

Analisis Performansi Jaringan Indihome Fiber di Purwokerto

Performance Analysis of Indihome Fiber Network in Purwokerto

Pramusinta Clara Suryandari^{1,*}, Imam Muhammadi Pradono Budi², Fauza Khair³

^{1,2,3} *Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro, Institut Teknologi Telkom Purwokerto
Jl. D. I. Panjaitan No. 128 Purwokerto 53147, Jawa Tengah – Indonesia*

¹. *Penulis Korespondensi: 13101070@ittelkom-pwt.ac.id
² imam@ittelkom-pwt.ac.id, ³ fauza.khair@ittelkom-pwt.ac.id

Received on 17-01-2020, accepted on 20-10-2020, published on 31-01-2021

Abstrak

FTTH merupakan teknologi jaringan menggunakan kabel serat optik sebagai media transmisinya. Jaringan FTTH pada indihome sering terjadi gangguan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan perhitungan performansi pada parameter *link budget* dengan 5 *sample* pelanggan dan perhitungan *availability* dengan data SLG (*Service Level Guarantee*) untuk layanan *triple play*. Layanan *voice* diperoleh dari data SLG pada telepon, layanan *video* diperoleh dari data SLG pada IPTV dan layanan data diperoleh dari data SLG pada internet. Analisis performansi menggunakan metode perhitungan *link budget* dengan standar ITU-T G.984 dimana sensitivitas -28 dBm dan *availability* batas minimal standar dari PT. Telkom 95%. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa daerah Berkoh yang merupakan pelanggan dengan jarak terjauh dari 5 *sample* perhitungan daya terima diperoleh (-24,014) dBm untuk *downlink* dan (-28,297) dBm untuk *uplink*. Perhitungan margin daya didapat hasil 3,986 dBm untuk *downlink* dan (-0,297) dBm untuk *uplink*. Berdasarkan perhitungan nilai redaman *link budget* memenuhi standar, akan tetapi margin daya yang dihasilkan kecil. Hasil *availability* untuk telepon yang sudah mencapai target sebesar 95,39% dibulan September, *availability* untuk internet tidak mencapai target, karena banyak gangguan yang disebabkan oleh *human error* dan *availability* untuk IPTV sudah mencapai target sebesar 96,72% di bulan Juli dan 97,97% di bulan Agustus.

Kata kunci: Availability, Jaringan FTTH, Link Budget, Triple Play

Abstract

FTTH is a network technology using fiber optic cable as the transmission medium. The FTTH network on indihome often gets interrupted. Therefore, this research was conducted by calculating the performance on the link budget parameter with 5 samples of customers and calculating availability with SLG (Service Level Guarantee) data for triple play services. Voice services are obtained from SLG data on the telephone, video services are obtained from SLG data on IPTV and data services are obtained from SLG data on the internet. Performance analysis uses the link budget method with the ITU-T G.984 standard where the sensitivity is -28 dBm and the availability is the minimum standard of PT. Telkom 95%. The calculation results show that the Berkoh area which is the customer with the furthest distance from the 5 samples of receiving power calculations is obtained (-24,014) dBm for downlink and (-28,297) dBm for uplink. The calculation of the power margin results in 3.986 dBm for the downlink and (-0.297) dBm for the uplink. Based on the calculation of the link budget attenuation value meets the standard, but the resulting power margin is small. Availability results for telephones that have reached the target of 95.39% in September, availability for internet has not reached the target, because many disturbances are caused by human error and availability for IPTV has reached the target of 96.72% in July and 97.97 % in August.

Keywords: Availability, FTTH Network, Link Budget, Triple Play

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi bidang internet seperti layanan berbasis IP dan konektivitas *broadband* membutuhkan *bandwidth* yang besar dan kecepatan tinggi untuk mendukung peningkatan pengiriman data. Hal tersebut mendorong perusahaan telekomunikasi untuk menawarkan layanan terbaik agar dapat menarik dan memberikan layanan atau jasa terbaik kepada pelanggan [1]. Layanan tersebut merupakan layanan konvergensi jaringan akses yang dikenal dengan layanan *triple play*. Layanan *triple play* sangat berkaitan dengan teknologi jaringan fiber optik. Teknologi fiber optik merupakan media yang tidak diragukan untuk menyediakan *bandwidth* yang besar, tidak dipengaruhi *interferensi* gelombang *elektromagnetik*, bebas korosi dan menyediakan redaman yang sangat kecil untuk transportasi data.

Terdapat empat macam arsitektur untuk mendukung jaringan fiber optik, salah satunya adalah *Fiber To The Home* (FTTH). FTTH merupakan teknologi jaringan dengan koneksi internet menggunakan kabel serat optik sebagai media transmisinya. Transmisi serat optik memiliki keunggulan dimana sangat mendukung pengiriman informasi *triple play* secara lebih efektif. Oleh karena itu PT Telkom sebagai salah satu perusahaan telekomunikasi terbesar di Indonesia telah memanfaatkan arsitektur FTTH untuk mendukung layanan *triple play*, layanan tersebut dikenal dengan *Indihome Fiber*. Arsitektur jaringan FTTH masih terdapat kekurangan yang menyebabkan sering terjadi gangguan pada layanan *Indihome Fiber* maka perlu dilakukan suatu perhitungan *link budget* dan *availability*. Hasil sebelumnya menunjukkan bahwa jaringan FTTH di Purwokerto Timur sudah memenuhi standar kelayakan sistem berdasarkan perhitungan parameter *link budget*, *rise time budget* dan *bit error rate* dan splitter 1:4, 1:8 dan 1:16 [1]. Akan tetapi, penelitian tersebut terbatas pada perancangan dan simulasi. Oleh karena itu, pada penelitian ini penulis tertarik untuk melakukan pengukuran langsung dan perhitungan teoritis menggunakan data yang diperoleh dari PT. Telkom Indonesia Regional 4, Jateng Barat Selatan. Sehingga penelitian atau skripsi ini akan fokus pada “Analisis Performansi Jaringan *Indihome Fiber* Di Purwokerto” meliputi *link budget* dan *availability*.

