

ANALISIS PENGUJIAN IMPLEMENTASI PERANGKAT FIBER TO THE HOME (FTTH) DENGAN OPTISYSTEM PADA LINK STO AHMAD YANI KE APARTEMEN GATEWAY

“Analysis Implementation Fiber to the Home (FTTH) Devices with Optisystem on the STO Ahmad Yani to Gateway Apartement”

Aghnia Fatyah Sabika^[1]

Akhmad Hambali, Ir. MT.^[2]

Andy Audy Oceanto, ST., MT.^[3]

^{1, 2}Fakultas Teknik Elektro Universitas Telkom Bandung

³Divisi Akses PT. Telkom Indonesia, Tbk. Lembang Bandung

¹aghniafs@gmail.com

²hbl@ittelkom.ac.id

³andiaudy.o@gmail.com

ABSTRAK

Layanan *triple play* yang ditawarkan oleh jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) sangat membantu penjualan dari pihak apartemen karena pembeli ingin tinggal di tempat nyaman dan juga sudah dilengkapi teknologi tinggi. Analisis jaringan FTTH sangat diperlukan sebelum jaringan tersebut dijual ke pengguna untuk melihat apakah jaringan yang telah diimplementasikan sudah layak digunakan atau tidak. Apartemen Gateway merupakan apartemen yang terletak di Kota Bandung dan sudah terimplementasi oleh jaringan FTTH. Sentral yang digunakan adalah STO Ahmad Yani. Pemilik apartemen ingin segera memasarkan apartemen tersebut kepada pembeli. Tetapi, belum ada analisa khusus terhadap jaringan yang telah dibangun pada apartemen. Untuk itu, penulis ingin membantu dalam menganalisis jaringan link optik tersebut agar pihak apartemen bisa memasarkan sesuai standar yang telah ditentukan. Analisis yang akan dilakukan pada tugas akhir ini adalah nilai *Link Power Budget*, *Rise Time Budget*, *Signal to Noise Ratio (S/N)*, BER (*Bit Error Rate*) dan *Power Penalty*. Analisis yang dilakukan adalah dengan cara studi literatur terlebih dahulu selanjutnya dilakukan pengumpulan data pada kondisi lapangan yang sesungguhnya. Keluaran yang didapatkan 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 1,940E-28 dan *Link Power Budget* bernilai 22,8 db, *Rise Time Budget* bernilai 0,002495 ns, SNR penelitian dapat memberi rekomendasi untuk peningkatan kualitas jaringan pada link optik STO Ahmad Yani ke Apartemen Gateway.

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

ABSTRACT

Triple play services offered by the Fiber to the Home (FTTH) is helping sales of the apartments because buyers want to live in high technology with comfortably. FTTH network analysis was needed before the network was sold to the user to see whether the network has been implemented already in use or is not feasible. Gateway apartments are apartments located in the Bandung City and has been implemented by the FTTH network. The central is STO Ahmad Yani. The apartment owners want to be marketed to costumers. However, there has been no specific analysis of the network that has been built on an apartment. To that end, the authors would like to assist in analyzing the optical link networks in order to market the apartments that have been determined according to the standard. The analysis will be carried out in this thesis is the value of *Link Power Budget*, *Rise Time Budget*, *Signal to Noise Ratio (S/N)*, BER (*Bit Error Rate*) and *Power Penalty*. Analysis is conducted by way of further advance study performed data collection on actual field conditions. Output is obtained which proved that the FTTH network that has been implemented has been feasible to meet the standards set by the PT network. Telkom with BER value is equal to 1,940E-28, *Link Power Budget* worth 22,8 db, *Rise Time Budget* worth 0,002495 ns, SNR as worth 31,06226 dB and *Power Penalty* worth 1,278 db. This final project is expected after the research can provide recommendations for improving the quality of the network on the optical link STO Ahmad Yani to Gateway Apartments.

