PERANCANGAN JARINGAN FIBER TO THE HOME (FTTH) DENGAN TEKNOLOGI GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK (GPON) UNTUK TOWER A BANDUNG TECHNOPLEX LIVING

DESIGN OF FIBER TO THE HOME (FTTH) NETWORK WITH GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK (GPON) FOR TOWER A APARTMENT BANDUNG TECHNOPLEX LIVING

B. Richard Tampubolon[1], AkhmadHambali[2], R. BambangCahyoWidodo[3]
[1,2]Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, FakultasTeknik Elektro, Universitas Telkom
[3]PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk, Bandung
[1]brichardtampubolon@gmail.com, [2]ahambali@telkomuniversity.ac.id, [3]bambang.c4hy0@gmail.com

Abstrak

Di zaman modern seperti saat ini dibutuhkan sarana komunikasi, informasi, dan hiburan yang high performance, untuk memenuhi hal tersebut maka dibutuhkan jaringan yang handal untuk memberikan performansi terbaik. Jaringan yang mampu memberikan performasi terbaik saat ini adalah jaringan Fiber To The Home (FTTH). FTTH (Fiber To The Home) merupakan salah satu infrastruktur jaringan yang akan dikembangkan di seluruh wilayah Indonesia. FTTH (Fiber To The Home) ini akan diintegrasikan dengan teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON). Bandung Technoplex Living merupakan apartemen yang sedang di bangun di Kawasan Pendidikan Telkom, Jln. Telekomunikasi, Ters. Buah Batu, Bandung.

Dalam tugas akhir ini, dilakukan perancangan jaringan akses FTTH pada perangkat lunak menggunakan teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) untuk Tower A apartemen Bandung Technoplex Living. Perancangan diawali dengan membuat jalur awal, lalu penentuan perangkat, spesifikasi, tata letak dan volume yang digunakan. Kemudian untuk kelayakan sist em di analisa dengan parameter Link Power Budget (LPB) dan Rise Time Budget (RTB), sedangkan untuk performansi sistem di analisa menggunakan parameter Signal to Noise Ratio (SNR) dan Bit Error Rate (BER).

Hasil analisa untuk jarak ONT terjauh, nilai downlink masing-masing parameter menghasilkan nilaiPr=-23.456 dBm, rise time total sebesar 0.2615 ns dengan menggunakan pengkodean NRZ, sedangkan pada uplink masing-masing parameter menghasilkan nilai Pr sebesar -24.0775 dBm, rise time total sebesar 0.2508 ns dengan menggunakan pengkodean NRZ atau RZ. Hasil ini menunjukkan link memenuhi kelayakan standard ITU-T yaitu pada batas Pr sebesar [-28 ; -8] dBm, SNR dengan batas minimal PT.Telkom yaitu 21.5 dB, dan nilai BER yang juga memenuhi standard BER untuk link optik maksimal 10^{-6} [3]. Kelayakan juga ditunjukkan pada hasil simulasi downlink dengan Pr sebesar -20,674 dan BER 0, serta pada uplink, dengan Pr sebesar -21,295 dan BER 0.

Kata Kunci : Perancangan FTTH, GPON, Link Power Budget, Rise Time Budget, SNR, BER

Abstract

In this modern time, surely this prestigious apartment need communication, information, and entertainment facilities with high performance. To fulfill those needs, a reiable network for best performance is required. The best network available today which can ensure the best qualities and performance is Fiber To The Home (FTTH) Network. FTTH (Fiber To The Home) is one of the network infrastructure will be developed in all regions in Indonesia. FTTH (Fiber To The Home) technology will be integrated with Gigabit Passive Optical Network (GPON). Bandung Technoplex Living is a apartment, located in Jln. Telekomunikasi, Ters. Buah Batu, Bandung.

In this final project, conducted the FTTH access network design by software using the technology of Gigabit Passive Optical Network (GPON) for Tower A Apartmen Bandung Technoplex Living. The design begins with making the initial path, then the determination of the device, specifications, layout and volume used. Then to feasibility analysis system with parameter Link Power Budget (LPB) and Rise Time Budget (RTB), while for system performance parameters analyzed using Signal to Noise Ratio (SNR) and Bit Error Rate (BER).