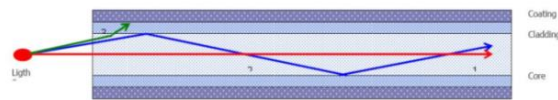
II. DASAR TEORI

A. Fiber Optik

Fiber optik merupakan saluran transmisi atau sejenis kabel yang terbuat dari kaca atau plastik yang sangat halus dan lebih kecil dari sehelai rambut, dan dapat digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain. Sumber cahaya yang digunakan biasanya adalah laser atau LED. Kabel ini berdiameter lebih kurang 120 mikrometer. Cahaya yang ada di dalam serat optik tidak keluar karena indeks bias dari kaca lebih besar daripada indeks bias dari udara, karena laser mempunyai spektrum yang sangat sempit. Kecepatan transmisi serat optik sangat tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi.

Bagian dari serat optik terdiri atas 3 bagian yaitu *core*, *cladding* dan *buffer coating*. *Cladding* adalah selubung dari *core*. *Cladding* mempunyai indeks bias lebih rendah dari pada *core* akan memantulkan kembali cahaya yang mengarah keluar dari *core* kembali kedalam *core* lagi. Efisiensi dari serat optik ditentukan oleh kemurnian dari bahan penyusun gelas. Semakin murni bahan gelas, semakin sedikit cahaya yang diserap oleh serat optik. Dalam aplikasinya, serat optik yang biasa digunakan memiliki 3 mode, yaitu *Singlemode step indeks*, *multimode step indeks*, dan *Multimode graded indeks* [2]. Kelebihan dari *single mode* adalah memiliki performansi yang lebih tinggi dibandingkan dengan *multimode* yaitu pada penggunaan *bandwidth* dan nilai redaman. Memiliki diameter *core* yang lebih kecil, perambatan cahaya hanya satu berkas cahaya. *Singlemode step indeks* dapat digunakan pada transmisi jarak jauh dengan transmisi data untuk *bit rate* tinggi karena mampu mentransmisikan 10 – 40 panjang gelombang. Jenis serat optik *multimode* memiliki keuntungan yaitu kemudahan ketika melakukan *splicing* karena memiliki diameter *core* yang besar. Dengan alasan yang sama, konektor digunakan untuk terminasi akhir dari serat optik untuk berbagai perangkat yang lebih murah. Dengan *core*, *numerical aperture* yang besar dan jarak *link* yang pendek,

Prinsip perambatan cahaya dalam serat optic terilustrasi dalam Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Lintasan Cahaya Dalam Serat [3]

Terdapat tiga kemungkinan lintasan cahaya yang merambat di dalam serat. Kemungkinan pertama cahaya lurus sepanjang sumbu serat tanpa mengalami gangguan. Kedua, cahaya dapat mengalami refleksi karena memiliki sudut datang yang lebih besar dari sudut kritis dan akan merambat sepanjang serat melalui pantulan-pantulan. Atau cahaya akan mengalami refraksi dan tidak akan dirambatkan sepanjang serat karena memiliki sudut datang yang lebih kecil dari sudut kritis.

B. Arsitektur Jaringan Lokal Akses Fiber

Jaringan Lokal Akses *Fiber* (Jarlokaf) atau *Optical Access Network* adalah sekumpulan jaringan akses yang menggunakan secara bersama suatu antarmuka jaringan dan diimplementasikan menggunakan serat optik. Jarlokaf merupakan suatu solusi strategis bagi jaringan pelanggan namun sangat sensitif terhadap jenis teknologi. Keberadaan panduan dan ketepatan pemilihan teknologi sangat mempengaruhi kesuksesan kegiatan operasi dan perawatan, efektifitas investasi serta kemudahan menyediakan jasa-jasa baru.

Sistem Jarlokaf setidaknya memiliki 2 buah perangkat opto-elektronik, yaitu satu perangkat opto-elektronik di sisi sentral dan satu perangkat opto-elektronik di sisi pelanggan. Lokasi perangkat opto-elektronik di sisi pelanggan selanjutnya disebut Titik Konversi Optik (TKO). Secara praktis TKO berarti batas terakhir kabel optik ke arah pelanggan yang berfungsi sebagai lokasi konversi sinyal optik ke sinyal elektronik.

C. Perangkat dalam Jaringan FTTH

1. OLT (*Optical Line Terminal*)

Optical Line Terminal (OLT) adalah suatu perangkat aktif yang berfungsi mengubah sinyal elektrik menjadi sinyal optik biasa disebut sebagai alat *multiplex*.

2. ODC (*Optical Distribution Cabinet*)

ODC adalah suatu perangkat pasif yang diinstalasi diluar STO bisa di lapangan (*outdoor*) dan juga bisa didalam ruangan atau di MDF Gedung HRB (*indoor*).

3. ODP (*Optical Distribution Point*)

ODP juga merupakan suatu perangkat pasif yang di instalasi diluar STO, bisa dilapangan (*outdoor*) dan juga bisa didalam ruangan (*indoor*), didalam gedung HRB.

