1, maka :

$$\begin{matrix} 0 & & -(2\lambda + \lambda c) & \mu & \mu c & P1(t) \\ 0 & = & 2\lambda & -(\mu + \lambda + \lambda c) & 2\mu + \mu c & P2(t) \\ 1 & & \lambda c & 1 & -2(\mu + \mu c) & P3(t) \end{matrix}$$

Penyelesaian persamaan differensial :

$$P1 = \frac{\mu\ 2\mu + \mu c\ + \mu c(\mu + \lambda + \lambda c)}{D}$$

$$P2 = \frac{\lambda + \lambda c\ \ 2\mu + \mu c\ + 2\lambda\mu c}{D}$$

$$P3 = \frac{2\lambda + \lambda c\ \ \mu + \lambda + \lambda c\ - 2\lambda\mu}{D}$$

dengan,

D = (3μ + λ + λc + μc)(2λ + λc + μc)(2μ + μc - 2λ)(μ - μc)

Karena sistem tersebut tersusun secara seri, maka ketersedian sistem adalah :

$A = P1 + P2$

$$A = \frac{2\mu + \mu c\ \ 2\lambda + \lambda c + \mu\ + \mu c\ \mu + 3\lambda + \lambda c}{3\mu + \lambda + \lambda c + \mu c\ \ 2\lambda + \lambda c + \mu c\ +\ 2\mu + \mu c - 2\lambda\ \ \mu - \mu c} \quad (4)$$

Untuk perhitungan MTTF sistem adalah :

$$\text{MTTF} = \frac{\mu + 2\lambda + \lambda c}{(\lambda + \lambda c)(\mu + \lambda + \lambda c) - \lambda\mu} \quad (5)$$

Konsep dasar *Markov Chain* baru diperkenalkan sekitar tahun 1907, oleh seorang Matematisi Rusia *Andrei A. Markov* (1856-1922). Model ini berhubungan dengan suatu rangkaian proses dimana kejadian akibat suatu eksperimen hanya tergantung pada kejadian yang langsung mendahuluinya dan tidak tergantung pada rangkaian kejadian sebelum- Ada beberapa syarat agar metode Markov dapat diaplikasikan dalam evaluasi keandalan sistem. Syarat-syarat tersebut adalah:

**1) Sistem harus berkarakter *lack of memory***

Di mana kondisi sistem di masa mendatang tidak dipengaruhi (*independent*) oleh kondisi sebelumnya. Artinya kondisi sistem saat evaluasi tidak dipengaruhi oleh kondisi sebelumnya, kecuali kondisi sesaat sebelum kondisi saat ini.

**2) Sistem harus *stationery* atau homogen**

Artinya perilaku sistem selalu sama di sepanjang waktu atau peluang transisi sistem dari satu kondisi ke kondisi lainnya akan selalu sama di sepanjang waktu. Dengan demikian maka pendekatan Markov hanya dapat diaplikasikan untuk sistem dengan laju kegagalan yang konstan.

**3) *State is identifiable***

Kondisi yang dimungkinkan terjadi pada sistem harus dapat diidentifikasi dengan jelas. Apakah sistem memiliki dua kondisi (*state*) yakni kondisi beroperasi dan kondisi gagal, ataukah sistem memiliki 3 kondisi, yakni 100% sukses, 50% sukses dan 100% gagal.sebelumnya yang lain.

Langkah-langkah Analisis Keandalan dengan Metode Markov

Langkah-langkah yang harus dilakukan untuk menentukan keandalan sistem dengan metode Markov.

1. Identifikasi semua kondisi (state) di mana sistem mungkin bertransisi.
2. Buat diagram keadaan untuk setiap perubahan transisi keadaan.
3. Buat matriks transisi dari satu keadaan ke keadaan yang lain.

4. Turunkan persamaan diferensial yang sesuai atau susunlah stokastik transitional probability matrix-nya.
5. Dengan metode persamaan diferensial atau perkalian matriks, tentukan probabilitas state-nya.
6. Tentukan availability dan unavailability dengan menggabungkan nilai probabilitas kondisi yang bersesuaian yang menjamin sistem beroperasi dan sistem gagal.
7. Dengan menggunakan prinsip absorbing state, seledaikan persamaan diferensial yang dimodifiksi untuk menentukan keandalan sistem dan selanjutnya gunakan persamaan tersebut untuk mendapatkan MTTF.