Results of analysis for ONT farthest distance, downlink value of each parameter generating value Pr = -23.456 dBm, rise time of a total of 0.2615 ns using NRZ coding, while the uplink each parameter produce Pr value of -24.0775 dBm, the total rise time of 0.2508 ns using NRZ or RZ coding. These results demonstrate the feasibility of a link meets the ITU-T standard that is at the limit of Pr [-28; -8] DBm, SNR with minimum limit PT.Telkom is 21.5 dB, and the value BER also meet standards for maximum optical link 10-6 [3]. Feasibility is also shown on the downlink simulation results with Pr of -20.674 and BER Analysis 0, as well as on the uplink, with Pr of -21.512 and BER Analysis 0.

Keyword : FTTH, GPON, Link Power Budget, Rise Time Budget, SNR, BER

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi informasi dan komunikasi, memacu banyak hadirnya jenis layanan komunikasi. Layanan triple play seperti data, voice dan video memerlukan jaringan komunikasi dengan kemampuan transfer data yang tinggi dan bandwitdh yang besar. Dalam hal ini, PT.Telkom selaku penyedia layanan menggunakan teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) sebagai teknologi jaringan akses FTTH.

Dalam tugas akhir ini, dilakukan perancangan jaringan akses FTTH pada perangkat lunak menggunakan teknologi GPON dengan membuat jalur awal lalu penentuan perangkat, spesifikasi, tata letak dan volume yang digunakan. Kemudian untuk kelayakan sistem di analisa dengan parameter LPB dan RTB, sedangkan untuk performansi sistem di analisa menggunakan parameter SNR dan BER.

2. SERAT OPTIK

2.1 Serat Optik

Fiber optik adalah sebuah media transmisi fisik yang terbuat dari kaca dilapisi isolator sebagai pelindung berguna untuk menyalurkan informasi berupa gelombang cahaya. Serat optik mempunyai bentuk yang halus dan memiliki ketebalan hingga 1 mm untuk dua puluh helai serat. Selain ringan, kapasitas kanal dari serat ini sangat besar. Struktur serat optik ada 3 yaitucore, cladding dan coating.

2.2 Fiber to the Home (FTTH)

Berikut komponen dari FTTHutama:

1. Network Management System (NMS)[5]

NMS merupakan perangkat lunak yang berfungsi untuk mengontrol dan mengkonfigurasi perangkat GPON. Letak NMS ini bersamaan di dekat OLT namun beda ruangan. Konfigurasi yang dapat dilakukan oleh NMS adalah OLT dan ONT.

2. Optical Line Terminal (OLT)[5]

OLT menyediakan interface antara sistem Optical Distribution Network (ODN) dengan penyedia layanan (service provider) data, video, dan jaringan telepon. OLT mengubah sinyal elektrik menjadi optik dan sebaliknya, dan berfungsi sebagai alat multiplex

3. Optical Distribution Frame (ODF)[4]

Yang dimaksud dengan ODF adalah suatu frame dengan struktur mekanik berupa rack atau shelf atau struktur lain yang mempunyai fungsi utama sebagai tempat pegangan kabel (fiber) dan elemen passive lainnya (support mekanik), dilengkapi fiber organizer serta mampu melindungi elemen-elemen di dalamnya

4. Optical Ditribution Cabinet (ODC)/ Rumah KabeldanOptical Distribution Point (ODP)[5]

ODC dan ODP adalah suatu perangkat pasif yang diinstalasi diluar STO bisa di lapangan (Outdoor) dan juga bisa didalam ruangan/ di MDF Gedung HRB (Indoor), yang mempunyai fungsi sebagai splitter.

5. Optical Network Terminal/Unit (ONT/ONU)

ONU menyediakan interface antara jaringan optik dengan pelanggan.

