

# Perancangan dan Analisis Jaringan FTTB dengan Metode GPON Berbasis Software Optisystem pada Gedung Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Muhammad Faathir Haq<sup>1</sup>  
Departemen Teknik Elektro  
Universitas Hasanuddin  
Makassar  
muhfaathir74@gmail.com

Wardi<sup>2</sup>  
Departemen Teknik Elektro  
Universitas Hasanuddin  
Makassar  
wardi@unhas.ac.id

Dewiani<sup>3</sup>  
Departemen Teknik Elektro  
Universitas Hasanuddin  
Makassar  
dewiani@unhas.ac.id

**Abstract**— Pada penelitian kali ini perancangan jaringan FTTB berbasis *Software Optisystem* dan *Google Earth Pro* berteknologi GPON pada Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dengan 11 jumlah bangunan. Ada beberapa parameter yang dijadikan sebagai tolak ukur dalam penelitian ini yaitu *Power Link Budget*, *Bit Error Rate*, dan *Rise time Budget*. Dari hasil analisis secara *software* dan manual didapatkan nilai *power link budget* berkisar -17 dBm hingga -18dBm dibawah standar sensitivitas daya terima (Rx) yaitu -28 dBm. Untuk nilai *Bit error rate* didapatkan nilai berkisar  $10^{-50}$  hingga  $10^{-22}$  dibawah batas maksimal untuk kelayakan jaringan  $10^{-9}$ . Adapun nilai *Rise timebudget* yang diperoleh untuk keadaan *downstream* berkisar 0.27 hingga 0.2808 dibawah batas maksimal 0.2813 ns, sedangkan untuk *upstream* didapatkan nilai berkisar 0.25 hingga 0.51 dibawah batas maksimal 0.562 ns. Perolehan hasil perhitungan melalui *software* dan manual dapat disimpulkan performansi terhadap perancangan jaringan dapat dikatakan layak, baik, dan memenuhi standar ITU-T G.984.

**Keywords**— *Power link budget*, *bit error rate*, *rise time budget*, FTTB

## I. PENDAHULUAN

Saat ini, kebutuhan akan jaringan komunikasi berkapasitas tinggi sangatlah penting. Hal tersebut guna memenuhi kebutuhan masyarakat akan layanan informasi dengan kecepatan transfer data. Mewabahnya pandemi Covid-19 di beberapa negara, termasuk Indonesia, mendorong pemerintah untuk menerapkan langkah social distancing. Akibatnya, masyarakat harus melakukan berbagai aktivitasnya dari rumah, bekerja dari rumah dan belajar dari rumah. Seperti berbagai aplikasi konferensi video seperti; Zoom Meetings, Skype, Google Hangouts, Microsoft Teams, Cisco Webex, WhatsApp, Facetime, dan lainnya telah mengalami peningkatan pengguna.

Kebutuhan layanan ini dapat terpenuhi dengan menggunakan teknologi jaringan optik. Perkembangan teknologi optik dengan bandwidth lebar, biaya rendah, dan daya rendah telah memicu minat operator telekomunikasi agar menggunakan teknologi optik untuk pengembangan jaringan telekomunikasi,

khususnya demi mendukung komunikasi layanan pita lebar. Salah satu teknologi jaringan optik yang menjanjikan dan mampu mendukung layanan broadband saat ini adalah teknologi Passive Optical Network (PON).

Teknologi Passive Optical Network (PON) adalah jaringan optik point-to-multipoint (PTMP) yang digunakan dalam jaringan FTTH yang menggunakan pembagi pasif dalam fasilitas off-site (OSP). Menggunakan teknologi PON sebagai jaringan akses optik menghasilkan banyak keuntungan seperti biaya pemasangan dan perawatan yang rendah, pengurangan penggunaan kabel optik, cakupan area luas dan dukungan aplikasi layanan broadband dua standar ialah GEPON dan GPON. Kecepatan transmisi teknologi GPON upstream 1.244 Gbit/s dan downstream 2.488 Gbit/s pada area layanan 37 km [1]. Dari penjelasan kedua teknologi PON tersebut, penulis memilih salah satu yang lebih baik dari yang lainnya yaitu teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON).