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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Layanan *triple play* yang ditawarkan oleh jaringan FTTH sangat membantu penjualan dari pihak apartemen karena pembeli ingin tinggal di tempat nyaman dan juga sudah dilengkapi teknologi tinggi. Analisis jaringan FTTH sangat diperlukan sebelum jaringan tersebut dijual ke pengguna untuk

melihat apakah jaringan yang telah diimplementasikan sudah layak digunakan atau tidak.

Apartemen Gateway merupakan apartemen yang terletak di Bandung dan sudah terimplementasi oleh jaringan FTTH. Sentral yang digunakan adalah STO Ahmad Yani. Pemilik apartemen ingin segera memasarkan apartemen tersebut kepada pembeli. Tetapi, belum ada analisa khusus terhadap jaringan

yang telah dibangun pada apartemen. Untuk itu, penulis ingin membantu dalam menganalisis jaringan *link* optik tersebut agar pihak apartemen bisa memasarkan sesuai standar yang telah ditentukan.

Pada tugas akhir ini akan dilakukan analisisa pengujian implementasi terhadap teknologi jaringan FTTH pada STO Ahmad Yani ke Apartemen Gateway, dengan parameter uji berupa nilai *Link Power budget*, *Rise Time Budget*, *Signal to Noise Ratio* (S/N), BER (*Bit Error Rate*) dan *Power Penalties*. Standar BER sebesar 10^{-9} dB dan standar *Link Power Budget* adalah -28 dB.

1.2 Rumusan Masalah

Jaringan FTTH yang telah terimplementasi oleh PT. Telkom menggunakan teknologi GPON. Perangkat-perangkat yang digunakan pada implementasi jaringan berbeda-beda sesuai dengan kebutuhan lapangan. Perumusan pertama yang dilakukan penulis adalah melakukan pendataan perangkat umum yang digunakan pada jaringan FTTH di apartemen Gateway.

Dalam merancang suatu jaringan optik, ada beberapa parameter yang perlu dilakukan analisis untuk mengetahui performansi dari jaringan yang dibuat. Apartemen gateway telah terimplementasi oleh jaringan FTTH tanpa adanya analisis perancangan terlebih dahulu. Untuk itu, perumusan masalah kedua yang dilakukan penulis yaitu melakukan pengukuran performansi jaringan berupa *link power budget*, *rise time budget*, *signal to noise ratio*, BER dan *power penalty* pada *link* optik di STO Ahmad Yani ke Apartemen Gateway.

Perencanaan *link* optik dapat disimulasikan dengan perangkat lunak Optisystem. Maka, penulis ingin melakukan suatu simulasi jaringan optik sesuai dengan kondisi lapangan yang akan diketahui oleh rumusan masalah sebelumnya. Selanjutnya dilakukan analisa terhadap simulasi jaringan apakah jaringan FTTH pada apartemen Gateway telah layak digunakan.

1.3 Tujuan

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah menganalisis bagaimana performansi perangkat yang ada dalam *link* FTTH dari STO Ahmad Yani PT. Telkom ke Apartemen Gateway Bandung.

1.4 Batasan Masalah

Agar permasalahan yang dibahas terfokus dan tidak melebar, tugas akhir ini memiliki batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Menggunakan *link* optik STO Ahmad Yani PT. Telkom yang sudah terimplementasi pada Apartemen Gateway Bandung.
2. *Software* yang digunakan untuk simulasi adalah Optisystem.

3. Pengukuran matematis berupa parameter *link power budget*, *rise time budget*, S/N, BER dan *power penalties*.
4. Data *survey* lapangan berupa lokasi, jarak dan jumlah perangkat OLT, kabel serat optik, ODC, ODP, Splitter, Konektor dan ONT
5. Pengukuran simulasi berupa parameter BER dan *link power budget*.
6. Pengujian analisis hanya dilakukan untuk *link* optik jarak terjauh.