4. Optical Indoor Outlet (Roset)

Roset merupakan perangkat pasif yang diletakan didalam rumah pelanggan, yang menjadi titik terminasi akhir dari kabel *indoor fiber* optik, kapasitas roset biasanya 1 atau 2 port.

5. ONT (*Optical Network Terminal*)

Optical Network Unit (ONU) dan *Optical Network Terminal* (ONT) adalah suatu perangkat aktif (*Opto-Elektik*) yang dipasang disisi pelanggan

Tabel 1. Spesifikasi ONT [4]

Parameter	Spesifikasi	Unit
Downlink Wavelength	1490	nm
Uplink Wavelength	1310	nm
Video Wavelength	1550	nm
Spectrum Width	1	nm
Downstream Rate	2,4	Gbps
Upstream Rate	1,2	Gbps
Optical Rise Time	200	ps

6. Konektor

Konektor merupakan salah satu material yang membangun jalur untuk GPON. Konektor adalah suatu material yang dipakai untuk menyambungkan core optik dengan cara mekanikal. *Type* konektor ada beberapa jenis yaitu [5]:

- a. *Fiber Connector* (FC), konektor tipe FC dapat menyambungkan *core* optik dengan *transmitter* ataupun *receiver*. Konektor ini sangat cocok digunakan untuk jenis serat optik *single mode* karena mempunyai akurasi yang tinggi. Dalam pengaturannya konektor FC memiliki sistem drat ulir, sehingga tingkat akurasi tidak akan mudah berubah.
- b. *Subscriber Connector* (SC), konektor jenis SC dipakai untuk serat optik jenis *single mode*, yang memiliki sistem cabut pasang. Konektor SC bisa diatur dengan manual, konektor SC memiliki tingkat akurasi yang baik jika dipasang dengan perangkat lain.
- c. *Straig*
- d. *ht Tip*, konektor jenis ini dapat digunakan untuk serat optik jenis *multimode* maupun serat optik *singlemode*. Bentuk dari konektor *Straight Tip* tidak jauh beda dari konektor BNC.

7. Splitter

Passive Splitter (PS) adalah suatu perangkat pasif yang berfungsi untuk membagi informasi sinyal *optic* (gelombang cahaya). Tabel 2 merupakan tabel jenis splitter.

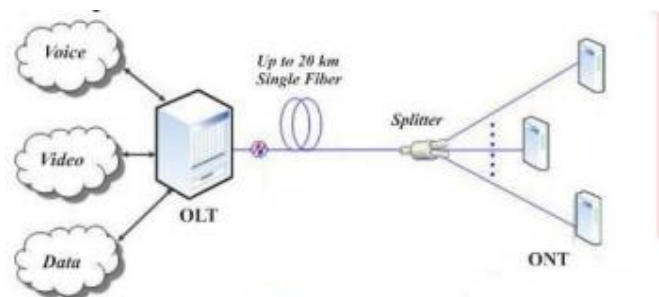
Tabel 2. Jenis Splitter [4]

JENIS SPLITTER	BESAR REDAMAN
1:02	3,70 dB
1:04	7,25 dB
1:08	10,38 dB
1:16	14,10 dB
1:32	17,45 dB

Splitter yang akan digunakan ada 2 tipe yaitu splitter 1:4 dan splitter 1:8. Splitter 1:4 diletakkan di ODC sebanyak 2 buah, sedangkan splitter 1:8 diletakkan di ODP sebanyak 2 buah. Total splitter yang digunakan ada 7 buah terdiri dari 2 buah ada di STO, 2 buah di ODC, 2 buah di ODP dan 1 buah di roset.

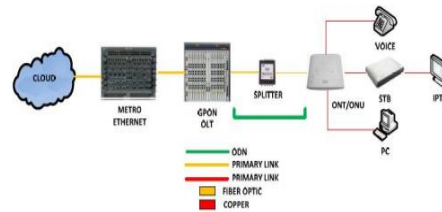
D. Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON)

GPON adalah teknologi jaringan akses lokal *fiber* optik berbasis PON yang distandardisasi oleh ITU-T (ITU-T G.984 series). GPON adalah suatu teknologi akses yang dikategorikan sebagai *broadband access* berbasis kabel *fiber* optik. Pada GPON sebuah atau beberapa OLT *interface* sentral dengan jaringan *fiber* optik dihubungkan dengan beberapa ONU *interface* pelanggan dengan jaringan serat optik menggunakan pasif *optical distribution network* (ODN), seperti splitter, filter atau perangkat pasif optik lainnya. GPON mampu memberikan layanan dengan kecepatan 2.488 Gbps untuk *downstream* dan 1.244 Gbps untuk *upstream*.



Gambar 2. Arsitektur GPON

Gambar 2 menunjukkan prinsip kerja dari GPON. GPON memiliki cara kerja di mana ketika data atau sinyal dikirimkan dari OLT, maka ada bagian yang bernama *splitter* yang berfungsi untuk memungkinkan *fiber* optik tunggal dapat mengirim ke berbagai ONT. Untuk ONT sendiri akan memberikan data-data dan sinyal yang diinginkan oleh *user*. Pada prinsipnya *passive optical network* adalah sistem *point-to-multipoint*, dari *fiber* ke arsitektur *premise network* dimana *unpowered optical splitter (splitter fiber)* serat optik tunggal.



