

ANALISIS PERFORMANSI JARINGAN AKSES *FIBER TO THE HOME* (FTTH) LINK STO GEGERKALONG KE PERUMAHAN CIPAKU INDAH

PERFORMANCE ANALYSIS FOR NETWORK ACCESS FIBER TO THE HOME (FTTH) ON THE STO GEGER KALONG TO CIPAKU INDAH RESIDENCE

Oq Vinesto Riyadi¹, Sugito², Akhmad Hambali³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

¹oqvinesto@gmail.com, ²sugito@telkomuniversity.ac.id, ³ahambali@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pada pertengahan 2014 PT Telkom dan PT INTI bekerjasama dalam pelaksanaan proyek TITO, yaitu proyek implementasi FTTH ke perumahan perumahan yang ada di Bandung salah satunya di perumahan sekitar jalan cipaku indah. Jaringan FTTH di jalan cipaku indah termasuk masih baru karena sebelumnya masih menggunakan jaringan tembaga, namun belum ada analisa khusus terkait performansi jaringan FTTH yang telah terimplementasi di perumahan tersebut. Untuk itu penulis ingin membantu menganalisa performansi jaringan *link* optik yang masih baru tersebut.

Pada tugas akhir ini dianalisa kinerja jaringan FTTH STO Gegerkalong ke perumahan Cipaku Indah berdasarkan beberapa parameter yaitu *Link Power Budget*, *Rise Time Budget*, *Signal to Noise Ratio* (SNR), *Bit Error Rate* (BER) dan menganalisa secara langsung masalah yang terjadi di lapangan. Pada jaringan FTTH di perumahan Cipaku Indah telah terpasang perangkat GPON yaitu 1 ODC, 54 ODP dan 227ONT dengan total pelanggan sebanyak 227 user.

Hasil uji link yaitu terbukti bahwa jaringan yang telah terimplementasi FTTH ini telah layak dengan memenuhi standar jaringan yang ditetapkan oleh PT. Telkom dengan nilai BER yaitu sebesar $5,09424 \times 10^{-300}$ *Link Power Budget* bernilai - , *Rise Time Budget* bernilai , SNR bernilai . Dalam hasil pengukuran link cipaku indah terdapat 10 ONT yang mengalami gangguan loss. Berdasarkan survey ke user terdapat redaman sebesar 3 sampai 4 dB yang terjadi akibat adanya separasi sebesar 0,3 mm diantara dua jenis konektor yang berbeda yaitu PC dan APC di antara drop kabel indoor dengan kotak rosette.

Kata kunci: Performansi, *Link Power Budget*, *Rise Time Budget*, SNR, BER.

Abstract

In middle 2014, PT Telkom and PT INTI cooperate in the implementation of TITO project, namely the implementation of FTTH project to existing housing in Bandung, one of them in the housing around the Cipaku Indah. FTTH network in the Cipaku Indah including new because previously they use copper network, but there is no specific analysis related performance FTTH network that has been implemented in the housing. To the authors would like to help analyze the network performance of the new optical link.

In this final project analyze the performance FTTH network STO Gegerkalong to Cipaku Indah housing based on several parameters: *Link Power Budget*, *Rise Time Budget*, *Signal to Noise Ratio* (SNR), *Bit Error Rate* (BER) and analyze directly the problems that occur in the field . In the FTTH network in Cipaku Indah has been installed GPON devices, such as 1 ODC, 54 ODP and 227 ONT with total of 227 customers.

The test results proved that the link is implemented FTTH networks have been feasible to meet the standards set by the network of PT Telkom with BER value that is equal to , *Link Power Budget* worth -23.3134 dB, *Rise Time Budget* worth 0.2503 ns, SNR worth 28.175 dB. In the measurement Cipaku Indah link contained 14 ONT impaired loss. Based on the survey to user there is attenuation by 3 to 4 dB which occurs due to the separation of 0,3 mm between the two different types of connectors between the indoor drop cable with rosette box

Keywords : Performance, *Link Power Budget*, *Rise Time Budget*, SNR, BER

1. Pendahuluan

Pada pertengahan 2014 PT Telkom bekerjasama dengan PT INTI melakukan proyek TITO yang bertujuan untuk membangun jaringan link optik ke rumah-rumah atau disebut FTTH di sekitar kora bandung. Salah satu perumahan yang menjadi target proyek tersebut adalah perumahan Cipaku Indah..