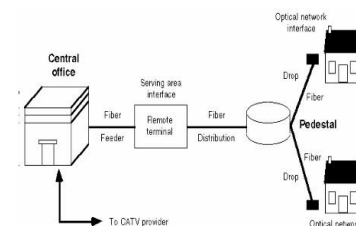
BAB II

DASAR TEORI

2.1 Fiber to the Home (FTTH)^[1]

FTTH merupakan sepenuhnya jaringan optik dari *provider* ke pemakai. *Multiplex* dari sinyal optik dibawa ke *splitter* dalam sebuah grup yang hampir 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. Perkembangan ini berasal dari loop *laser*, solusi untuk menyalurkan video, dan topologi jaringan *passive*.

Bentuk baru dari pelayanan ini membutuhkan *high speed access* dan *broad bandwidth*, 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.



Gambar 2.1 Tipe jaringan FTTH

2.3 Parameter Pengujian

2.3.1 Link Power Budget

Link power budget dihitung sebagai syarat sehingga *level* daya yang diterima tidak kurang dari *level* daya minimum agar dapat dideteksi di penerima. Untuk menghitung *Link Power Budget* bisa menggunakan persamaan seperti berikut :

$$\alpha_{\text{total}} = L \cdot \alpha_{\text{serat}} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + \alpha_{\text{SP}} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$P_{\text{rx}} = P_{\text{tx}} - \alpha_{\text{total}} - \text{SM} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$M = (P_{\text{tx}} - P_{\text{rx}}) - \alpha_{\text{total}} - \text{SM} \dots\dots\dots (2.3)$$

2.3.2 Rise Time Budget

Rise time budget merupakan metode untuk menentukan batasan dispersi suatu *link* serat optik.

Umumnya degradasi total waktu transisi dari *link* digital tidak melebihi 70 persen dari satu periode bit NRZ (*Non-return-to-zero*) atau 35 persen dari satu periode bit untuk data RZ (*return-to-zero*). Satu periode bit didefinisikan sebagai resiprokal dari *data rate*. *Rise Time budget* sistem ditunjukkan dengan persamaan^[6]:

$$t_{sys}^2 = t_x^2 + t_{intra}^2 + t_{rx}^2 \dots \dots \dots (2.4)$$

Agar sistem dapat melewati *bit rate* yang ditransmisikan maka: $t_{sis} \leq t_r$.

2.3.3 Signal to Noise Ratio (SNR)

Signal to Noise Ratio (SNR) merupakan perbandingan daya sinyal terhadap daya *noise* pada satu titik yang sama. Standar SNR adalah minimal 21,5 dB :

$$\frac{S}{N} = \dots \dots \dots (2.11)$$

2.3.4 Bit Error Rate (BER)

Bit Error Rate (BER) merupakan sejumlah bit digital bernilai tinggi pada jaringan transmisi yang ditafsirkan sebagai keadaan rendah

atau sebaliknya^[6].

$$\dots = \dots \dots \dots (2.12)$$

2.3.5 Power Penalty

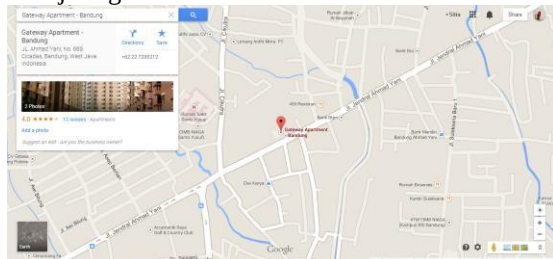
Power penalty didefinisikan sebagai rasio dari daya rata-rata yang diperlukan untuk nilai tertentu atau daya rata-rata yang diperlukan untuk kasus yang ideal ∞ . Hal ini dapat didefinisikan secara matematis sebagai:

$$\dots = \dots = \dots (2.13)$$

PERANCANGAN SISTEM

3.1 Penentuan Lokasi

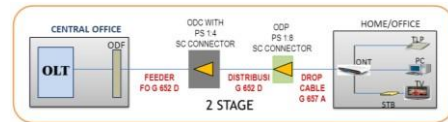
Pada tugas akhir ini telah ditentukan lokasi untuk analisa implementasi FTTH yaitu Apartemen Gateway yang terletak pada Jl. Ahmad Yani No. 669. Apartemen Gateway merupakan salah satu apartemen di Bandung yang baru terimplementasi oleh jaringan FTTH.