Gambar 3. Topologi GPON [6]

Metro *Ethernet* yang merupakan *protocol* transportasi data yang terhubung pada OLT menggunakan kabel fiber optik. Dapat dilihat pada Gambar 3 tersebut diatas dimana memperlihatkan topologi umum teknologi GPON dimana OLT terhubung langsung dengan MetroE [6]. Sinyal optik didistribusikan kearah ONU/ONT melalui *passive splitter*. ONU/ONT mentransmisikan sinyal elektrik untuk layanan *triple play* kepada *user*. *Optical Distribution Network (ODN)* adalah jaringan optik yang menghubungkan antara OLT dan ONU/ONT. ONU/ONT disambungkan *Set Top Box (STB)* untuk layanan IPTV, STB berfungsi untuk mengkonversikan *digital signal* menjadi *analog signal* yang berada disisi *user* untuk mengakses IPTV. sedangkan ONU/ONT langsung terhubung pada *Personal Computer (PC)* untuk layanan data (*internet*) dan telepon untuk layanan *voice* [7].

E. Layanan Triple Play

Terdapat banyak aplikasi yang dirancang dan disediakan melalui sebuah jaringan. Aplikasi *Triple Play* merupakan kombinasi dari beberapa tipe layanan yang memiliki berbagai parameter yang berbeda seperti *bandwidth*, tipe *routing*, QoS dan trafik simetri. Berikut 3 aplikasi layanan *triple play* [8].

1. Salah satu layanan data dalam layanan *triple play* adalah akses *internet*. Secara umum, perangkat kerja *Internet* adalah *Internet Protocol Suite*. Ukuran data untuk *Internet* berdasarkan MTU untuk IPv4 sekurang – kurangnya adalah 68 Bytes
2. *Voice over Internet Protocol* merupakan teknologi menyalurkan suara yang sudah diubah dan dikemas secara padat berupa paket data kedalam jaringan internet atau intranet melalui sebuah protocol (yaitu protokol TCP/IP). VoIP berarti menggunakan jaringan internet untuk melakukan pembicaraan suatu kanal suara analog dimampatkan menjadi 8 – 16 Kbps
3. IPTV adalah sebuah sistem yang digunakan untuk mengirim layanan televisi digital kepada *subscriber* dalam system tersebut. Pengiriman sinyal digital televisi tersebut memungkinkan diselenggarakan menggunakan *Internet Protocol* melewati sebuah koneksi *broadband* yang digunakan pada jaringan dengan kualitas yang lebih baik daripada akses *internet public* agar kualitas pelayanan terjamin

F. Layanan Indihome Fiber

Indihome merupakan layanan *Triple Play* dari Telkom yang terdiri dari telepon rumah, internet *on fiber* atau *high speed* internet dan *use tv* kabel (IPTV) beserta beberapa fitur tambahan seperti *Indihome View*, *MeIOn* dan *Trend Micro Security System*. Layanan *indihome* ini diberikan melalui media fiber optik untuk memenuhi kebutuhan masyarakat di Indonesia dan hampir semua sudah diganti dengan jaringan fiber optik. Semua ini untuk meningkatkan kualitas layanan *Triple Play* [18].

G. Performansi Jaringan

Perhitungan *link power budget* untuk mengetahui batasan redaman total yang diijinkan antara daya keluaran pemancar dan sensitivitas penerima. Perhitungan ini dilakukan berdasarkan standarisasi ITU-T G.984. *Link Budget* digunakan untuk mengetahui layak atau tidaknya jaringan FTTH diimplementasikan pada jaringan sebenarnya [9]. Bentuk Persamaan untuk perhitungan redaman total pada *link power* dan perhitungan margin daya adalah [4]:

$$a_{tot} = L \cdot a_{serat} + N_c \cdot a_c + N_s \cdot a_s + a_{sp} \quad (1)$$

$$M = (P_t - P_r) - a_{tot} - M_s \quad (2)$$

Dengan: P_t = daya keluaran sumber optik (dBm), P_r = daya terima detektor (dBm), M_s = *safety margin*, sekitar 6-8 dB, = redaman total sistem (dB), L = panjang serat optik (km), a_{tot} = redaman total sistem (dB), a_c = redaman Konektor (dB/buah), a_s = redaman sambungan (dB/sambungan), a_{serat} = redaman serat optik (dB/ Km), N_s = Jumlah sambungan, N_c = Jumlah konektor, a_{sp} = Redaman *Splitter* (dB).

Margin daya disyaratkan harus memiliki nilai lebih dari 0 (nol). Margin daya adalah daya yang masih tersisa dari *power transmit* setelah dikurangi dari *loss* selama proses pentransmisian, pengurangan dengan nilai *safety margin* dan pengurangan dengan nilai sensitivitas *receiver*.

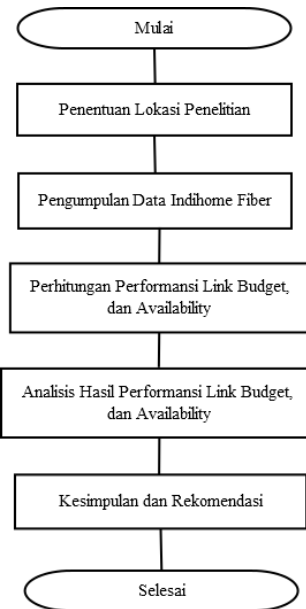
Availability adalah prosentase waktu yang menunjukkan kanal komunikasi pada sistem siap untuk beroperasi. Pada perhitungan *availability* menggunakan perhitungan jumlah SLG completedan total gangguan. *SLG comply* adalah jumlah gangguan yang sudah diperbaiki. Total gangguan adalah jumlah keseluruhan gangguan dari gangguan yang sudah diperbaiki sampai gangguan dalam tahap proses perbaikan. Dengan rumus sebagai berikut:

$$AV = \frac{Uptime}{Uptime + Downtime} \left[\frac{Jumlah\ SLG\ Comply}{Total\ Gangguan} \right] \times 100\% \quad (3)$$

Dengan *AV*, *SLG comply*, dan Total Gangguan adalah *Availability*, Jumlah SLG gangguan yang sudah tercover, dan Jumlah seluruh gangguan.