Perumahan Cipaku Indah merupakan perumahan yang terletak di bandung dan sudah terimplementasi jaringan FTTH. Sentral yang digunakan adalah sentral Gegerkalong. . Jaringan FTTH di jalan cipaku indah termasuk masih baru karena sebelumnya masih menggunakan jaringan tembaga, namun belum ada analisa khusus terkait performansi jaringan FTTH yang telah terimplementasi di perumahan tersebut. Untuk itu penulis ingin membantu menganalisa performansi jaringan *link* optik yang masih baru tersebut.

Pada tugas akhir ini akan dianalisis performansi terhadap teknologi jaringan FTTH pada STO Gegerkalong ke Perumahan Cipaku Indah dengan parameter uji berupa nilai *Link Power budget*, *Rise Time Budget*, *Signal to Noise Ratio(SNR)*, *BER (Bit Error Rate)* dan juga melakukan real pengukuran pada jaringan tersebut.

2. Gigabit Passive Optical Network

GPON merupakan teknologi FTTx yang dapat mengirimkan informasi sampai ke pelanggan menggunakan kabel optik dan juga menggunakan perangkat pasif *splitter*. Prinsip kerja dari GPON, ketika data atau sinyal dikirimkan dari OLT, maka ada bagian yang bernama *splitter* yang berfungsi untuk memungkinkan serat optik tunggal dapat mengirim ke berbagai ONU, untuk ONU sendiri akan memberikan data – data dan sinyal yang diinginkan pelanggan[7].

2.1 Fiber To The Home

FTTH merupakan sepenuhnya jaringan optik dari provider ke pemakai. Multiplex dari sinyal optik dibawa ke *splitter* dalam sebuah grup yang hamper mendekati pemakai. Terdapat *splitter* optik dengan perbandingan yang berbeda – beda, tetapi umumnya menggunakan *ratio* 1:16. Artinya sinyal *multiplex* dibagi ke 16 rumah yang berbeda – beda. Sejak sinyal optik dikonversi ke sinyal elektrik pada pemakai, *Optical Network Unit* (ONU) harus diinstalasi pada akhir jaringan. Karena ONU mahal, disarankan bahwa sebuah ONU dibagikan ke beberapa pemakai. ONU ekuivalen dengan *interface* jaringan optik. Perkembangan ini berasal dari loop *laser*, solusi untuk menyalurkan videos, dan topologi jaringan *passive*.

Bentuk baru dari pelayanan ini membutuhkan *high speed access* dan *broadbandwidth*, yang merupakan perangkat untuk kriteria jaringan yang baru. Perkembangan ini membuat FTTH lebih menarik, yang mana FTTH diketahui mampu mentransmisikan *bandwidth* tinggi dengan rugi – rugi yang kecil. Daerah yang sudah menggunakan jaringan FTTH juga dapat menggunakan layanan *triple play*, yaitu layanan akses internet cepat, suara dan video dalam satu infrastruktur pada unit pelanggan[1].

2.2 Parameter Kinerja Sistem

2.2.1 Link Power Budget

Tujuannya adalah untuk menghitung besar daya yang diperlukan sehingga *level* daya yang diterima tidak kurang dari *level* daya minimum agar dapat dideteksi di penerima. Persamaan daya dapat dituliskan[7]:

(2.1)

(2.2)

(2.3)

(2.4)

2.2.2 Rise Time Budget

Perhitungan *rise time budget* diperlukan untuk menentukan batasan dispersi suatu *link* serat optik, karena bila dispersi di luar standar yang telah ditentukan maka sinyal informasi yang dikirim akan terganggu. Tujuannya adalah untuk menganalisis apakah kinerja sistem secara keseluruhan adalah baik. *Rise time budget* sistem ditunjukkan dengan persamaan 2.5 [7].

(2.5)

2.2.3 Signal To Noise Ratio

Signal to Noise Ratio (SNR) merupakan perbandingan daya sinyal terhadap daya *noise* pada satu titik yang sama. Semakin besar nilai SNR maka sistem akan menandakan sistem tersebut bekerja dengan baik. SNR dapat ditunjukkan dengan persamaan 2.6 [7].