## 3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan seperti pada *flow chart* yang tertera pada gambar 5.

### 3.1 Tahapan Penelitian

1. Pengumpulan Data dan Pembelajaran Materi.

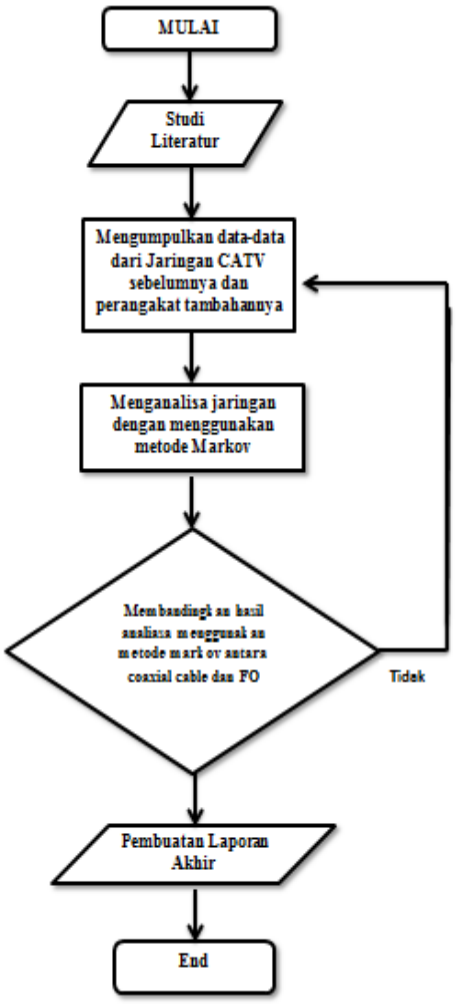
Pengumpulan data berupa data *history* dan parameter - parameter yang diperlukan sebagai modal pertama dan utama dalam penelitian tugas akhir ini. Sedangkan untuk pembelajaran materi, selain bersifat teoritis juga harus didukung oleh materi dilapangan (praktek) secara langsung.

2. Perubahan Sistem Jaringan *Coaxial Cable* ke Sistem *Fiber Optic*

Pada tahapan ini akan jelas perubahan atau penambahan beberapa *equipment* pada sistem jaringan CATV ini.

1. *Reliability Engineering Methode Markov*

Pada tahapan ini akan digunakan metode Markov, yang mana dalam penyelesaiannya berdasarkan data yang real di lapangan dan data asumsi. Parameter data *real*, asumsi dan data history dari setiap equipment pada sistem jaringan CATV yang berada di PT. Chevron Pacific Indonesia.




**Gambar 5** *Flow Chart* Tahapan Penelitian

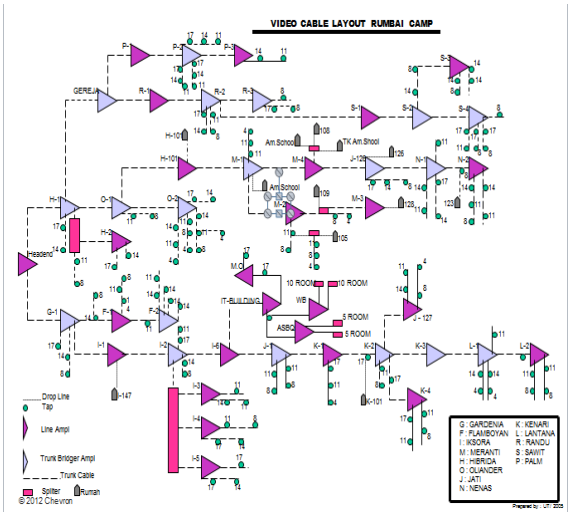
### 3.2 Metode Penelitian

Pada penelitian skripsi ini terdapat metode-metode yang akan digunakan pada masing-masing tahapan penelitian, yaitu seperti uraian berikut.

#### 3.2.1 Perubahan Sistem Jaringan CATV dari Sistem Jaringan Coaxial Cable ke Sistem Jaringan *Fiber Optic*

Metode penelitian yang digunakan pada perubahan sistem Jaringan CATV dari sistem jaringan *coaxial cable* ke sistem jaringan *fiber optic* yaitu berupa penambahan dan pengurangan equipment pada Sistem Jaringan CATV dan mendesain ulang atau *rewiring* diagram ulang pada sistem jaringan CATV ini. Berikut adalah gambar 6 bentangan kabel

yang beberapa *equipment*nya mengalami pengurangan.




**Gambar 6** Bentangan Kabel Jaringan CATV

Dan seperti yang terlihat pada gambar diatas yaitu jaringan CATV yang menggunakan sistem *coaxial cable* gambar segitiga yang berwarna ungu tersebut adalah *Line Amplifier* dan segitaga yang berwarna abu – abu tersebut adalah *Trunk Bridge Amplifier* yang berfungsi sebagai penguat sinyal yang dikirim dari *HeadEnd* ke rumah – rumah di setiap perkomplekan yang berada di kawasan PT. CPI Rumbai, garis putus – putus pada gambar adalah *Coaxial Cable* yang membentang ke setiap perumahan unutk mengirimkan data yaitu berupa video ke masing – masing rumah, kotak persegi panjang berwarna merah adalah splitter yang berfingsi memisahkan data yang berupa video tersebut ke beberapa kawasan perumahan, dan garis lurus berupa *drop line* yaitu *coaxial cable* yang menuju ke rumah- rumah dari TBA yang berada di setiap perumahan PT. CPI tersebut.

Untuk *equipment* yang dihilangkan untuk mendukung perpindahan atau peralihan sistem jaringan ini ialah semua *Line Amplifer* dan *coaxial cable* yang membentang dari *HeadEnd* ke TBA yang berada di masing – masing perumahan dan untuk *drop line* dari TBA ke rumah – rumah tersebut masih digunakan untuk mengirim data berupa video.