## II. STUDI LITERATUR

### 2.1 Fiber Optik

Fiber Optik merupakan suatu jenis kabel yang terbuat dari kaca atau plastik yang halus dan berguna sebagai media transmisi dikarenakan mampu melakukan proses tranmisi sinyal cahaya dari suatu titik lokasi ke titik lainnya dengan kecepatan yang tinggi.

### 2.2 Fiber To The Building (FTTB)

FTTB atau juga dikenal sebagai teknologi fiber to the basement atau fiber to the building adalah istilah umum bagi arsitektur jaringan dasar koneksi data yang ditempatkan di gedung bertingkat demi menyediakan bandwidth yang memenuhi kebutuhan pelanggan. Arsitektur jaringan ini menggunakan kabel serat optik sebagai media transmisi data jaringan akses serat optik.

### 2.3 Gigabit Passive Optical Network (GPON)

GPON adalah salah satu teknologi yang dikembangkan ITU-T via G.984 dan sejauh ini bersaing

dengan GEAPON (Gigabit Ethernet PON), PON versi IEEE berbasis teknologi Ethernet [10]. Sementara itu, di sumber lain, GPON adalah salah satu teknologi yang dikembangkan oleh ITU-T seri G.984 dan sejauh ini bersaing dengan Gigabit Ethernet PON (GEPON), yaitu PON versi IEEE 2004, yang berbasis teknologi ethernet. GPON merupakan teknologi FTTX yang mampu mengirimkan informasi ke pelanggan melalui serat optik [11].

GPON memiliki dominasi pasar yang lebih besar dan menyebar lebih cepat daripada penetrasi GEAPON. Standar G.984 mendukung laju bit yang lebih tinggi, peningkatan keamanan, dan pilihan protokol Lapisan 2 (ATM, GEM, atau Ethernet). GPON menggunakan TDMA sebagai teknologi akses ganda hulu dengan laju transmisi data 1,2 Gbps dan transmisi hilir dengan laju transmisi data 2,5 Gbps.

#### 2.4 Power Link Budget

Proses transmisi jaringan dapat diamati salah satunya dari nilai anggaran daya jaringan ketika batas kerugian total yang diijinkan diketahui. Perhitungan ini menjamin penerima dapat menerima daya yang ditransmisikan oleh pemancar tidak lebih rendah dari level daya minimum sesuai parameter daya yang distandarisasi ITU-T [1]. Pada jaringan fiber optik berbasis GPON, nilai link budget maksimal 28 dB dan jarak maksimal 20 km, sedangkan redaman pembangunan berkisar 25-26 dB.

#### 2.5. Bit Error Rate (BER)

Bit error rate adalah jumlah kesalahan bit yang terjadi dalam proses transmisi sinyal digital. Sensitivitas adalah daya serendah dari sinyal yang masuk dengan Rasio Kesalahan Bit yang diperlukan. BER bagi sistem komunikasi optik adalah  $10^{-9}$  bit/s. Faktor yang berpengaruh terhadap BER yaitu noise, interferensi, distorsi, sinkronisasi bit, redaman, dan multipath fading [7].

#### 2.6 Rise Time Budget

Rise time budget adalah metode dalam menentukan batas dispersi tautan serat optik. Tujuan dari metode ini yaitu untuk menganalisis kinerja jaringan secara keseluruhan telah tercapai dan apakah dapat memenuhi kapasitas saluran yang diinginkan. Secara umum, total degradasi total waktu transisi dari link digital kurang dari atau sama dengan 70 persen periode bit Non-Return-Zero (NRZ).

#### 2.7 Optisystem

Optisystem adalah perangkat lunak desain yang kuat dan mudah digunakan untuk sistem fotonik. Hampir semua jenis jaringan serat optik mampu dirancang, diuji, dan disimulasikan menggunakan aplikasi Optisystem. Pada aplikasi ini terlihat nilai redaman yang diterima perangkat berupa Power Link Budget (PLB), Rise Time Budget (RTB) dan Error Rate Budget (ERB). Selain itu, aplikasi ini dapat memperoleh grafik BER, faktor Q dan eye diagram [13].

### 2.8 Google Earth Pro

Google earth adalah layanan sistem informasi geografis yang menyediakan informasi tentang peta dan kompleksitasnya.