(2.6)

2.2.4 Bit Error Rate (BER)

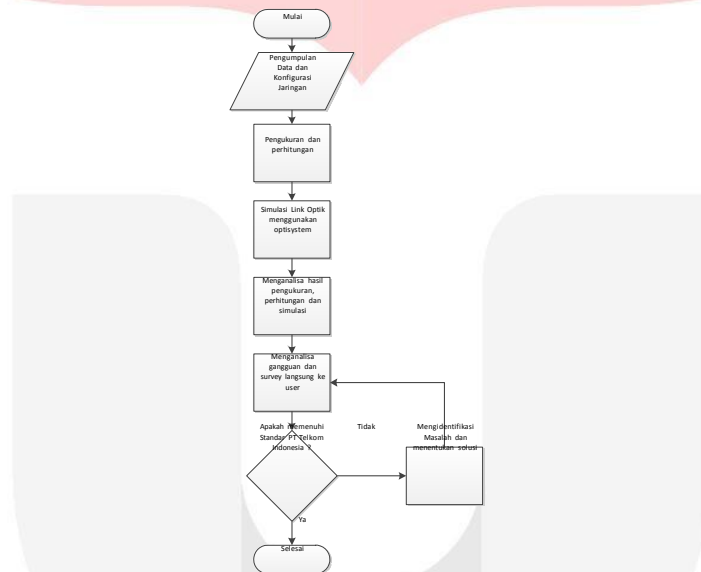
Bit Error Rate (BER) merupakan sejumlah bit digital bernilai tinggi pada jaringan transmisi yang ditafsirkan sebagai keadaan rendah atau sebaliknya[7].

(2.7)

3. Kondisi Yang ada dan Sistem Perangkat pada Jaringan STO Gegerkalong

3.1 Diagram Alir Proses Analisis

Pada Tugas Akhir ini dilakukan suatu penelitian performansi jaringan FTTH yang telah terimplementasi di kota Bandung yaitu pada *link* STO Gegerkalong ke perumahan Cipaku Indah. Diagram alir untuk proses pengerjaan Tugas Akhir ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Diagram alir proses analisis

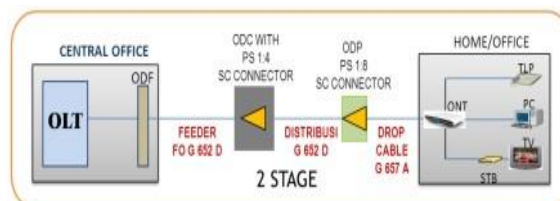
Analisis performansi dilakukan dengan menggunakan perhitungan parameter seperti *Link Power Budget* dan *Rise Time Budget*. Kemudian dilakukan simulasi jaringan dengan menggunakan *software* Optisystem untuk melihat kondisi ideal dari jaringan. Parameter-parameter tersebut disesuaikan dengan standar ITU-T dan juga PT. Telkom. Dan dilakukan analisis masalah yang terjadi di lapangan dengan cara melakukan pengukuran dan survey langsung ke user terkait gangguan yang terjadi pada jaringan dan untuk melihat kinerja sistem yang sudah terimplementasi tersebut.

3.2 Penentuan Lokasi

Lokasi studi kasus pada tugas akhir ini yaitu berada di STO Gegerkalong PT Telkom Indonesia ke perumahan Cipaku Indah yang beralamat di jalan Cipaku Indah Bandung. Perumahan Cipaku Indah merupakan salah satu perumahan di Bandung yang baru terimplementasi oleh jaringan FTTH.

3.3 Konfigurasi Jaringan FTTH Cipaku Indah

Jaringan optik FTTH yang telah terimplementasi pada perumahan Cipaku Indah dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Konfigurasi FTTH yang digunakan

Jenis *passive splitter* yang digunakan merupakan *two-stage* yaitu *passive splitter* 1:4 dan dilanjutkan dengan 2 *passive splitter* 1:8. Pada sentral terdapat OLT yang akan mengeluarkan sumber cahaya yang kemudian diteruskan ke ODC. Pada ODC terdapat *passive splitter* 1:4 untuk membagi daya keluaran yang masing-masing akan diteruskan ke ODP. Pada ODP terdapat 2 buah *passive splitter* 1:8 yang akan diteruskan ke unit pelanggan (ONT). Perangkat yang telah terimplementasi pada perumahan cipaku indah yaitu 1 unit OLT dan 54 unit ODP dengan total pelanggan yang telah terinstalasi sampai dengan unit pelanggan yaitu sebanyak 227 ONT. Sedangkan jumlah layanan triple play pada perumahan cipaku indah yaitu sebanyak 227 pelanggan menggunakan layanan voice, 105 pelanggan menggunakan layanan voice dan data, dan 3 pelanggan menggunakan layanan voice, data, dan iptv. Jumlah perangkat yang telah digunakan dalam jaringan akses ke 227 unit pelanggan yang terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Perangkat di Cipaku Indah

| Perangkat | Jenis | Jumlah | Satuan |
|-------------------|------------------|--------|--------|
| OLT | MA5600 | 1 | Buah |
| ODC | ODC-GGK-FBB | 1 | Buah |
| ODP | ODP-FBB (Aerial) | 54 | Buah |
| Passive splitter | 1:4 | 26 | Buah |
| | 1:8 | 101 | Buah |
| Kabel Serat Optik | G.652.D | 7,910 | Km |
| | G.657 | 1,5 | Km |
| ONT | HG8245A | 227 | Buah |