### 3.2.2 Perencanaan Dalam Meningkatkan Kinerja Jaringan CATV

Dalam melakukan perencanaan untuk meningkatkan kinerja dari jaringan CATV ini kita dapat melakukan asumsi awal, yaitu:

**a.** Pada Head End menanmbahkan beberapa perangkat untuk mendukung penggubangkan fiber optik dengan coaxial cable.

**b.** Perangkat yang ditambahkan yaitu, FO Transmitter, Optical Amplifier, Splitter.

**c.** Pada setiap Camp atau kompleks akan dialokasikan 2 core yang nantinya akan di hubungkan ke masing – masing ONU (Optical Network Unit) dari splitter yang berada di Head End ke setiap Camp atau kompleks yang berada di lingkungan PT. Chevron Pacific Indonesia, Distrik Rumbai.

**d.** Fiber optik yang digunakan adalah single mode dengan panjang gelombang 1550nm, dan akan disediakan 2 buah fiber optik.

**e.** Beberapa jumlah TBA (Trunk Bridge Amplifier) dan LA (Line Amplifier) di kurangi atau di hilangkan dari jaringan CATV sebelumnya.

**f.** TBA (Trunk Bridge Amplifier) dan LA (Line Amplifier) yang berada setelah ONU tetap di gunakan untuk menguatkan gelombang yang dibawa oleh *Coaxial Cable.*

### 3.2.3 Langkah – langkah perancangan peningkatan kualitas jaringan CATV menggunkanan Sistem *Fiber Optic*

**a.** Merancang pengalokasian core fiber optik untuk setiap camp atau kompleks.

**b.** Menyusun daftar peralatan yang perlu ditambahkan dalam

peningkatan kinerja dari jaringan CATV.

**c.** Mengukur jarak antara Head End ke ONU untuk membentangkan fiber optik ke masing – masing camp atau kompleks yang berada di lingkungan PT. Chevron Pacific Indonesia, Distrik Rumbai.

**d.** Merancang jaringan dan pembagian jumlah chanel yang akan disalurkan.

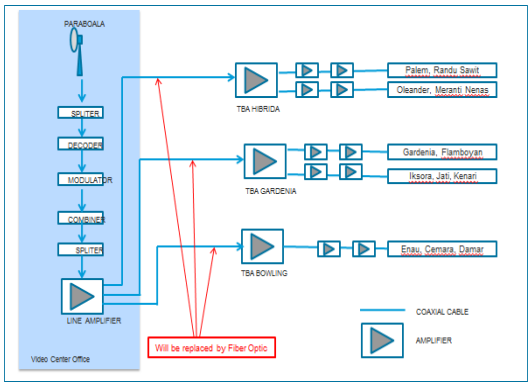
**e.** Melakuakan perhitungan secara teorikal. Disini penulis menggunkan metode markov.

**f.** Melakukan peng-settingan pada beberapa decoder untuk menyesuaikan band frekuensi channel agar dapat mensupport atau mendukung dari band frekuensi yang tersedia pada ONU.

**g.** Mengambil kesimpulan dari hasil perhitungan untuk dapat merealisasikan sistem jaringan ini.

### 3.3 *Layout* Jaringan CATV Sebelum ke Sistem *Fiber Optic* dan Sesudah ke Sistem *Fiber Optic*

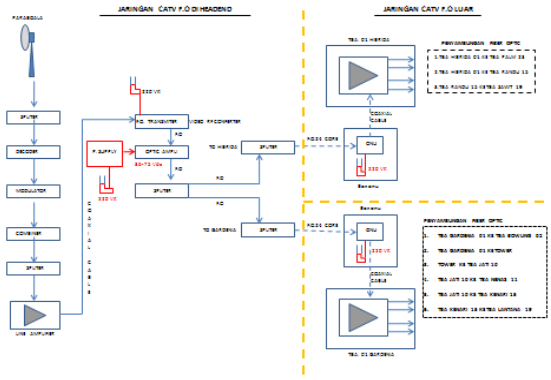
Gambar 7 adalah kondisi awal jaringan CATV dengan menggunakan sistem *coaxial cable.*




**Gambar 7** Jaringan CATV Dengan Sistem *Coaxial Cable*

Dari gambar 7 dapat dilihat proses pengiriman sinyal *head end* hingga sampai ke masing – masing pelanggan. Sinyal ditangkap antena penerima melalui satelit kemudian diteruskan ke *splitter* yang ada di *head end*. Di *head end* terjadi proses *decoder*. Jumlah *decoder* yang adalah sebayak 52 jumlah channel yang akan dididtribusikan ke pelanggan atau ke masing masing perumahan yang ada di rumbai *camp*. Kemudan setelah melewati *decoder* dilanjutkan ke proses modulasi dengan menggunakan modulator. Jumlah *modulator* sama banyaknya dengan jumlah *decoder*. Setelah itu, masuk ke proses *combiner*. Dimana total *combiner* untuk menampung sebanyak jumlah *decoder* yang ada tersebut dengan cara membaginya menjadi 3 rak. Setelah di-*combiner* masuk ke amplifier untuk men*supply* ke jaringan. Melalui jaringan melewati beberapa *amplifier* hingga sampai ke masing – masing user.