## III. METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat Penelitian

Lokasi yang dijadikan sebagai objek penelitian yaitu pada Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin kabupaten Gowa provinsi Sulawesi Selatan. Adapun lokasi pada tahap bimbingan hingga analisis data yang diperoleh bertempat di Laboratorium Antena dan Propagasi Gelombang Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

### 3.2 Bahan dan Alat

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

1. Laptop, digunakan sebagai wadah dalam mensimulasikan menggunakan *software Optisystem* dan SketchUp dan juga mengolah data hasil analisis.
2. Optisystem 7.0, merupakan perangkat lunak yang kuat untuk merancang, menguji, dan mensimulasikan jaringan serat optik serta melihat nilai dari parameter yang dianalisis pengaruhnya terhadap perancangan penelitian seperti Bit Error Rate (BER), rise time budget, dan power link budget.
3. Google Earth, merupakan layanan sistem informasi geografis yang menyediakan informasi tentang peta dan kompleksitasnya.

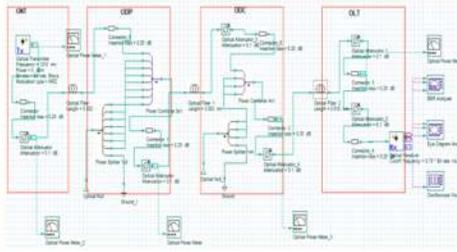
### 3.3 Diagram Sistem



Gambar 3.1 Diagram sistem

Adapun blok diagram untuk perancangan hingga hasil yang akan dianalisis terdiri atas blok input, blok proses, dan blok output. Penjelasan tiap blok sebagai berikut :

1. Blok input terdiri dari desain tata letak bangunan fakultas teknik Universitas Hasanuddin sebagai dasar dalam menentukan jarak dan jumlah bangunan serta letak tiap komponen penyusun FTTB.
2. Blok proses adalah *software optisystem*. *Optisystem* berperan sebagai *software* yang berfungsi dalam perancangan bentuk jaringan dari fiber optik, menentukan parameter panjang kabel yang disesuaikan dari desain bangunan, serta melihat parameter yang berpengaruh dalam perancangan agar menghasilkan perancangan yang efisien dan sesuai standar, sedangkan google earth berfungsi memetakan jarak antar komponen FTTB dan jarak antar gedung.
3. Blok terakhir yaitu blok output berupa desain jaringan fiber optik yang telah dirancang pada *software optisystem* sebelumnya.



Gambar 3.2 Layout Desain Jaringan Fiber Optik pada Optisystem

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Power Link Budget

Nilai power link budget akan dianalisis dengan 2 metode yaitu analisis perhitungan secara *software* dan analisis perhitungan secara manual. Titik sampel yang dijadikan titik pengukuran dari beberapa parameter yang telah ditetapkan yaitu distribusi baru terdekat, terjauh, dan distribusi *existing* terjauh. Berikut nilai yang diperoleh melalui 2 analisis perhitungan:

Tabel 4.1 Power Link Budget

No.	Uraian	Analisis secara <i>software</i> Power Link Budget	Analisis secara manual Power Link Budget	Kualitas performansi jaringan	Kelayakan jaringan (<28 dBm)
<i>Downstream</i>					
1	Distribusi baru terdekat	-17.466 dBm	-17.3924604 dBm	Sangat Baik	Layak
2	Distribusi baru terjauh	-17.619 dBm	-17.5454 dBm	Sangat Baik	Layak
3	Distribusi <i>Existing</i>	-17.677 dBm	-17.603 dBm	Sangat Baik	Layak
<i>Upstream</i>					
1	Distribusi baru terdekat	-17.719 dBm	-17.99557 dBm	Sangat Baik	Layak
2	Distribusi baru terjauh	-17.910 dBm	-18.1868 dBm	Sangat Baik	Layak
3	Distribusi <i>Existing</i>	-17.983 dBm	-18.2588 dBm	Sangat Baik	Layak

Dari hasil tersebut maka semua analisis dan rancangan baru dinilai layak dikarenakan tidak mencapai dari batas maksimal nilai kelayakan dari power link budget berdasarkan standar ITU-T. Nilai %error atau perbedaan antara analisis *software* dan manual paling besar yaitu 1.52%.