4 Pengujian dan Analisis

4.1 Analisis Perhitungan

4.1.1 Link Power Budget

Perhitungan *link power budget* digunakan untuk mengetahui besar nilai redaman total yang diperbolehkan antara daya pemancar dan sensitivitas penerima. Menurut ketentuan ITU-T, daya terima yang diizinkan dalam teknologi GPON adalah sebesar -28 dBm.

Dalam implementasinya, teknologi GPON yang diimplementasikan pada jaringan FTTH perumahan Cipaku Indah memakai panjang gelombang 1490 nm untuk *downstream* dan 1310 nm untuk *upstream*.

Perhitungan akan dihitung berdasarkan jarak terjauh dan terdekat antara user dan sentral. ONT yang memiliki **jarak terjauh** adalah ONT₄ yang terhubung pada ODP-1 dengan total jarak dari STO sampai ke ONT adalah 3,926 km.

Downstream

Untuk perhitungan *link power budget* dengan menggunakan persamaan 2.2 didapatkan nilai redaman total (α_{tot}) sebesar 19,415 dB. Maka, *link* optik ini memenuhi syarat dari sisi total redaman. Dengan menggunakan persamaan 2.4 didapatkan nilai daya terima (P_{rx}) sebesar $-21,615$ dBm. Hal ini membuktikan bahwa jaringan optik telah memenuhi syarat perangkat yang digunakan oleh PT. Telkom, yaitu sebesar -25 dBm.

Upstream

Untuk perhitungan *link power budget* dengan menggunakan persamaan 2.2 didapatkan nilai redaman total (α_{tot}) sebesar 19,415 dB. Maka, *link* optik ini memenuhi syarat dari sisi total redaman. Pada hasil perhitungan dengan persamaan 2.2 didapatkan nilai P_{rx} sebesar $-23,015$ dBm. Hal ini membuktikan bahwa jaringan optik telah memenuhi syarat perangkat yang digunakan oleh PT. Telkom, yaitu sebesar -25 dBm.

Dengan menggunakan persamaan 2.3 didapatkan nilai *margin* daya (M) sebesar 3,8 dB. Hal ini membuktikan bahwa *link* optik tersebut memenuhi syarat kelayakan *link power budget*.

4.1.2 Rise Time Budget

Analisis *rise time budget* merupakan metode untuk menentukan batasan dispersi suatu *link* serat optik. Tujuan dari metode ini adalah untuk menganalisis apakah untuk kerja jaringan secara keseluruhan telah tercapai dan mampu memenuhi kapasitas kanal yang diinginkan. Umumnya degradasi total waktu transisi dari *link* digital tidak melebihi 70 persen dari satu periode bit NRZ (*Non-Return-to-Zero*), data yang diperoleh PT. Telkom Indonesia menggunakan *line coding* NRZ. Satu periode bit didefinisikan sebagai resiprokal dari *data rate*.

Perhitungan *rise time budget* dilakukan pada ONT dengan **jarak terjauh** yaitu ONT₁ yang terhubung pada ODP-1 dengan total jarak dari STO sampai ke ONT adalah 3,926 km.

Downstream

Bit rate downlink (Br) = 2,488 Gbps, sehingga dengan menggunakan pengkodean NRZ:

Menentukan :

Karena menggunakan serat optik *single mode*, maka .
 Sehingga, didapatkan nilai untuk *upstream* adalah mendekati .
 Dari perhitungan di atas, didapatkan nilai adalah sebesar . Nilai ini berada jauh di bawah waktu batasan yang bernilai untuk pengkodean NRZ. Melihat hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem *downstream* memenuhi kelayakan *rise time budget*.

Upstream

Bit rate uplink (Br) = 1,244 Gbps, sehingga dengan menggunakan pengkodean NRZ:

Dengan menggunakan persamaan 2.5 dengan penguraian yang sama pada perhitungan *link downstream*, maka didapat nilai sebesar . Nilai ini berada jauh di bawah waktu batasan yang bernilai untuk pengkodean NRZ. Melihat hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem *upstream* memenuhi kelayakan *rise time budget*.