3. PARAMETER KELAYAKAN PERANCANGAN[3]

3.1 Link Power Budget

Link power budget dihitung sebagai syarat agar link yang kita rancang dayanya melebihi batas ambang dari daya yang dibutuhkan. Untuk menghitung link power budget dapat dihitung dengan rumus:[2]

$$\alpha_{tot} = L.\alpha_{kabel} + Nc.\alpha_c + Ns.\alpha_s + Sp \quad (1)$$

Bentukpersamaanuntukperhitungan margin dayaadalah :

$$M = (Pt - Pr) - \alpha_{tot} - SM \quad (2)$$

Keterangan :

Pt = Daya keluaran sumber optik (dBm)
Pr = Sensitivitas daya maksimum detektor (dBm)
SM = Safety margin, berkisar 6-8 dB
α_{tot} = Redaman Total sistem (dB)
L = Panjang serat optik (Km)
α_c = Redaman Konektor (dB/buah)
α_s = Redaman sambungan (dB/sambungan)
α_{serat} = Redaman serat optik (dB/ Km)
Ns = Jumlah sambungan
Nc = Jumlah konektor
Sp = Redaman Splitter (dB)

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-retum-to-zero) atau 35 persen dari satu periode bit untuk data RZ (return-to-zero). Untuk menghitung Rise Time budget dapat dihitung dengan rumus:[2]

$$t_{total} = (t_{tx}^2 + t_{intermodal}^2 + t_{intramodal}^2 + t_{rx}^2)^{1/2} \quad (3)$$

Keterangan :

t_{tx} = Rise time transmitter (ns)
t_{rx} = Rise time receiver (ns)
$t_{intermodal}$ = bernilainol (untukseratoptik single mode)
$t_{intramodal}$ = $t_{material} + t_{waveguide}$
$t_{material}$ = $\Delta\sigma$ x L x Dm
$t_{waveguide}$ = _ [n_2+$n_2\Delta$ d(__)][6]
Δ_s = (_____)[6]
v = (___) 1(2Δs) / [6]
u_c = $2v^{1/2}$[6]
d(__) = 1+(__)[6]
$\Delta\sigma$ = LebarSpektral (nm)
L = Panjangseratoptik (Km)
Dm = Dispersi Material (ps/nm.Km)
n1 = indeks bias inti
n2 = Indeks bias selubung
a = Jari-jariinti
c = kecepatanrambatcahaya $3x10^8$

4. PARAMETER PERFORMANSI SISTEM - BER[3]

Bit Error Rate (BER)[1]

BER merupakan laju kesalahan bit yang terjadi dal am mentransmisikan sinyal digital. Dimana BER dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$(S/N) = 20 \text{ Log } 2Q \quad (9)$$

Sehingga diperoleh nilai pendekatan:

$$BER = P(Q) = \quad (10)$$

Dimana, Q = Quantum noise dan Pe = Probability Error

5. PERANCANGAN

Pada bagian ini memaparkan langkah - langkah perancangan dari jaringan FTTH, sebagai panduan dalam proses penelitian agar sesuai dengan rencana. Proses awal yang dilakukan adalah penentuan jalur, lalu menentukan jenis dan spesifikasi perangkat, dimana jenis dan spesifikasi perangkat tersebut sesuai dengan standar PT. Telkom. Setelah proses tersebut, hal yang berikutnya dilakukan adalah penentuan letak perangkat dan pengukuran jarak antar perangkat, menggunakan denah kondisi apartemen yang diperoleh dari pihak pengelola apartemen Bandung Technoplex Living. Lalu kita dapat melakukan analisis kelayakan jaringan dengan melakukan perhitungan LPB dan RTB, sedangkan untuk mengetahui performansi jaringan, dilakukan simulasi pada optysistem untuk memperoleh hasil perhitungan BER.

6. ANALISIS DAN SIMULASI

6.1 Analisis Perhitungan

6.1.1 Link Power Budget

Perhitungan akan dibagi menjadi dua bagian, yaitu downlink dan uplink, serta akan dihitung berdasarkan jarak dari STO ke ONT terjauh yaitu 5,65 km.