III. METODE PENELITIAN

Proses penelitian dimulai dengan menentukan lokasi untuk dilakukan analisis. Pemilihan lokasi ini dilihat dari trafik data tertinggi di PT. Telkom Indonesia Regional 4, Jateng Barat Selatan. Dipilihlah lokasi kota Purwokerto untuk dilakukannya analisis. Selanjutnya mengumpulkan data-data *indihome fiber* dengan data meliputi konfigurasi FTTH, jarak setiap *link*, data gangguan selama 3 bulan, jenis serat optik yang digunakan dan materi-materi yang terkait. Data-data yang digunakan untuk menghitung *link budget*, *availability*, dan pelayanan gangguan. *Flowchart* proses penelitian ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Flowchart Proses Penelitian

Tabel 3 dan 4 berikut adalah spesifikasi perangkat dalam jaringan FTTH.

Tabel 3. Spesifikasi OLT

Parameter	Spesifikasi	Unit
Optical Transmit Power	5	dBm
Downlink Wavelength	1490	nm
Uplink Wavelength	1310	nm
Video Wavelength	1550	nm
Spectrum Width	1	Nm
Downstream Rate	2,4	Gbps
Upstream Rate	1,2	Gbps
Optical Rise Time	160	Ps

Tabel 4. Spesifikasi ONT

Parameter	Spesifikasi	Unit
Downlink Wavelength	1490	Nm
Uplink Wavelength	1310	Nm
Video Wavelength	1550	Nm
Spectrum Width	1	Nm
Downstream Rate	2,4	Gbps
Upstream Rate	1,2	Gbps
Optical Rise Time	200	Ps

Serat optik yang digunakan adalah yang sesuai dengan standar ITU-T G.652.D dan G.657.A. Serat optik ITU-T G.652.D digunakan untuk kabel *feeder* dan kabel distribusi. Rugi-rugi serat optik ITU-T G.652.D dan G.657.A pada panjang gelombang 1310 nm sebesar $\leq 0,35$ dB/Km dan pada panjang gelombang 1490 nm sebesar $\leq 0,28$ dB/Km. Konektor yang digunakan adalah konektor SC. Konektor SC digunakan pada bagian OLT sampai ONT memakai konektor SC/UPC dengan *loss* 0,25 dB. Terdapat 2 buah konektor yang terletak pada Roset dan ODP. Sambungan yang dilakukan dari OLT sampai ONT menggunakan sambungan permanen (sambungan fusi). Rugi-rugi dari sambungan sebesar 0,10 dB. Sambungan terdapat di kabel

feeder, kabel distribusi, dan kabel drop. Splitter yang akan digunakan ada 2 tipe yaitu splitter 1:4 dan splitter 1:8. Splitter 1:4 dengan *loss* 7,25 dB diletakkan di ODC, sedangkan splitter 1:8 dengan *loss* 10,38 dB diletakkan di ODP. Total splitter yang digunakan ada 7 buah terdiri dari 2 buah ada di STO, 2 buah di ODC, 2 buah di ODP, dan 1 buah di roset.

Data-data yang digunakan dalam perhitungan link power budget yang menghitung daya penerima disisi pelanggan terdapat pada tabel 5, antara lain:

Tabel 5. Data Untuk Link Power Budget

Parameter	Keterangan
Pt	5 dBm
Pr	-28 dBm
αserat G.652.D (1310/1490)	(0,35; 0,28) dB/Km
αserat G.657.A (1310/1490)	(0,35; 0,28) dB/Km
αs di kabel Feeder	0,10 dB/splice
αs di kabel Distribusi	0,10 dB/splice
αs di kabel Drop	0,10 dB/splice
Redaman Konektor jenis SC/UPC	0,25 dB/connector
Redaman Splitter 1:4	7,25 dB
Redaman Splitter 1:8	10,38 dB
Jumlah sambungan	5 buah
Jumlah Konektor	7 buah
Margin Daya	> 0 dB

Availability dihitung dengan menggunakan data SLG. *Service Level Guarantee* (SLG) adalah janji Telkom kepada *customer* mengenai *maximum resolution time* penanganan gangguan jaringan *indihome fiber* mencakup deskripsi layanan, waktu layanan dan penalty menggunakan Persamaan 3.

IV. HASIL PENELITIAN

Secara umum penelitian ini membahas performansi suatu jaringan FTTH yang di aplikasikan untuk layanan *indihome fiber* di Purwokerto. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis performansi berdasarkan parameter pengukuran *link budget*, dan *availability*. Hasil performansi diperoleh dengan data dari PT. Telkom Indonesia Regional 4, Jateng Barat Selatan area Purwokerto. Pada perhitungan digunakan rumus-rumus persamaan untuk mencari nilai dari *link budget*, dan *availability*. Parameter perhitungan *Link Budget* dapat dilihat pada Tabel 6. Berikut adalah perhitungan link budget STO-ONT Al-Azhar, Pandak Baturraden.