4.1.3 BER (Bit Error Rate) dan Signal to Noise Ratio

Dalam menentukan kualitas transmisi, digunakan parameter *Signal to Noise Ratio* (S/N) dan *Bit Error rate* (BER). S/N merupakan perbandingan antara daya sinyal terhadap daya *noise* pada satu titik yang sama. Perhitungan dengan jarak terjauh, yaitu 3,926 km dari OLT yang berada di STO Ahmad Yani sampai ke ONT₁.

Downstream

Dengan persamaan 2.6 dan 2.7 didapatkan nilai SNR adalah dan BER mendekati 0 (nol).

Upstream

Dengan persamaan 2.6 dan 2.7 didapatkan nilai SNR adalah dan BER mendekati 0 (nol).

Dari hasil perhitungan didapat SNR untuk *downstream* sebesar 28,175 dB dan BER . Sedangkan untuk *upstream* sebesar 27,053 dB dan BER . Semakin tinggi nilai SNR maka semakin baik kualitasnya. Oleh karena itu, PT. Telkom memiliki yang memiliki standar sistem SNR untuk komunikasi serat optik sebesar 21.5 dB atau BER = 10⁻⁹, sehingga dapat dikatakan bahwa sistem yang telah diimplementasikan ini sangat baik.

4.2 Analisis Simulasi

4.2.1 Bit Error Rate (BER)

Parameter yang digunakan pada simulasi adalah sebagai berikut:

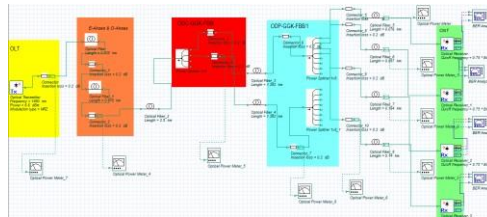
Tabel 4.2. Parameter yang digunakan dalam Simulasi

| Parameter | Spesifikasi | Satuan |
|--|-------------|--------|
| Panjang gelombang <i>link downstream</i> | 1490 | Nm |
| Panjang gelombang <i>link upstream</i> | 1310 | Nm |
| Daya kirim <i>link downstream</i> | 3.8 | dBm |
| Daya kirim <i>link upstream</i> | 2.5 | dBm |
| Redaman <i>passive splitter</i> 1:4 | 7.2 | dB |
| Redaman <i>passive splitter</i> 1:8 | 10.3 | dB |
| Redaman kabel <i>feeder</i> G.652.D | 0.3 | dB |
| Redaman kabel <i>drop</i> G.657 | 0.3 | dB |
| Redaman konektor | 0.2 | dB |
| Jarak total | 3.926 | km |

Downstream

Simulasi *link* optik untuk *downstream* menggunakan panjang gelombang 1490 nm. Gambar 4.1 menunjukkan daya pancar pada *transmitter* untuk *link downstream* adalah 3,8 dBm. Total daya ini disesuaikan dengan daya yang terdapat di lapangan.

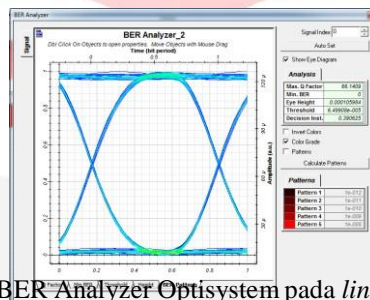
Serat optik diberi redaman 0,2 dB pada masing-masing jenis serat optik. Jumlah konektor adalah 6 buah dengan masing-masing redaman 0,2 dB sehingga total redaman konektor adalah 1,2 dB. Gambar simulasi *link downstream* dapat pada Gambar 2.



Gambar 4. Link downstream pada Optisystem

Gambar 2 menunjukkan link optik dari OLT yang terdapat transmitter sebagai sumber cahaya, ODC yang terdapat passive splitter 1:4 dan ODP yang terdapat passive splitter 1:8. Pada blok ONT terdapat receiver yang akan merubah sinyal optik menjadi sinyal elektrik sehingga dapat digunakan oleh pelanggan. Daya terima yang terukur pada Optisystem yaitu $-16,467$ dBm .

Berdasarkan hasil simulasi tersebut, didapatkan nilai BER sebesar 0. Performansi yang baik juga ditunjukkan oleh diagram mata yang menunjukkan perbedaan yang jelas antara informasi bit “1” dan bit “0”. Diagram mata untuk link downstream dapat dilihat pada gambar 3.