Downlink1490nm

α_{tot} = (5,650 x 0,24) +(1x0,2)+(1x0,1)+(11+7,8)
α_{tot}= 20,456 dB

Daya terima:

$Pr = Pt - \alpha_{tot} - 6$
$Pr = 3 - 20,456 - 6$
$Pr = -23,456$ dBm

Margin daya:

$M = (Pt - Pr(Sensitivitas)) - \alpha_{total} - SM$
$M = (3 + 28) - 20,456 - 6$
$M = 4,544$ dBm

Uplink1310nm

$\alpha_{tot} = (5,65x0,35)+(1x0,2)+(1x0,1)+(11+7,8)$
$\alpha_{tot} = 21,0775$ dB

Daya terima:

$Pr = Pt - \alpha_{tot} - 6$
$Pr = 3 - 21,0775 - 6$
$Pr = -24,0775$ dBm

Margin daya:

$M = (Pt - Pr(Sessitivitas)) - \alpha_{total} - SM$
$M = (3 + 28) - 21,0775 - 6$
$M = 3,9225$ dBm

Hal ini menunjukkan link memenuhi kelayakan LPBPT. Telkom yaitu α_{tot} maksimum 25 dB dan maksimum ITU-T yaitu 28 dB dengan Prx yang masih berada pada batas sensitivitas penerimayaitu [-28 ; -8] dBm, dan margin daya lebih dari nol.

6.1.2 Rise Time Budget

Downlink1490nm

Bit Ratedownlink (Br) = 2. 4 Gbps sehingga :

dengan format NRZ, $tr = \frac{0.7}{Br} = \frac{0.7}{2.4x10^9} = 0,2917$ ns

dengan format RZ, $tr = \frac{0.35}{Br} = \frac{0.35}{2.4x10^9} = 0,1458$ ns

$t_{material} = \Delta\sigma \times L \times Dm$

$= 1$ nm x 5,65 Km x 0,01364 ns/nm.Km
$= 0.077$ ns

Sehingga besar untuk serat optik singlemode adalah:

$t_{total} = (t_{tx}^2 + t_{intermodal}^2 + t_{intramodal}^2 + t_{rx}^2)^{1/2}$
$= [(0,2)^2 + (0,077)^2 + (0)^2 + (0,15)^2]^{1/2}$
$= 0,2615$ ns

Setelah melakukan hasil perhitungan, didapat rise time total untuk downlinksebesar 0.2615 ns masih di bawah maksimum rise time dari bit rate sinyal NRZ sebesar 0.2917 ns, tetapi diatas bit rate sinyal RZ sebesar 0.1458 ns. Dapat disimpulkan bahwa sistem memenuhi hanya memenuhi rise time budget sinyal NRZ.

Uplink1310nm

Bit Rateuplink (Br) = 1.2 Gbps sehingga :

dengan format NRZ, $tr = \frac{0.7}{Br} = \frac{0.7}{1.2x10^9} = 0.5833$ ns

dengan format RZ, $tr = \frac{0.35}{Br} = \frac{0.35}{1.2x10^9} = 0.2917$ ns

$t_{material} = \Delta\sigma \times L \times Dm$

$= 1$ nm x 5,65 Km x 0,00356 ns/nm.Km
$= 0,0201$ ns

Sehingga besarnya untuk serat optik singlemode:

$t_{total} = (t_{tx}^2 + t_{material}^2 + t_{modus}^2 + t_{rx}^2)½$
$= [(0.15)^2 + (0,0201)^2 + 0 + (0,2)^2]^{1/2}$
$= 0,2508$ ns

Dari hasil perhitungan rise time total untuk uplinksebesar 0.2508 nsmasih dibawah maksimum rise time dari bit rate sinyal NRZ sebesar 0.5833 ns dan sinyal RZ sebesar 0.2917 ns. Dapat disimpulkan bahwa sistem memenuhi rise time budget sinyal NRZ dan RZ.

6.2 Analisis Simulasi

Dari hasil simulasi menggunakan perangkat lunak optysistem, didapatkan nilai daya transmit dan nilai BER. Berikut nilai hasil simulasi menggunakan perangkat lunak optysistem :

Tabel 4.1 Nilai Hasil Simulasi

Parameter	Simulasi	
	Pr	BER
Jarak ONT Terdekat	-20,652	0
Jarak ONT Terjauh	-20,674	0
Jarak ONT Terdekat	-21,244	0
Jarak ONT Terjauh	-21,295	0

Dari hasil simulasi, masih berada pada batas minimal kelayakan perancangan jaringan baik BER maupun Pr pada simulasi. Hal ini menunjukkan simulasi yang menggunakan perangkat lunak bekerja dengan baik dengan nilai performansi jaringan yang masih berada pada batas performansi jaringan yang baik, dengan batas Pr pada [-28 ; -8] dBm dan batas maksimal BER standard link optik sebesar 10^{-6} atau 10^{-9} untuk PT.Telkom.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, analisis, dan proses perhitungan yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan :

1. Dari perhitungan LPB, pada downlink dihasilkan nilai α_{tot} = 20,456dB, Pr=-23,456 dBm, dan margin daya sebesar 4,544 dBm untuk jarak ONT terjauh, serta nilai α_{tot} = 20,424 dB, Pr=-23,424 dBm, dan margin daya sebesar 4,576 dBm untuk jarak ONT terdekat.Sedangkan pada uplink dihasilkan nilai α_{tot} = 21,0775dB, Pr=-24,0775dBm, dan margin daya sebesar 3,9225 dBm untuk jarak ONT terjauh, serta nilai α_{tot} = 21,032dB, Pr=-24,032dBm, dan margin daya sebesar 3,968 dBm untuk jarak ONT terdekat. Untuk simulasi dihasilkan nilai Pr downlink untuk jarak ONT terjauh sebesar -21,291 dBm dan -21,084 dB untuk jarak ONT terdekat, sedangkan nilai Pr uplink pada -21,512 dB untuk jarak ONT terjauh dan -21,203 dB untuk jarak ONT terdekat. Hal ini menunjukkan link memenuhi kelayakan LPB PT. Telkom yaitu α_{tot} maksimum 25 dB dan maksimum ITU-T G984.2 yaitu 28 dB dengan Pr ya ng masih berada pada batas sensitivitas penerima yaitu [-28 ; -8] dBm, dan margin daya lebih dari nol.
2. Dari perhitungan RTB, pada downlink didapat rise time total sebesar 0.2621ns untuk jarak terjauh dan 0.261 ns untuk jarak terdekat yang masih di bawah maksimum rise time dari bit rate sinyal NRZ sebesar 0.2917 ns, tetapi diatas bit rate sinyal RZ se sebesar besar 0.1458 ns, dapat disimpulkan bahwa sistem hanya memenuhi rise time budget sinyal NRZ. Pada uplink didapat nilai RTB total sebesar 0.2508 ns untuk jarak ONT terjauh dan 0.2507 ns untuk jarak ONT terdekat, hal ini menunjukkan link memenuhi kelayakan RTB dengan maksimum rise time dari bit rate sinyal NRZ sebesar 0.5833 ns dan sinyal RZ sebesar 0.2917 ns, dapat disimpulkan bahwa sistem memenuhi rise time budget sinyal NRZ dan RZ.
3. Dari hasil simulasi menggunakan perangkat lunak optysistem nilai BER masih berada pada batas minimal kelayakan perancangan jaringan begitu juga nilai Pr pada simulasi, hal ini salah satunya disebabkan oleh jarak perancangan jaringan masih dibawah jarak maksimal perancangaan pada teknologi ini yaitu maksimal 20 km. Hal ini menunjukkan hasil simulasi perancangan jaringan bekerja dengan baik, dan berada pada batas performansi jaringan dengan batas Pr pada [-28 ; -8] dbm dan batas maksimal nilai BER standar link optik 10^{-6} dan 10^{-9} untuk standar PT. Telkom.

Dartar Pustaka:

[1] Fikri, Haikal. 2014. "Analisa Performansi Teknologi CWDM (Coarse Wavelength Division Multiplexing) pada Jaringan ODC (Optical Distribution Cabinet) STO-Cijaura Menggunakan Opti System". Bandung : Universitas Telkom

[2] Keiser, Gred. 1991. "Optical Fiber Communications". Singapore : The McGraw-Hill Companies, Inc

[3] Kencanawati, Dwi. 2014. "Perancangan Jaringan Fiberto the Home (FTTH) dengan Teknologi Gigabit Capable Passive Optical Network (GPON) untuk Apartmen Newton (Newton Residence) Bandung". Bandung : Universitas Telkom

[4] PT.Telekomunikasi Indonesia Tbk, Direktorat Network dan Solution. 2010. "Pedoman Pemasangan Jaringan Akses Fiber Optik". PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk. Bandung

[5] Telkom Indonesia, PT. 2012. "Modul 1 -Overview Jaringan FTTx". PT. Telkom Indonesia