Tabel 6. Parameter Perhitungan *Link Budget*

Parameter	Keterangan
Pt	5 dBm
Panjang Serat Optik	8,563 Km
αserat G.652.D (1310/1490)	(0,35; 0,28) dB/Km
αserat G.657.A (1310/1490)	(0,35; 0,28) dB/Km
Redaman Sambungan	0,10 dB/splice
Redaman Konektor jenis SC/UPC	0,25 dB/connector
Redaman Splitter 1:4	7,25 dB
Redaman Splitter 1:8	10,38 dB
Jumlah sambungan	5 buah
Jumlah Konektor	7 buah

Downlink

$$a_{tot} = L_{a_{serat}} + N_{c.a_c} + N_{s.a_s} + a_{sp} = 22,277 \text{ dB}$$

Sehingga untuk perhitungan margin daya adalah sebagai berikut :

$$P_r = P_t - a_{tot} - M_s = - 23,277 \text{ dBm}$$

$$M = (P_t - P_r) - a_{tot} - M_s = 4,723 \text{ dB}$$

Uplink

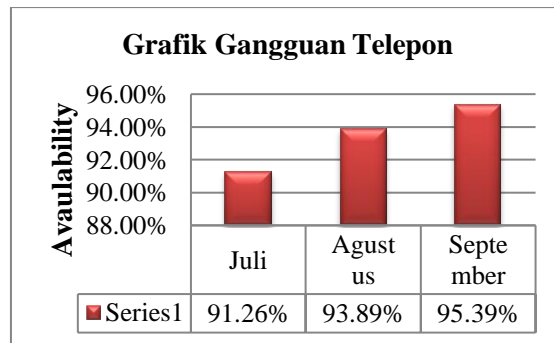
$$a_{tot} = L_{a_{serat}} + N_{c.a_c} + N_{s.a_s} + a_{sp} = 22,877 \text{ dB}$$

Sehingga untuk perhitungan margin daya adalah sebagai berikut :

$$P_r = P_t - a_{tot} - M_s = - 27,377 \text{ dBm}$$

$$M = (P_t - P_r) - a_{tot} - M_s = 0,623 \text{ dB}$$

Berikut adalah perhitungan availability gangguan telepon



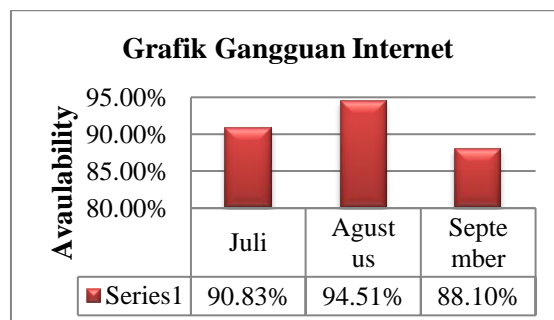
Gambar 5. Grafik SLG Telepon

Grafik tersebut diatas menunjukkan besarnya prosentase *availability* pada telepon yang diperoleh dari data SLG selama bulan Juli, Agustus, dan September tahun 2016 (Gambar 5). Dimana SLG adalah jaminan kepada pelanggan untuk penanganan gangguan pada jaringan. Prosentase *availability* yang di peroleh bulan Juli sebesar 91,26%, bulan Agustus sebesar 93,89%, dan bulan September sebesar 95,39%.

Perhitungan *availability* telephone dibulan Juli dengan menggunakan persamaan berikut :

$$Av = \left[\frac{\text{Jumlah SLG Comply}}{\text{Total Gangguan}} \right] \times 100\% \tag{4}$$

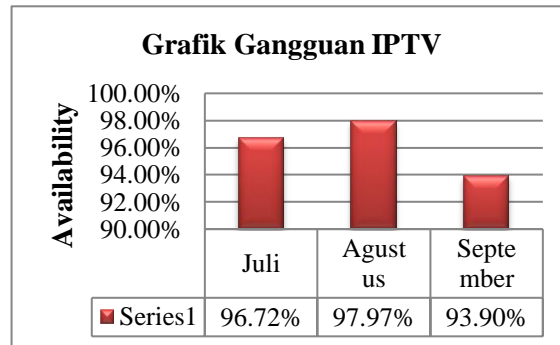
Berikut adalah perhitungan availability gangguan internet



Gambar 6. Grafik SLG Internet

Grafik tersebut diatas menunjukkan besarnya prosentase *availability* pada internet yang diperoleh dari data SLG selama bulan Juli, Agustus, dan September tahun 2016 (Gambar 6). Dimana SLG adalah jaminan kepada pelanggan untuk penanganan gangguan pada jaringan. Prosentase *availability* yang di peroleh bulan Juli sebesar 90,83%, bulan Agustus sebesar 94,51%, dan bulan September sebesar 94,09%.

Berikut adalah perhitungan *availability* gangguan IPTV



Gambar 7. Grafik SLG IPTV

Grafik pada Gambar 7 menunjukkan besarnya prosentase *availability* pada IPTV yang diperoleh dari data SLG selama bulan Juli, Agustus, dan September tahun 2016. Dimana SLG adalah jaminan kepada pelanggan untuk penanganan gangguan pada jaringan. Prosentase *availability* yang di peroleh bulan Juli sebesar 96,72%, bulan Agustus sebesar 97,97%, dan bulan September sebesar 93,90%.