Gambar 3.3 Denah lokasi Apartemen Gateway

3.2 Jaringan FTTH Apartemen Gateway

Jaringan optik FTTH yang telah terimplementasi pada Apartemen Gateway dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.4 Konfigurasi FTTH yang digunakan

Jenis *passive splitter* yang digunakan merupakan *two-stage* yaitu *passive splitter* 1:4 dan dilanjutkan dengan *passive splitter* 1:8 dengan total akhirnya ada 32 buah keluaran. 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 *passive splitter* 1:8 yang akan diteruskan ke unit pelanggan (ONT).

Perangkat yang telah terimplementasi pada Apartemen Gateway yaitu 1 unit ODC dan 12 unit ODP dengan total pelanggan yang telah terinstalasi sampai dengan unit pelanggan yaitu sebanyak 29 ONT.

BAB IV 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 Apartemen

Gateway 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 ONT₁ yang terhubung pada ODP-1 dengan total jarak dari STO sampai ke ONT adalah 2,577 km. Untuk perhitungan *link power budget* dapat nilai :

$$\alpha_{tot} = 19,1306 \text{ dB}$$

Maka didapatkan nilai daya redaman total seperti di bawah ini :

$$P_{rx} = -23,3134 \text{ dBm}$$

Upstream

Untuk perhitungan *upstream*, karena dilihat dari sisi pelanggan (ONT) maka nilai redaman *splitter* akan disesuaikan dengan melakukan perhitungan redaman perangkat *splitter* ideal dibandingkan dengan redaman perangkat *splitter* yang digunakan. Redaman *splitter* ideal dapat dilihat pada 3.5.

Redaman perangkat ideal untuk *passive splitter* 1:4 adalah 6 dB sedangkan redaman yang digunakan untuk *passive splitter* 1:4 adalah 7,7 dB sehingga terdapat perbedaan 1,7 dB antara perangkat ideal dan perangkat yang diimplementasikan. Maka nilai redaman yang

digunakan dalam perhitungan *upstream* untuk *passive splitter* 1:4 adalah 2,5 dB.

Redaman perangkat ideal untuk *passive splitter* 1:8 adalah 9 dB sedangkan redaman yang digunakan untuk *passive splitter* 1:8 adalah 10,38 dB sehingga

terdapat perbedaan 1,38 dB antara perangkat ideal

dan perangkat yang telah diimplementasikan. Maka nilai redaman yang digunakan dalam perhitungan *upstream* untuk *passive splitter* 1:4 adalah 1,38 dB.

Untuk perhitungan *link power budget* dengan menggunakan persamaan 2.1 didapatkan nilai redaman total (α_{tot}) sebesar 4,1306 dB. Maka, *link* optik ini memenuhi syarat dari sisi total redaman.

Pada hasil perhitungan dengan persamaan 2.2 didapatkan nilai P_{rx} sebesar -9,6306 dBm. Hal 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 15,3694 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*. Spesifikasi alat untuk perhitungan *rise time budget* dapat dilihat pada tabel 3.1 dan 3.7.

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 2,577 km.

Downstream

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

$$\frac{0.7}{B} = \frac{0.7}{2,488 \times 10^9} = 0,2814$$

$$\begin{aligned} \text{Menentukan } \Delta\tau &= \Delta\tau \times l \times \dots \\ \Delta\tau &= 1 \times 2,503k \times 3,5 \times \dots \\ &= 0,0087605 \end{aligned}$$

Karena menggunakan serat optik *single mode*, maka $\Delta\tau = 0$.