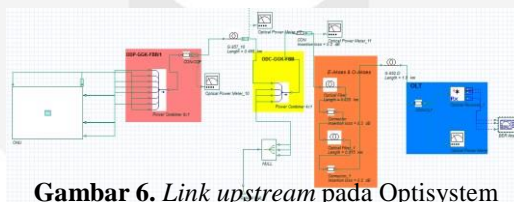


Gambar 5. BER Analyzer Optisystem pada link downstream

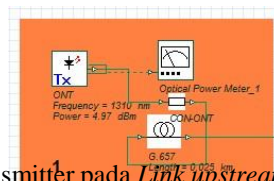
Upstream

Simulasi link optik untuk upstream menggunakan panjang gelombang 1310 nm. Daya pancar pada ONT yang berupa transmitter untuk link upstream adalah 2,5 dBm. Total daya ini disesuaikan dengan daya di lapangan.

Serat optik diberi redaman 0,2 dB pada masing-masing jenis serat optik. Jumlah konektor adalah 6 buah dengan masing-masing redaman 0,2 dB sehingga total redaman konektor adalah 1,2 dB. Gambar simulasi link upstream ditunjukkan pada gambar 4 dan gambar 5.

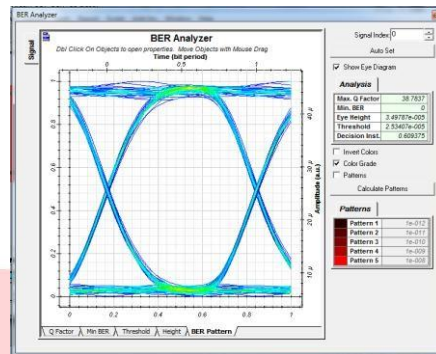


Gambar 6. Link upstream pada Optisystem



Gambar 7. Transmitter pada Link upstream pada Optisystem

Daya terima yang terukur pada Optisystem di bagian Rx yaitu $-20,757$ dBm. Berdasarkan hasil simulasi tersebut, didapatkan nilai BER sebesar . Nilai tersebut menunjukkan diagram mata BER yang nyaris sempurna yaitu dapat dilihat dari perbedaan yang sangat jelas antara informasi bit “1” dan bit “0”. Maka dari itu, performansi sistem pada link optik ini dapat dikatakan sangat baik. Diagram mata untuk link upstream dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 8. BER Analyzer Optisystem pada link upstream

4.2.2 Analisis output Perangkat

Dengan menggunakan *Optical Power Meter* (OPM) pada simulasi Optisystem, dapat diketahui nilai daya keluaran optik tiap perangkat yang digunakan. OPM dipasang pada keluaran OLT, masukan ODC-GGK-FBB, keluaran ODC-GGK-FBB, masukan ODP, keluaran ODP dan masukan ONT.

Downstream

Jarak terjauh dari link optik ini adalah ODP-1 dan ONT memiliki jarak 3,926 km. Nilai daya optik pada tiap perangkat pada link downstream untuk ODP-1 sampai ONT dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 3. Nilai daya keluar tiap perangkat link downstream

| Daya | OLT | ODC-FBB (in) | ODC-FBB (out) | ODP (in) | ODP (out) | ONT |
|-------|------|--------------|---------------|----------|-----------|---------|
| (dBm) | 3,84 | 3,38 | -5,15 | -6,39 | -16,38 | -20,067 |

Upstream

Jarak terjauh dari link optik ini adalah ODP-1 dan setiap ONT memiliki jarak 2,7 km. Nilai daya optik pada tiap perangkat pada link upstream untuk ODP-1 sampai ONT dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 4. Nilai daya keluar tiap perangkat link upstream

| Daya | ONT | ODP (out) | ODC-FBB (in) | ODC-FBB (out) | OLT |
|-------|-------|-----------|--------------|---------------|---------|
| (dBm) | 2.521 | -10.418 | -10.592 | -19.513 | -20.757 |

4.3 Analisa Terminasi User

Dari data lapangan didapatkan beberapa masalah yang dapat di analisa. Berdasarkan monitoring pengukuran melalui software provisioning *iManager 2000-Huawei* di sisi NMS, didapatkan beberapa masalah yaitu rendahnya daya yg di terima oleh ONT. Terdapat 2 ONT yang daya terimanya terlalu kecil yaitu -28.24 dBm dan -30.96 dBm, sedangkan ONT mempunyai batas daya yang dapat diterima yaitu -27 dBm. Dan juga terdapat 8 ONT yang mengalami loss sehingga traffic ke pelanggan terhenti.