Berikut gambar 8 atau *layout* jaringan CATV dengan menggunkan sistem *fiber optic* :




**Gambar 8** Jaringan CATV Dengan Sistem *Fiber Optic*

Pada gambar 8 terlihat ada penambahan *equipment* setelah *equipment* jaringan CATV sebelumnya yang terdapat pada *HeadEnd* yang mana seluruhnya tersusun rapi pada sebuah lemari. Dan satu penambahan *equipment* lagi yaitu ONU atau *Optical Network Unit* terdapat diluar *HeadEnd* yaitu berada di dalam *box* panel TBA yang berada di setiap perumahan.

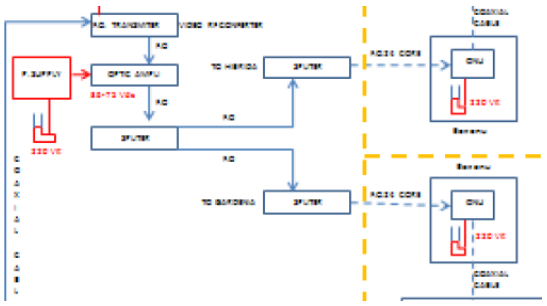
Dan untuk proses dengan sistem *fiber optic* ini masih sama dengan sistem sebelumnya. Pada gambar 7 terlihat *equipment* yang terakhir yang berada pada *headend* yaitu *line amplifier* dan langsung di teruskan ke TBA melalui *coaxial cable* dan pada sistem *fiber optic* ini *line amplifier* melewati FO transmitter terlabih dahulu dengan menggunakan *coaxial cable*, setelah melewati FO transmitter ynag berfungsi untuk mengubah sinyal listrik menjadi sinyal optik lalu menuju ke *optical amplifier* unutk menguatkan sinyal optik yang di hasil pada perangkat sebelumnya yaitu FO Transmitter dan setelah di kuatkan pada *optical amplifier* lalu masuk ke splitter untuk memisahkan dan membagi ke beberapa path atau merutekan dan mengkombinasikan sinyal optik semua perangkat ini sudah terhubung dengan *fiber optik* hingga menuju ke *box* pannel TBA di setiap komplek perumahan.

Hanya saja setalah melakukan pengujian atau simulasi yang dilakukan di *Video Centre* atau *HeadEnd* ternyata masih mengalami kendala atau masalah pada band frekuensi dari beberapa channel karna tidak sesuai dengan jenis ONU (*Optical Amplifier Unit*) yang digunakan. Namun untuk channel yang band frekuensinya sesuai dengan ONU yang di gunakan sudah menunjukkan hasil yang sesuai dengan harapan yaitu meningkatkan kualitas dari segi gambar dan tanpa gangguan.

Dan untuk mengatasi permasalahan pada band frekuensi yang tidak sesuai dengan ONU yang digunakan, maka di lakukan pengesettan pada decoder channel sesuai dengan band frekuensi minimum yang dimiliki pada ONU yang digunakan.

### 3.4 Komponen Tambahan Dalam Meningkatkan Kinerja CATV

Dibawah ini adalah gambar 9 merupakan bagian penambahan *equipment* pada jaringan CATV yang telah menggunakan sistem *fiber optic* :



**Gambar 9** *Equipment* yang di Tambahkan pada Jaringan CATV Menggunakan *Fiber Optic*

**1. Sumber Cahaya**

Sumber cahaya yang digunakan untuk memancarkan cahaya yang membawa informasi merupakan hasil pengubahan sinyal listrik menjadi sinyal optik. Sumber cahaya yang digunakan dalam teknologi GPON adalah *Injection Laser Diode* (ILD).

**2. Serat Optik yang Digunakan**

Jenis serat optik yang digunakan dalam meningkatkan kinerja CATV yang diaplikasikan untuk komunikasi jarak jauh harus memiliki kemampuan untuk membawa banyak sinyal dengan laju bit yang tinggi. yang digunakan sebagai media transmisi teknologi CATV adalah jenis *single mode*, hal ini dikarenakan daerah kerja panjang gelombang *single mode* lebih tinggi daripada daerah kerja panjang gelombang *multimode.*

**3. FO Transmitter**

Optical transmitter pada bagian inilah yang bertanggung jawab untuk mengubah input sinyal listrik menjadi sinyal optik dan mengirimkan sinyal fiber tersebut ke fiber optik.

**4. *Optical Amplifier***

Optical Amplifier adalah devices yang memiliki penguatan dan menguatkan sinyal optik secara langsung tanpa membutuhkan konversi ke sinyal listrik.

**5. *Optical Network Terminal* (ONU)**

ONU yaitu pheriperal yang berfungsi mengubah sinyal optik menjadi sinyal elektrik untuk kemudian sinyal tersebut di-

demultiplekx agar dapat agar dapat didistribusikan menggunakan kabel tembaga ke tempat pelanggan.

**6. *Splitter***

*Splitte*r adalah *optikal fiber coupler* sederhana yang membagi sinyal optik menjadi beberapa path (*multiple path*) atau sinyal – sinyal kombinasi dalam satu path.