Pada parameter *link budget* melakukan perhitungan dengan rumus. Berikut adalah hasil perhitungan yang dirangkum dalam Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Perhitungan *Link Budget*

Link	Perhitungan (dBm)		Margin Daya (dBm)	
	Downlink	Uplink	Downlink	Uplink
STO – Pandak Baturraden	-23,277	-27,377	4,723	0,623
STO – Bancar Kembar	-21,949	-25,717	6,051	2,283
STO – Berkoh	-24,014	-28,297	3,986	-0,297
STO – Sokaraja	-22,575	-26,499	5,425	1,501
STO – Teluk	-22,673	-26,622	5,327	1,378

Parameter *link budget* menunjukkan perbedaan level daya yang diperbolehkan antara pemancar dan penerima. Berdasarkan hasil perhitungan pada jarak 8,563 km beralamat di pandak baturraden menunjukkan nilai pada daya terima untuk *downlink* (-23,277) dBm dan *uplink* (-27,377) dBm. Nilai tersebut memenuhi standar ITU-T G.984. Perhitungan dengan jarak 3,82 km beralamat di bancar kembar menunjukkan nilai (-21,949) dBm untuk *downlink* dan (-25,717) dBm untuk *uplink*. Perhitungan dengan jarak 11,193 km beralamat di Berkoh menunjukkan hasil (-24,014) dBm untuk *downlink* dan (-28,297) dBm untuk *uplink*. Perhitungan dengan jarak 6,05 km beralamat di Sokaraja menunjukkan nilai daya terima untuk *downlink* (-22,575) dBm dan untuk *uplink* (-26,499) dBm. Perhitungan dengan jarak 6,406 km beralamat di Perumahan Tiara Permai 2 menunjukkan nilai daya terima untuk *downlink* (-22,673) dBm dan untuk *uplink* (-26,622) dBm. Secara garis besar nilai daya terima ke lima *sample* tersebut diatas memenuhi standar sensitivitas detektor optik yang bernilai -28 dBm. Sedangkan nilai performansi *link budget* bisa dilihat juga dari *margin* sistem. *Margin* diperlukan untuk mengantisipasi adanya perubahan parameter komponen karena usia operasi sehingga menyebabkan degradasi. *Margin* harus menunjukkan nilai positif. *Margin* memiliki nilai minimal 6 dB. Berdasarkan perhitungan *link budget* maka didapat hasil margin daya di STO ke Pandak Baturraden untuk *downlink* 4,723 dB dan *uplink* 0,623 dB. Perhitungan di STO ke Bancar Kembar 6,051 dB untuk *downlink* dan 2,283 dB untuk *uplink*. Perhitungan di STO ke Berkoh menunjukkan nilai untuk *downlink* 3,986 dB dan untuk *uplink* (-0,297) dB, *link uplink* Berkoh – STO jika dilihat dari nilai margin

daya berada pada posisi yang tidak layak pakai, akan tetapi dilihat berdasarkan daya terima pada gambar 3 *link* tersebut masih dalam posisi aman karena masuk dalam toleransi penalti *uplink* sebesar 0,5 dB. Perhitungan di STO ke Sokaraja menunjukkan nilai 5,425 dB untuk *downlink* dan 1,501 dB untuk *uplink*. Perhitungan di STO ke Teluk menunjukkan nilai untuk *downlink* 5,327 dB dan 1,378 dB untuk *uplink*. Secara garis besar nilai daya terima berdasarkan perhitungan *link budget* memenuhi standar ITU-T G.984. Akan tetapi untuk perhitungan margin sistem yang diperoleh jarak yang paling dekat dengan STO hasil perhitungan margin daya lebih bagus dari yang lain. Dapat diartikan bahwa pada hasil margin daya tersebut bagus untuk mengcover jika terjadi gangguan. Secara umum semua nilai margin daya yang dihasilkan dapat mengcover gangguan. Akan tetapi, nilai yang ≤ 6 dB yang baik untuk digunakan.

Berikut adalah hasil perhitungan availability pada telepon

Tabel 8. SLG Gangguan Telepon

JULI			
SLG COMPLY	SLG NOT COMPLY	TOTAL TIKET CLOSE	SLG COMPLY(%)
115	11	126	91,26%
AUGUSTUS			
SLG COMPLY	SLG NOT COMPLY	TOTAL TIKET CLOSE	SLG COMPLY(%)
200	13	213	93,89%
SEPTEMBER			
SLG COMPLY	SLG NOT COMPLY	TOTAL TIKET CLOSE	SLG COMPLY(%)
207	10	217	95,39%

Berikut adalah hasil perhitungan availability pada internet

Tabel 9. SLG Gangguan Internet

JULI			
SLG COMPLY	SLG NOT COMPLY	TOTAL TIKET CLOSE	SLG COMPLY(%)
119	12	131	90,83%
AUGUSTUS			
SLG COMPLY	SLG NOT COMPLY	TOTAL TIKET CLOSE	SLG COMPLY(%)
224	13	237	94,51%
SEPTEMBER			
SLG COMPLY	SLG NOT COMPLY	TOTAL TIKET CLOSE	SLG COMPLY(%)
200	27	227	88,10%

Berikut adalah hasil perhitungan availability pada IPTV

Tabel 10. SLG Gangguan IPTV

JULI			
SLG COMPLY	SLG NOT COMPLY	TOTAL TIKET CLOSE	SLG COMPLY(%)
177	6	183	96,72%
AUGUSTUS			
SLG COMPLY	SLG NOT COMPLY	TOTAL TIKET CLOSE	SLG COMPLY(%)
97	2	99	97,97%
SEPTEMBER			
SLG COMPLY	SLG NOT COMPLY	TOTAL TIKET CLOSE	SLG COMPLY(%)
185	12	197	93,90%

Service Level Guarantee (SLG) adalah janji Telkom kepada customer mengenai maximum resolution time penanganan gangguan jaringan indihome fiber mencakup deskripsi layanan, waktu layanan dan penalti [2]. Pelayanan SLG diberikan dengan penanganan gangguan batas maximum waktu 3 hari, apabila lewat dari 3 hari maka pihak Telkom akan memberikan garansi seperti bebas biaya selama 1 bulan. Penanganan gangguan SLG dinyatakan dalam persen (%) dan penanganan gangguan dinyatakan bagus jika mencapai

95% sampai dengan 100 %. Dari tabel 7 SLG gangguan pada telepon dari bulan Juli, Agustus, dan September dapat dilihat bahwa performansi yang di berikan untuk bulan Juli masih kurang bagus karena kurang dari 95%. Untuk bulan Agustus masih kurang bagus karena kurang dari 95%. Saat di bulan September sudah bagus karena sudah mencapai 95%. Hal ini dikarenakan gangguan yang terjadi pada telepon berupa gangguan administrasi dan port yang terhubung ke telepon.