Analisis yang pertama yaitu menghitung redaman yang diakibatkan oleh efek geometri atau lengkungan pada *drop wire indoor*. Parameter yang didapat dari lapangan untuk menghitung efek geometri pada kabel yaitu diameter lilitan sepanjang 10 dan 11 cm dan jumlah lilitan. Dari analisis tersebut redaman yang diakibatkan oleh lilitan kabel terlalu kecil dibandingkan redaman yang terjadi di lapangan sekitar 3 dB. Maka dari itu dilakukan analisis selanjutnya yaitu pada konektor di kabel drop indoor.

Analisis kedua yaitu pada dua konektor yang berbeda di sisi kotak roxette. Perbedaan konektor terjadi karena spesifikasi perangkat ONT hanya bisa menerima jenis konektor tipe SC/APC sedangkan di sisi kotak roxette menggunakan konektor SC/PC yang umum digunakan, sementara kedua ujung pada *drop wire indoor* sudah terpasang konektor tipe SC/APC. Sehingga terjadi beda sambungan konektor di kotak roxette. Konektor SC/APC dan SC/PC memiliki diameter yang sama yaitu 2,5 mm, sehingga dapat dihitung spasi yang terdapat pada di dua ujung connector. Hasil perhitungan didapat adanya jarak spasi sebesar 0,3 mm di antara kedua ujung konektor.

4.4 Analisis Hasil

Dari hasil perhitungan, simulasi, dan pengukuran dapat di lihat perbandingan daya pada Tabel 3.

Tabel 5. Hasil Perbandingan Daya Terima

| Hasil Daya Terima | Perhitungan (dBm) | Simulasi (dBm) | Pengukuran (dBm) |
|-------------------|-------------------|----------------|------------------|
| Downstream | -21.6152 | -19.467 | -17,54 |
| Upstream | -23.0152 | -20.757 | -18.73 |

Perbandingan daya terjadi cukup besar antara pengukuran dengan perhitungan dan simulasi yaitu sekitar 3 dBm. Hal ini disebabkan karena perbedaan safety margin yang digunakan, pada pengukuran safety margin yang digunakan yaitu 3 dBm berdasarkan *Acceptance Test Procedure (ATP)* dari proyek PT Telkom yang bekerjasama dengan PT INTI tersebut. Sedangkan safety margin yang digunakan pada perhitungan dan simulasi yaitu 6 dBm berdasarkan standar ITU-T. Berdasarkan hasil survey ke lapangan terkait masalah daya terima yang kecil, masalah tersebut diakibatkan adanya redaman sebesar 3 sampai 4 dB di antara ODP ke ONT. Redaman tersebut diakibatkan karena terdapat perbedaan konektor PC dan APC di sisi kotak rosette sehingga menyebabkan separasi sebesar 0,3 mm diantara konektor rosette dan konektor kabel indoor. Sehingga perlu dilakukan pergantian konektor di salah satu ujung kabel indoor. Hasil survey ke user juga didapatkan bahwa gangguan loss diakibatkan karena penarikan drop kabel yang kurang baik sehingga terjadi bending yang mengakibatkan putusnya core optik di dalam kabel. Sehingga perlu penarikan drop kabel spare dari ODP ke rumah pelanggan..