### 3.5 *Reliability Engineering*

Dalam tahapan ini, metode yang digunakan adalah metode *Markov*, secara teori *Metoda Markov* berhubungan dengan suatu rangkaian proses dimana kejadian akibat suatu eksperimen hanya tergantung pada kejadian yang langsung mendahuluinya dan tidak tergantung pada rangkaian kejadian sebelum-sebelumnya yang lain. Untuk lebih memahami metode Markov beserta tahapan penyelesaiannya terdapat pada bab sebelumnya

### 3.6 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada penelitian yang berjudul "Analisa Peningkatan Kehandalan Jaringan CATV Pada PT. Chevron Pacific Indonesia dari Sistem Coaxial Cable ke Sistem Fiber Optic" ini, memerlukan data yang berhubungan dengan kebutuhan untuk mendukung dari data parameter yang digunakan dan data history nya.

Data kebutuhan untuk mendukung dari parameter nya tersebut berupa data dari praktikal atau real dari lapangan yaitu seperti temperatur , tegangan output, data history dan materi pembelajaran yang berhubungan dengan hal tersebut baik secara teoritis maupun praktek dilapangan.

Khusus untuk data history yang telah dikumpulkan, merupakan data yang di dapat dari hasil PM (*Preventive Monitoring).* Selain dari perusahaan, pengumpulan dan pengolahan data juga bersumber dari *data sheet* instrumentasi atau *uquipment* yang terkait.

## 4 Analisa Perbandingan Jaringan CATV dengan Sistem *Coaxial Cable* ke Sistem *Fiber Optic*

Keandalan sistem pada jaringan CATV dipengaruhi oleh keandalan elemen perangkat penyusun jaringan CATV itu sendiri. Keandalan jaringan CATV yang akan dianalisa adalah keandalan sistem coaxial cable dan sistem fiber optik di PT.CPI.

### Data Perangkat

Untuk mendukung kelengkapan analisa ini dibutuhkan data laju kerusakan dan laju perbaikan untuk masing-masing komponen pendukung jaringan CATV. Data perangkat yang digunakan adalah data equipment yang berada di HeadEnd atau Video Centre di PT. CPI, yang diberikan pada tabel 1 berikut :

**Tabel 1** Data Laju Kerusakan dan Laju Perbaikan Komponen Pada Sistem *Coaxial Cable*

| | Laju Kerusakan (λ) | | Laju Perbaikan (μ) | |
|---|---|---|---|---|
| Komponen | FITs | Per-jam | MTTR (jam)* | Per-jam |
| Receiver Satelit | 1573 | $1573 \times 10^{-6}$ | 24 | $4{,}167.10^{-2}$ |
| Splitter | 1266 | $1{,}269 \times 10^{-6}$ | 24 | $4{,}167.10^{-2}$ |
| Decoder | 1050 | $1{,}05 \times 10^{-6}$ | 12 | $8{,}333.10^{-2}$ |
| Modulator | 1722 | $1{,}722 \times 10^{-6}$ | 12 | $8{,}333.10^{-2}$ |
| Combiner | 2598 | $2{,}598 \times 10^{-6}$ | 12 | $8{,}333.10^{-2}$ |
| Amplifier | 2236 | $2{,}236 \times 10^{-6}$ | 24 | $4{,}167.10^{-2}$ |
| Coaxial Cable | 3828/km kabel | $3{,}8208 \times 10^{-6}$ | 6 | 0,1667 |
| Line Amplifier | 3922 | $3{,}922 \times 10^{-6}$ | 24-48 | $4{,}167.10^{-2}$ – $2{,}083.10^{-2}$ |
| Trunk Bridge Amplifier | 3922 | $3{,}922 \times 10^{-6}$ | 24-48 | $4{,}167.10^{-2}$ – $2{,}083.10^{-2}$ |

*data asumsi

**Tabel 2** Data Laju Kerusakan dan Laju Perbaikan Komponen Pada Sistem *Fiber Optic*

| Komponen | Laju Kerusakan (λ) | | Laju Perbaikan (μ) | |
|---|---|---|---|---|
| | FITs | Per-jam | MTTR (jam)* | Per-jam |
| CATV Equipment | 14273 | 14,273 x$10^{-6}$ | 12-24 | 8,333.$10^{-2}$ - 4,167.$10^{-2}$ |
| FO Transmitter | 1900 | 1,9 x$10^{-6}$ | 12 | 8,333.$10^{-2}$ |
| Optical Amplifier | 1330 | 1,33 x$10^{-6}$ | 24 | 4,167.$10^{-2}$ |
| Splitter | 1070 | 1,07 x$10^{-6}$ | 24 | 4,167.$10^{-2}$ |
| Optical Network Unit | 1670 | 1,67 x $10^{-6}$ | 12 | 8,333.$10^{-2}$ |
| Fiber Optic | 1300/km serat | 1,300 x $10^{-6}$ | 48 | 2,083.$10^{-2}$ |
| Trunk Bridge Amplifier | 3922 | 3,922 x $10^{-6}$ | 24-48 | 4,167.$10^{-2}$ – 2,083.$10^{-2}$ |