##### 4.2 Bit Error Rate (BER)

Untuk nilai bit error rate memiliki batas nilai maksimal  $10^{-9}$ . Berikut hasil untuk nilai bit error rate :

Tabel 4.2 Bit Error Rate

No.	Uraian	Perhitungan secara <i>software</i> Bit error rate	Perhitungan secara manual Bit error rate	Standar kelayakan jaringan ( $10^{-9}$ )
<i>Downstream</i>				
1	Distribusi baru terdekat	$1.6438 \times 10^{-28}$	$3.7671 \times 10^{-30}$	Layak
2	Distribusi baru terjauh	$2.6910 \times 10^{-27}$	$2.3445 \times 10^{-33}$	Layak
3	Distribusi <i>existing</i>	$1.0420 \times 10^{-29}$	$4.2476 \times 10^{-32}$	Layak
<i>Upstream</i>				
1	Distribusi baru terdekat	$5.8774 \times 10^{-23}$	$8.4533 \times 10^{-30}$	Layak
2	Distribusi baru terjauh	$1.061 \times 10^{-24}$	$2.6487 \times 10^{-46}$	Layak
3	Distribusi <i>existing</i>	$1.6394 \times 10^{-22}$	$8.4051 \times 10^{-43}$	Layak

Dari hasil tersebut maka semua analisis dan rancangan baru dinilai layak dikarenakan tidak mencapai dari batas maksimal nilai kelayakan dari power link budget berdasarkan standar ITU-T. Nilai %error atau perbedaan antara analisis *software* dan manual cukup besar dikarenakan *software optisystem* memiliki optimisasi bawaan dalam melakukan simulasi dan rancangan pada sisi uplink yang memiliki tambahan parameter khusus yaitu pada sisi ODC dan ODP memiliki tambahan masukan *optical null* dan *power combiner*.

##### 4.1 Rise Time Budget

Untuk nilai rise time budget memiliki batas nilai maksimal berbeda terhadap 2 kondisi. Kondisi pertama yaitu downlink dengan batas maksimal nilai 0.2813ns, sedangkan untuk kondisi uplink maksimal nilai maksimalnya 0.562 ns .Adapun hasil untuk nilai rise time budget :

Tabel 4.3 Rise Time Budget

No.	Uraian	Hasil perhitungan Rise time budget ( $t_{rise}$ )	Standar Rise time budget ( $t_{sym}$ )	Kelayakan RTB ( $t_{rise} < t_{sym}$ )
<i>Downstream</i>				
1	Distribusi baru terdekat	0.2762 ns	0.2813 ns	layak
2	Distribusi baru terjauh	0.2795 ns	0.2813 ns	layak
3	Distribusi <i>existing</i>	0.2808 ns	0.2813 ns	layak
<i>Upstream</i>				
1	Distribusi baru terdekat	0.2519 ns	0.562 ns	layak
2	Distribusi baru terjauh	0.5158 ns	0.562 ns	layak
3	Distribusi <i>existing</i>	0.2522 ns	0.562 ns	layak

Dari hasil diatas maka analisis untuk rise time budget dinilai layak karena tidak ada mencapai batas nilai maksimal dari kedua kondisi.

#### V. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian yang telah diperoleh kemudian dapat disimpulkan ke beberapa poin sebagai berikut:

1. Tahap perancangan jaringan FTTB pada daerah *polygon* diawali dengan penentuan area yang akan dijadikan lokasi perancangan, menemukan bagian-bagian pada perancangan FTTB seperti OLT, ODC,