Sehingga, didapatkan nilai $\Delta\tau$ untuk *upstream* adalah mendekati 0,2502

Dari perhitungan di atas, didapatkan nilai $\Delta\tau$ adalah sebesar 0,2502. Nilai ini berada jauh di bawah waktu batasan yang bernilai 0,2814 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:

$$\frac{0.7}{B} = \frac{0.7}{1,244 \times 10^9} = 0,5627$$

Dengan menggunakan persamaan 2.4 dengan penguraian yang sama pada perhitungan *link downstream*, maka didapat nilai $\Delta\tau$ sebesar 0,2502. Nilai ini berada jauh di bawah waktu batasan yang bernilai 0,5627 untuk pengkodean NRZ. Melihat hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem *upstream* memenuhi kelayakan *rise time budget*.

4.1.3 Performansi Sistem

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 2,577 km dari OLT yang berada di STO Ahmad Yani sampai ke ONT₁.

Downstream

Dengan persamaan 2.11 dan 2.12 didapatkan nilai SNR adalah 29,937 dB dan BER mendekati 0 (nol).

Upstream

Dengan persamaan 2.11 dan 2.12 didapatkan nilai SNR adalah 93,1671 dB dan BER mendekati 0 (nol).

Dari hasil perhitungan didapat SNR untuk *downstream* sebesar 29,937 dB dan BER 0. Sedangkan untuk *upstream* sebesar 93,1671 dB dan BER 0. 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.

4.1.4 Power Penalty

Perhitungan *power penalty* dibutuhkan untuk

mengetahui kenaikan daya sinyal yang diperlukan sistem untuk mengatasi distorsi sinyal dan

memperoleh serta menjamin nilai SNR atau BER ideal.

Sesuai dengan persamaan 2.13 maka nilai *power penalty* dapat diketahui dengan menggunakan nilai *extinction ratio* sesuai dengan perangkat yang digunakan, yaitu 8,2 dB. Nilai *power penalty* yang didapatkan adalah 1,278 dB.

Ketika semakin kecil nilai *power penalty*, maka semakin bagus pula perangkat yang digunakan karena semakin sedikitnya daya yang harus ditambahkan agar nilai SNR dan BER tetap stabil. Analisis *power penalty* pada *link* optik ini dapat diartikan bahwa jaringan membutuhkan minimal 1,28 dB daya yang harus ditambahkan agar dapat

mempertahankan SNR dan BER tetap bagus dan ideal.

4.2 Analisis Simulasi

4.2.1 Bit Error Rate (BER)

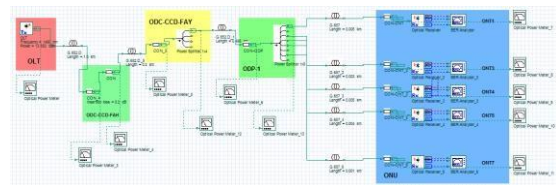
Elemen yang digunakan pada simulasi adalah sebagai berikut:

- Transmitter (Tx) sebagai OLT dengan daya senilai 2,52 dBm untuk upstream dan 3,401 dBm untuk downstream.
- Serat optik single mode G.652.D sebagai kabel serat feeder dan distribusi dan serat single mode G.657 sebagai drop cable.
- Konektor sebanyak 5 buah untuk link OLT sampai dengan ONT.
- Receiver (Rx) sebagai ONT.

Downstream

Simulasi *link* optik untuk *downstream* menggunakan panjang gelombang 1490 nm. Gambar 4.1 menunjukkan daya pancar pada *transmitter* untuk *link downstream* adalah 11 dBm. Total daya ini merupakan daya pada *transmitter* 5 dB ditambah dengan *safety margin* 6 dB.