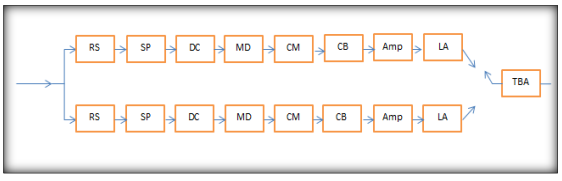
*data asumsi

**Analisa Keandalan Sistem *Coaxail Cable* Pada Jaringan CATV di PT. CPI**

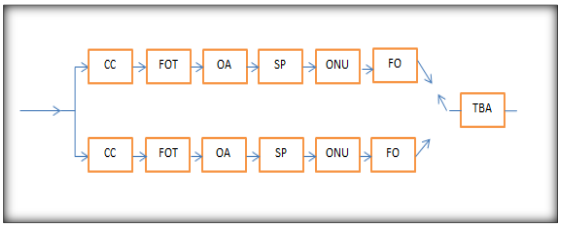
Untuk memudahkan dalam melakukan perhitungan dengan menggunakan metode Markov, maka konfigurasi jaringan yang akan ditampilkan pada bab IV ini adalah konfigurasi jaringan yang telah disederhanakan dengan menggunakan blok-blok diagram.

**Analisa Keandalan Dua *Network Elemen***

Untuk memudahkan dalam melakukan analisa keandalan sistem *Coaxial Cable* dan *Fiber Optic* pada jaringan CATV di PT. CPI dengan menggunakan metode Markov, maka perlu melakukan pemodelan konfigurasi jaringan seperti pada gambar 10 di bawah ini.

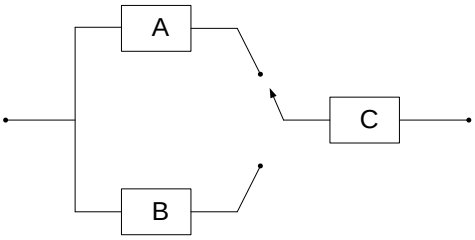



**Gambar 10** Diagram Blok Kendalan Dua *Network Elemen* Dengan Sistem *Coaxial Cable*




**Gambar 11** Diagram Blok Kendalan Dua *Network Elemen* Dengan Sistem *Fiber Optic*

Setelah melakukan pemodelan jaringan seperti pada gambar 10 dan gambar 1 di atas, selanjutnya kita juga perlu untuk melakukan penyederhanaan konfigurasi tersebut seperti pada gambar 12 di bawah ini.




**Gambar 12** Penyederhanaan Blok Keandalan Dua *Network Elemen* Pada Masing – Masing Sistem Tersebut

**Jaringan CATV menggunakan Sistem *Coaxial Cable***

1. Laju Kerusakan dan Laju Perbaikan Unit A (Utama)
   - Laju Kerusakan

$$\lambda_A = \lambda_{RS} + \lambda_{SP} + \lambda_{DC} + \lambda_{MD} + \lambda_{CM} + \lambda_{CB} + \lambda_{AMP} + \lambda_{LA}$$
$$= 1{,}573\times10^{-6} + 1{,}226\times10^{-6} + 1{,}05\times10^{-6} + 1{,}772\times10^{-6} + 2{,}598\times10^{-6} + 2{,}236\times10^{-6} + 3{,}828\times10^{-6} + 3{,}922\times10^{-6}$$
$$= 18{,}195\times10^{-6}$$

   - Laju Perbaikan

$$\mu_A = \frac{1}{r_A}$$

Maka :

$$r_A = \frac{1}{\lambda_1} \sum_{i=1}^{n} \lambda_i r_i$$

$$r_A = \frac{1}{\lambda_A}\left[\left(\lambda_{RS} \times \lambda_{RS}\right) + \left(\lambda_{SP} \times \lambda_{SP}\right) + \left(\lambda_{DC} \times \lambda_{DC}\right) + \left(\lambda_{MD} \times \lambda_{MD}\right) + \left(\lambda_{CM} \times \lambda_{CM}\right) + \left(\lambda_{CB} \times \lambda_{CB}\right) + \left(\lambda_{Amp} \times \lambda_{Amp}\right) + \left(\lambda_{LA} \times \lambda_{LA}\right)\right]$$

$$r_A = \frac{1}{18{,}195\times10^{-6}}\left[\begin{array}{l}\left(4\times1{,}537.10^{-6}\right) + \left(4\times1{,}266.10^{-6}\right) + \left(2\times1{,}05.10\right) \\ \left(2\times1{,}722.10^{-6}\right) + \left(2\times2{,}598.10^{-6}\right) + \left(4\times2{,}356.10^{-6}\right) \\ \left(8\times3{,}828.10^{-6}\right) + \left(4\times3{,}922.10^{-6}\right)\end{array}\right]$$

$= 28{,}16949711$ jam

$= 0.035499939128$ /jam

Unit utama identik dengan unit proteksi sehingga laju kerusakan dan perbaikan unit B dengan Unit A ($\lambda_A = \lambda_B \; dan \; \mu_A = \mu_B$)

2. Laju Kerusakan dan Laju Perbaiakan Unit C

   Laju Kerusakan

   $r_C = \lambda_{TBA} = 3{,}922\times10^{-6}$

   Laju Perbaikan

   $r_C = 24$

   $\mu_C = 0{,}04166666667$/jam

Laju kerusakan dan laju perbaikan unit A, B dan C dari hasil perhitungan di atas dapat dilihat pada tabel 3 berikut :