Dari tabel 9 SLG gangguan pada internet dari bulan Juli, Agustus, dan September dapat dilihat bahwa performansi yang di berikan untuk bulan Juli masih kurang bagus karena kurang dari 95%. Untuk bulan Agustus masih kurang bagus karena kurang dari 95%. Saat di bulan September kurang bagus karena tidak mencapai 95%. Hal ini dikarenakan gangguan yang terjadi pada internet berupa gangguan administrasi dan kabel fiber optik yang terhubung.

Dari tabel 10 SLG gangguan pada IPTV dari bulan Juli, Agustus, dan September dapat dilihat bahwa performansi yang di berikan untuk bulan Juli sudah bagus karena lebih dari batas minimum 95%. Untuk bulan Agustus sudah bagus karena lebih dari 95%. Saat di bulan September kurang bagus karena tidak mencapai 95%. Hal ini dikarenakan gangguan yang terjadi pada IPTV berupa gangguan administrasi, STB, setting ulang, dan port rusak.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan *link budget downlink* dan *uplink* dengan jarak 11,193 km dari STO yang merupakan jarak terjauh dari 5 *sample* beralamat di Berkoh, daya terima (-24,014) dBm untuk *downlink* dan (-28,297) dBm untuk *uplink*. Perhitungan margin daya diperoleh 3,986 dB untuk *downlink* dan (-0,297) dB untuk *uplink*. Menunjukkan jaringan sudah memenuhi standar untuk nilai redaman pada *link budget*. Akan tetapi nilai margin yang dihasilkan kecil khususnya untuk *uplink* masih buruk. Berdasarkan perhitungan margin sistem rata-rata masih kecil. Sehingga menyebabkan prosentase gangguan pada SLG *triple play* sebagian besar belum mencapai target. Hal itu disebabkan karena jika ada gangguan pada *link* jaringan FTTH yang terlalu banyak margin sistem nya belum bisa mengcover jaringan tersebut. Berdasarkan hasil performansi prosentase SLG Gangguan pada Telepon bulan Juli 91,26%, bulan Agustus 93,89% dan bulan September 95,39%. Dari hasil prosentase dapat ditarik bahwa performansi yang baik dari 3 bulan tersebut ada di bulan September. Gangguan yang sering terjadi adalah pesawat telepon pelanggan rusak, mengganti kabel RJ 11, dan kuota paket pelanggan habis. Berdasarkan hasil performansi prosentase SLG Gangguan pada Internet bulan Juli 90,83%, bulan Agustus 94,51% dan bulan September 88,10%. Dari hasil prosentase dapat ditarik bahwa performansi dari 3 bulan tersebut tidak ada yang memenuhi target disebabkan masih ada gangguan belum tercover. Total gangguan 595 sedangkan gangguan masih ada 52 yang belum tercover. Berdasarkan hasil performansi prosentase SLG Gangguan pada IPTV bulan Juli 96,72%, bulan Agustus 97,97% dan bulan September 93,90%. Dari hasil prosentase dapat ditarik bahwa performansi dari 3 bulan tersebut hanya di bulan September yang tidak mencapai target hal ini disebabkan karena human *error*.

REFERENSI

- [1] T. C. Widiyanto, *Simulasi dan analisis jaringan Fiber To The X (FTTX) Menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) : Purwokerto Timur*. 2017.
- [2] F. P. D. Nidia, *Analisis performansi Dense Wavelength Division Multiplexing jaringan backbone ring Jawa Tengah*. Banyumas: IT-Telkom Purwokerto, 2017.
- [3] D. Prasetya, *Serat Optik*. Palembang: Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya, 2009.
- [4] B. Dermawan, I. Santoso, and T. Prakoso, "Analisis Jaringan FttH (Fiber To the Home) Berteknologi Gpon (Gigabit Passive Optical Network)," *Transmisi*, vol. 18, no. 1, pp. 30-37-37, 2016.
- [5] K. I. Lestari, *Analisis Transmisi Upstream-Downstream Jaringan FTTH menggunakan Teknologi GPON: Studi Kasus di PT.Telkom Akses Purwokerto*. Banyumas: IT-Telkom Purwokerto, 2017.
- [6] M. R. M. Siahaan, *Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) di Perumahan Setra Duta Bandung*. Bandung: Universitas Telkom, 2012.
- [7] A. V. Putri, D. A. Y. Putri, and A. P. Adi, *Analisa Implementasi GPON dan MSAN untuk Layanan Triple Play pada "KOTA 2 ARNET KOTA" PT Telkom Indonesia*. Jakarta: Universitas Bina Nusantara, 2012.
- [8] D. Aryanta, "Analisis Perbandingan Kinerja Layanan Triple Play pada Jaringan IP dan MPLS Menggunakan NS2," *J. Inform. Itenas*, vol. 4, no. 1, pp. 25-37, 2013.
- [9] M. I. Yanuardin, S. D. Ryana, and M. R. Rosmiati, "Perancangan Jaringan FttH (Fiber To the Home)," *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 325-331, 2016.