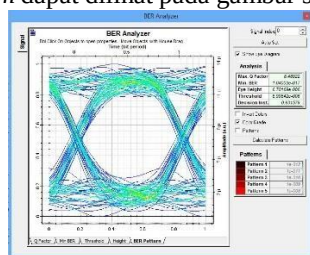
Serat optik diberi redaman 0,2 dB pada masing-masing jenis serat optik. Jumlah konektor adalah 5 buah dengan masing-masing redaman 0,2 dB sehingga total redaman konektor adalah 1 dB. Gambar simulasi *link downstream* dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 4.1 *Link downstream* pada Optisystem

Gambar 4.1 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 -26,404 dBm.

Berdasarkan hasil simulasi tersebut, didapatkan nilai BER sebesar $1,04003 \times 10^{-17}$. 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 selanjutnya.



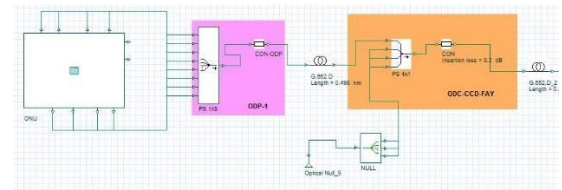
Gambar 4.6 BER Analyzer Optisystem pada *link downstream*

Upstream

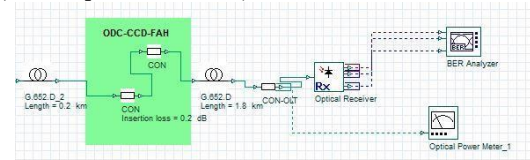
Simulasi *link* optik untuk *upstream*

menggunakan panjang gelombang 1310 nm. Daya pancar pada ONT yang berupa *transmitter* untuk *link upstream* adalah 6,5 dBm. Total daya ini merupakan daya pada *transmitter* 0,5 dB ditambah dengan *safety margin* 6 dB.

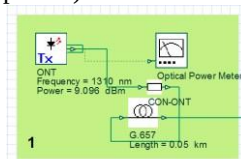
Serat optik diberi redaman 0,2 dB pada masing-masing jenis serat optik. Jumlah konektor adalah 5 buah dengan masing-masing redaman 0,2 dB sehingga total redaman konektor adalah 1 dB. Gambar simulasi *link upstream* dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 4.2 *Link upstream* pada Optisystem (Tx sampai ODC-FAH)



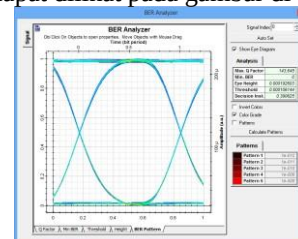
Gambar 4.3 *Link upstream* pada Optisystem (ODC-FAH sampai Rx)



Gambar 4.10 *Link upstream* pada Optisystem (ODC-FAH sampai Rx)

Daya terima yang terukur pada Optisystem di bagian Rx yaitu -13,273 dBm.

Berdasarkan hasil simulasi tersebut, didapatkan nilai BER sebesar 0. 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 di bawah ini.



Gambar 4.12 BER Analyzer Optisystem pada *link upstream*

4.2.2 Analisis Perangkat

Dari hasil perancangan didapat perangkat-perangkat yang telah digunakan dalam jaringan akses ke 29 unit pelanggan, yaitu :

- OLT 1 unit
- ODC 2 unit
- ODP 12 unit
- ONT 29 unit
- Serat G.652D 4,1 km
- Serat G.657 0,1 km
- PS 1:4 3 buah
- PS 1:8 12 buah

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perhitungan dan simulasi yang dilakukan, maka didapatkan kesimpulan seperti berikut:

1. Berdasarkan perhitungan kelayakan sistem untuk *link power budget* pada jarak terjauh, didapatkan redaman total untuk *downstream* adalah 20,7154 dB dengan nilai Prx sebesar -23,3134 dBm dan untuk *upstream* 5,7154 dB dengan nilai Prx sebesar -9,1954 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 0,285365 ns untuk *downstream* dan 0,5691 ns untuk *upstream*. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai $2,22$ sebesar 0,0090195 $2,22$ untuk *upstream* dan *downstream*. Nilai $2,22$ 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 32,24 dB untuk *downstream* dan 50,36 dB untuk *upstream*. Nilai SNR pada analisis menggunakan Optisystem yaitu bernilai 31,06226 dB untuk *downstream* dan 49,1664 dB untuk *upstream*.
4. Hasil *power penalty* untuk implementasi *link* optik bernilai 1,278 dB. Hal tersebut menunjukkan bahwa *link* optik yang terimplementasi tidak memerlukan banyak daya tambahan agar nilai SNR dan BER tetap stabil.
5. Berdasarkan hasil simulasi implementasi jaringan pada Optisystem dengan melihat nilai BER, kualitas transmisi jaringan ini baik. Nilai BER yang didapatkan pada simulasi adalah sebesar $1,04003 \times 10^{-17}$ untuk *link downstream* dan 0 untuk *link upstream*. Nilai ideal untuk *bit error rate* pada transmisi serat optik adalah tidak melebihi 10^{-9} .

6. Jumlah perangkat yang telah digunakan dalam implementasi jaringan ini yaitu OLT 1 unit, PS 1:4 sebanyak 3 buah yang berada dalam satu ODC, PS 1:8 sebanyak 12 buah yang masing-masing terdapat dalam ODP, konektor sebanyak 156 buah, kabel serat optik G.652.D sepanjang 4,1 km, kabel serat optik G.657 sepanjang 0,1 km dan ONT sebanyak 29 unit.
7. Perbedaan pengukuran langsung dan hasil simulasi tidak jauh berbeda sehingga Optisystem layak digunakan sebagai alat bantu simulasi dalam perencanaan *link* optik..
8. Hasil *power penalty* untuk implementasi *link* optik bernilai 1,278 dB. Hal tersebut menunjukkan bahwa *link* optik yang terimplementasi tidak memerlukan banyak daya tambahan agar nilai S/N dan BER tetap stabil.
9. Berdasarkan hasil simulasi implementasi jaringan pada Optisystem dengan melihat nilai BER, kualitas transmisi jaringan ini baik. Nilai BER yang didapatkan pada simulasi adalah sebesar $1,03006 \times 10^{-71}$ untuk *link downstream* dan 0 untuk *link upstream*. Nilai ideal untuk *bit error rate* pada transmisi serat optik adalah tidak melebihi 10^{-9} .

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengukur performansi jaringan yang berada di lapangan secara langsung dan membandingkan dengan hasil simulasi serta perhitungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] 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] Held, G. (2002). *Deploying Optical Networking Components*. Singapore: The McGraw-Hill Companies.
- [4] Keiser, G. (2003). *Optical Communications Essentials*. United State: The McGraw-Hill Companies.
- [5] Keiser, G. (2008). *Optical Fiber Communication 4th Edition*. The McGraw-Hill Companies.
- [6] Xiang Yang, Y. H. (2010). *The Application of Optisystem in Optical Fiber Communication Experiments*. China: University Jiaozuo.
- [7] Maxim Integrated Products. (2005). *Extinction Ratio and Power Penalty*.
- [8] Hardianto, Herbowo. (2005). *Analisis Dispersion Power Penalty Pada Area Ring-1 Jaringan Lokal Akses Fiber STO*
- [9] Gatot Subroto. Jakarta: Universitas Trisakti
- [9] Margareth, Grace. (2014). *Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) Pada Citylink Residence Bandung*. Bandung: Universitas Telkom.
- [10] Keiser, Gerd. (2006). *FTTX Concepts and Applications*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- [11] Eeza, Yorashaki Martha. (2011). *Analisis Perencanaan Sistem Transmisi Serat Optik DWDM PT. Telkom Indonesia, Tbk. Link Jakarta – Banten*. Depok: Universitas Indonesia.
- [12] 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.