**Tabel 3** Laju Kerusakan dan Laju Perbaikan Sistem *Coaxial Cable* pada Jaringan CATV

| Unit | Laju Kerusakan (per-jam) | Laju Perbaikan (per-jam) |
|---|---|---|
| A | 18,195 x$10^{-6}$ | 0,035499391 |
| B | 18,195 x$10^{-6}$ | 0,035499391 |
| C | 3,922 x$10^{-6}$ | 0,041666667 |

Untuk menghitung ketersediaan instrumentasi atau *equipment* jaringan CATV dengan sistem *Coaxial Cable*, maka digunakan persamaan :

$$A = \frac{\left(\mu + \lambda c + \mu\right)\left(\mu + 2\mu c\right) + \lambda\mu c}{\left(\mu + \lambda + \lambda c + \mu c\right)\left(\mu + \lambda c + \mu c\right) + \left(\mu + \mu c - \lambda\right)\left(\mu - \mu c\right)}$$

***A*** = 0,9999745178 = 99,99745178 %

Ketidaktersediaan = U = 100 % - A

= 0,00254822 %

= 2,54822.$10^{-5}$

*Down Time System* = 60 menit x 24 jam x 365 hari x U

= 13,39344432 menit/tahun

Untuk menghitung MTTF sistem menggunakan persamaan :

$$\text{MTTF} = \frac{\mu + 2\lambda + \lambda c}{\left(\mu + \lambda c\right)\left(\mu + \lambda + \lambda c\right) + \lambda\mu}$$

= 55064,34865 jam

= 6,285884549 tahun

**Jaringan CATV menggunakan Sistem *Fiber Optic***

1. Laju Kerusakan dan Laju Perbaikan Unit A (Utama)
   - Laju Kerusakan

$$\lambda_A = \left(\lambda_{CC} + \lambda_{FOT} + \lambda_{SP} + \lambda_{ONU} + \lambda_{FO}\right)$$

$= 14{,}273 \times 10^{-6} + 1{,}9 \times 10^{-6} + 1{,}33 \times 10^{-6} + 1{,}07 \times 10^{-6} + 1{,}67 \times 10^{-6} + 1{,}3 \times 10^{-6}$

$= 21{,}543 \times 10^{-6}$ /jam

   - Laju Perbaikan

$$\mu_A = \frac{1}{r_A}$$

Maka :

$$r_A = \frac{1}{\lambda_1}\sum_{i=1}^{n} \lambda_i r_i$$

$$r_A = \left(\lambda_{CC} + \lambda_{FOT} + \lambda_{SP} + \lambda_{ONU} + \lambda_{FO}\right)$$

$$r_A = \frac{1}{21{,}543\times10^{-6}}\left[\begin{array}{l}\left(4\times14{,}273.10^{-6}\right) + \left(2\times1{,}9.10^{-6}\right) + \left(4\times1{,}33.10\right) \\ \left(4\times1{,}07.10^{-6}\right) + \left(2\times1{,}67.10^{-6}\right) + \left(8\times1{,}3.10^{-6}\right)\end{array}\right]$$

$= 23{,}4596858$ jam

$= 0.042637221665$ /jam

Unit utama identik dengan unit proteksi sehingga laju kerusakan dan perbaikan unit B dengan Unit A ($\lambda_A = \lambda_B \; dan \; \mu_A = \mu_B$)

2. Laju Kerusakan dan Laju Perbaiakan Unit C

   Laju Kerusakan

   $r_C = \lambda_{TBA} = 3{,}922\times10^{-6}$

   Laju Perbaikan

   $r_C = 48$

   $\mu_C = 0{,}208333333$ /jam

Laju kerusakan dan laju perbaikan unit A, B dan C dari hasil perhitungan di atas dapat dilihat pada tabel 4 berikut :

**Tabel 4** Laju Kerusakan dan Laju Perbaikan Sistem *Coaxial Cable* pada Jaringan CATV

| Unit | Laju Kerusakan (per-jam) | Laju Perbaikan (per-jam) |
|---|---|---|
| A | $21{,}543 \times 10^{-6}$ | 0,042637222 |
| B | $21{,}543 \times 10^{-7}$ | 0,042637222 |
| C | $3{,}922 \times 10^{-6}$ | 0,208333333 |

Untuk menghitung ketersediaan instrumentasi atau *equipment* jaringan CATV dengan Sistem Fiber Optik, maka digunakan persamaan :

$$A = \frac{(\lambda c + \mu)(\mu + 2\mu c) + \lambda\mu c}{(\mu + \lambda + \lambda c + \mu c)(\lambda c + \mu c) + (\mu + \mu c - \lambda)(\mu - \mu c)}$$

$A$ = 0,999923655 = 99,9923655 %

Ketidaktersediaan = U = 100 % - A
= 0,00763445 %
= $7{,}63445.10^{-5}$

*Down Time System* = 60 menit x 24 jam x 365 hari x U
= 40,1266692menit/tahun

Untuk menghitung MTTF sistem menggunakan persamaan :

$$\text{MTTF} = \frac{\mu + 2\lambda + \lambda c}{(\lambda + \lambda c)(\mu + \lambda + \lambda c) - \lambda\mu}$$