5 Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perhitungan, simulasi dan pengukuran di lapangan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan perhitungan kelayakan sistem untuk *link power budget* pada jarak terjauh, didapatkan redaman total untuk *downstream* adalah 19,415 dB dengan nilai Prx sebesar -21,615 dBm dan untuk *upstream* 19,415 dB dengan nilai Prx sebesar -23,015 dBm. Hal ini masih berada di atas standar yang digunakan oleh PT. Telkom, yaitu sebesar -28 dBm.
2. Berdasarkan perhitungan kelayakan sistem untuk *rise time budget*, jenis pengkodean NRZ digunakan dalam perhitungan ini. Pengkodean NRZ memiliki batas 70% dari kecepatan data yaitu 0,2814 ns untuk *downstream* dan 0,5627 ns untuk *upstream*. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai sebesar untuk *upstream* dan *downstream*. Nilai tersebut masih di bawah batas pengkodean NRZ sehingga dari sisi *rise time budget* dapat dikatakan layak.
3. Nilai SNR dalam hasil analisis perhitungan matematis dan Optisystem terbukti baik karena di atas standar yang digunakan PT. Telkom, yaitu 21,5 dB. Nilai SNR pada analisis matematis yaitu bernilai 28,175 dB untuk *downstream* dan 27,053 dB untuk *upstream*. Nilai SNR pada analisis menggunakan Optisystem yaitu bernilai 37,0029 dB untuk *downstream* dan 38,7837 dB untuk *upstream*.
4. Berdasarkan hasil simulasi implementasi jaringan pada Optisystem dengan melihat nilai BER, kualitas transmisi jaringan ini baik. Nilai BER yang didapatkan pada simulasi adalah sebesar untuk *link downstream* dan 0 untuk *link upstream*. Nilai ideal untuk *bit error rate* pada transmisi serat optik adalah tidak melebihi 10^{-9} .
5. Jumlah perangkat yang telah digunakan dalam implementasi jaringan ini yaitu OLT 1 unit, PS 1:4 sebanyak 33 buah yang berada dalam satu ODC, PS 1:8 sebanyak 101 buah yang masing-masing terdapat dalam ODP, konektor sebanyak 605 buah, kabel serat optik G.652.D sepanjang 7,910 km, kabel serat optik G.657 sepanjang 1,5 km dan ONT sebanyak 227 unit.
6. Perbedaan pengukuran langsung dan hasil simulasi berbeda sekitar 3 dB yang diakibatkan karena perbedaan safety margin yang digunakan antara standar ITU-T dan *Acceptance Test Procedure (ATP)* dari proyek TITO PT Telkom Indonesia.
7. Berdasarkan hasil survey ke user yang mengalami daya terima sangat kecil saat pengukuran. Bahwa terdapat redaman di antara kotak rosette dan drop kabel indoor sebesar 3 sampai 4 dB. Redaman tersebut diakibatkan karena ada perbedaan konektor PC dan APC sehingga terjadi separasi sebesar 0,3 mm di antara konektor yang terhubung.
8. Pada hasil monitoring pengukuran terdapat 8 ONT dari 227 ONT yang mengalami gangguan *loss* yang mengakibatkan hilangnya traffic ke pelanggan. Hal ini diakibatkan karena penarikan drop kabel pada saat migrasi yang kurang baik sehingga terjadi bending yang mengakibatkan putusnya core optik.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengukur performansi jaringan secara detail, akurat dan dilakukan secara berkala di lapangan. Dan juga penelitian selanjutnya di harapkan dapat melihat pengaruh performansi dan perbedaan konektor SC/PC dengan SC/APC, terhadap layanan *tripleplay* yang diberikan ke pelanggan.

Daftar Pustaka :

- [1] Ayu P, Indah. Suweni Muntini, Melania (2013). *Analisis Pengaruh Jari-Jari dan Jumlah Lilitan Terhadap Rugi Daya pada Serat Optik Menggunakan Optical Spectrum Analyzer*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Bob, C. (2009). *Planning Fiber Optic Networks*. The McGraw-Hill Companies.
- [2] Chinlon, L. (2006). *Broadband Optical Access Network and Fiber to the Home*. England: John Willey.
- [3] Eeza, Yorashaki Martha. (2011). *Analisis Perencanaan Sistem Transmisi Serat Optik DWDM PT. Telkom Indonesia, Tbk. Link Jakarta – Banten*. Depok: Universitas Indonesia.
- [4] Guskarini, Arlita. (2013). *Analisis Implementasi perangkat untuk Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Teknologi Coarse Wavelength Division Multiplexing (CWDM) Studi Kasus Di Rumah Kos Sukabirus*. Bandung: Universitas Telkom.
- [5] Hamdani, Yovi. Zulfin, M (2014) *Analisa Rugi-Rugi Pelengkungan Pada Serat Optik Single Mode Terhadap Pelemahan Intesitas Cahaya*. Medan: Universitas Sumatera Utara
- [6] Held, G. (2002). *Deploying Optical Networking Components*. Singapore: The McGraw-Hill Companies.
- [7] Keiser, Gerd. (2006). *FTTX Concepts and Applications*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- [8] Keiser, Gerd, “*Optical Fiber Communication 4th Edition*”, *Mc.Graw-Hill Inc.*, 2008.
- [9] Keiser, Gerd, “*Optical Fiber Communication 3rd Edition*”, *Mc.Graw-Hill Inc.*, 2000
- [10] Margareth, Grace. (2014). *Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) Pada Citylink Residence Bandung*. Bandung: Universitas Telkom.
- [11] Sabika, Aghnia Fatyah. (2014) *Analisis Pengujian Implementasi Perangkat Fiber To The Home (FTTH) dengan Optisystem pada Link STO Ahmad Yani ke Apartemen Gateway*. Bandung: Universitas Telkom
- [12] Xiang Yang, Y.H. (2010). *The Application of Optisystem in Optical Fiber Communication Experiments*: China: University Jiaozuo