= 254267,0532 jam
= 29,0259193 tahun

Setelah dilakukan perhitungan dengan cara yang sama yaitu dengan melakukan perhitungan ketersedian, *down time system* dan MTTF untuk ke dua sistem tersebut. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 5 berikut ini :

**Tabel 5** Hasil Perhitungan Keandalan Sistem *Coaxial Cable* dan Sistem *Fiber Optic*

| NO | Sistem Jaringan | Ketersediaan (%) | DTS (mnt/thn) | MTTF (tahun) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Sistem *Coaxial Cable* | 99,99745178 | 13,39344432 | 6,285884549 |
| 2 | Sistem *Fiber Optic* | 99,99236555 | 40,126669 2 | 29,025919 3 |

Dari hasil perhitungan di atas nilai ketersedian dan *down time system* dari *coaxial cable* lebih baik dari sistem *fiber optic* dikarenakan sistem *fiber optic* masih terpengaruh dengan keadaan sistem dari *coaxial cable* itu sendiri karna pergantian *equipment* hanya terjadi di beberapa bagian yaitu pada *line amplifier* dan *coaxial cable*, namun dengan dirubahanya sistem sebelumya ke sistem *fiber optic* sistem jaringan CATV ini memeiliki masa usia pakai yang cukup lama.

Sehingga dapat disimpulkan jaringan CATV yang saat ini yang telah menggunakan sistem *fiber optic* tersebut memenuhi kriteria, dimana ketersediaan suatu jaringan harus lebih baik dari 99,99 % yang berarti bahwa nilai *down time system* maksimum adalah 52,56 menit pertahun dan juga memiliki usia pakai yang cukup lama. Dari hasil perhitungan di atas, nilai ketersediaan dan *down time system* memenuhi standar yang berlaku, bahkan jauh lebih baik.

## 5 Kesimpulan

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan analisis pada bab – bab sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Keandalan untuk komponen atau *equipment* jaringan CATV dengan sistem *Coaxial Cable* dan *Fiber Optic* di PT.CPI telah memenuhi standar yang berlaku.
2. Dengan menggunakan Metode Markov didapatkan nilai ketersedian untuk masing – masing sistem terdapat sedikit perbedaan yaitu pada sistem *Coaxial Cable* sebesar 99,99745178 % sedangkan untuk sistem *Fiber Optic* sebesar

99,99236555 %, *down time system* pada masing – masing sistem ini memiliki perbedaan nilai yang cukup jauh yaitu pada sistem *Coaxial Cable* sebesar 13,39344432 menit / tahun sedangkan pada sistem *Fiber Optic* sebesar 40,1266692 menit / tahun, dan MTTF atau usia pakai sistem *equipment* disetiap komponen juga memiliki perbedaan yang cukup jauh dan pada hal ini sistem dengan *Fiber Optic* memiliki usia pakai yang cukup lama yaitu selama 29,0259193 tahun sedangkan pada sistem *Coaxial Cable* yaitu selama 6,28584549 tahun.

**5.2 Saran**

Untuk penelitian selanjutnya, pengembangan bisa dilakukan. Tidak hanya menggunakan Metode Markov yang dapat menentukan keandalan instrumenrasi atau *equipment* , metode lain yang dapat menganalisis keandalan instrumentasi atau *equipment* seperti *Fault Tree Analysis* yang menganalisa keandalan dengan bentuk diagram pohon atau *Fish Bone* dan metode – metode lainnya.

**DAFTAR PUSTAKA**


Ebeling, Charles E. "Reliability and Maintainability Engineering", McGraw-Hill international editions : Electrical engineering series, Universitas Michigan. 1997

Gershon A Richard, 2008. School of Communication – TIM Program Western Michigan UniversityChang, J.Y. & Ju, P.H. (2012). An efficient cluster-based power saving scheme for wireless sensor networks. *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking.*

Gunawan, Arief Hamdani dan Franky Ferdinand. "Kajian Kehandalan SDH pada JARLOKAF", Elektronika Indonesia, no.44, Thn IX. 2002

Hai-Han Lu, Member, IEEE, Ardhendu Sekhar Patra, Shah-Jye Tzeng, Hsiao-Chun Peng, and Wen-I Lin, 2008. Improvement of Fiber-Optical CATV TransportSystems Performance Based on Lower-Frequency Sidemode Injection-Locked Technique. Taipei: IEEE Photonics Technology LettersGeetha, V., Kallapur, P.V. & Tellajeera, S. (2012). *Clustering in Wireless Sensor Networks: Performance Comparison of LEACH & LEACH-C Protocols Using NS2*.

Optical Cable Corporation website, at http://www.occfiber.com/.Sterling, Donald J. Technicians' Guide to Fiber Optics, 4th ed. DelmarLearning, 2004.

Palais, Joseph C. "*Fiber Optic Communication"*, New Jersey, Prentice-Hall, 2008.

Ramakumar, R. "Engineering Reliability", "Fundamentals and Aplications",Halaman 50-112, New Jersey, Englewood Cliffs. 1993