- ODP, dan ONT, serta penentuan jalur dan panjang pergelaran kabel distribusi, *feeder*, dan *drop*.
- Perancangan jaringan FTTB berbasis *software Optisystem* dilakukan dengan 2 keadaan yaitu *downstream* dan *upstream* dengan merancang tiap sisi komponen perancangan FTTB seperti ONT, ODP, ODC, dan OLT.
  - Nilai *power link budget (PLB)* terendah terdapat pada distribusi 1 pada keadaan *downstream* perhitungan manual yaitu -17.3924 dBm, sedangkan nilai tertinggi berada pada distribusi 3 keadaan *upstream* perhitungan manual yaitu -18.2588 dBm. Untuk nilai daya sinyal terbesar terdapat pada distribusi 1 keadaan *downstream* perhitungan manual yaitu  $18.288 \times 10^{-6}$  W, sedangkan nilai terkecil terdapat pada distribusi 3 keadaan *upstream* perhitungan manual yaitu  $14.932 \times 10^{-6}$  W. Nilai *bit error rate* terendah terdapat pada distribusi 1 keadaan *upstream* perhitungan manual yaitu  $8.4533 \times 10^{-50}$ , sedangkan nilai terbesar terdapat pada distribusi distribusi 3 keadaan *upstream* perhitungan *software* yaitu  $1.6394 \times 10^{-22}$ . Nilai *rise time budget* terendah terdapat pada distribusi 1 keadaan *upstream* yaitu 0.2519 ns, sedangkan untuk nilai terbesar terdapat pada distribusi 2 keadaan *upstream* yaitu 0.5158 ns.
  - Nilai *power link budget* yang tertinggi bernilai -18.2588 pada distribusi 3 namun nilai tersebut terbilang layak dikarenakan masih dibawah batas maksimal sensitivitas daya terima (Rx) -28 dBm. Sedangkan, nilai *bits error rate (BER)* memiliki nilai tertinggi terdapat pada analisis secara *software* pada distribusi 3 dengan nilai  $1.6394 \times 10^{-22}$  namun masih dikatakan layak dikarenakan masih dibawah standar nilai dari  $10^{-9}$ . Untuk batas nilai *rise time budget* memiliki 2 standar berbeda terhadap 2 kondisi analisis yaitu maksimal nilai untuk *downstream* 0.2813 ns dan *upstream* 0.562 ns dan data yang diperoleh tidak ada yang mencapai batas tersebut di kedua kondisinya. Analisis yang diperoleh menghasilkan kesimpulan bahwa distribusi baru lebih layak dibandingkan distribusi *existing* dikarenakan nilai daya sinyal yang diperoleh distribusi baru lebih besar, nilai redaman lebih rendah, dan nilai *bit error rate*-nya yang lebih kecil sehingga lalu lintas jaringan lebih lancar yang berpengaruh pada kecepatan jaringan itu sendiri.
- DAFTAR  
PUSTAKA**
- Anggita, T., Rahman, L., B., Akbar, A., Laagu, M., A., & Apriono, C. 2020. *Perancangan dan Analisa Kinerja Fiber to the Building (FTTB) untuk Mendukung Smart Building di Daerah Urban*. Depok. Universitas Indonesia.
- Ariyanti, R., Khairil, & Kaned, I. 2015. *PEMANFAATAN GOOGLE MAPS API PADA SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DIREKTORI PERGURUAN TINGGI DI KOTA BENGKULU*. Bengkulu. Universitas Desahan Bengkulu.
- Damayanti, T. N., & Putri, H. 2016. *PERBANDINGAN UNJUK KERJA TRANSMISI JARINGAN FTTB MENGGUNAKAN GEAPON DAN GPON*. Bandung. Universitas Telkom
- Dermawan, B., Santoso, I., & Prakoso, T. 2016. *ANALISIS JARINGAN FTTH (FIBER TO THE HOME) BERTEKNOLOGI GPON (GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK)*. Semarang. Universitas Diponegoro.
- Dina, A., B., Munadi, R., & Hambali, A. 2013. *PERANCANGAN ARSITEKTUR JARINGAN FIBER TO THE BUILDING (FTTB) DENGAN TEKNOLOGI GIGABIT ETHERNET PASSIVE OPTICAL NETWORK (GEPON) DI NATIONAL BRAIN CENTRE CAWANG*. Bandung. Universitas Telkom.
- Hidayat, R. 2020. *New Tranding in New Normal, Factors Influencing Continuance Intention to Use Video Conferencing*. Padang. Universitas Andalas.
- Muhtar, S., R. 2021. *PERANCANGAN JARINGAN FTTH MENGGUNAKAN APLIKASI OPTISYSTEM, TABEL BOQ Dan KURVA S*. Makassar. Universitas Hasanuddin.
- Mukhlisin, Z., N. 2021. *ANALISA REDAMAN FIBER OPTIC PADA PEMASANGAN DIGITALISASI SPBU PERTAMINA OLEH PT.TELKOM WITEL SEMARANG DENGAN POWER LINK BUDGET*. Semarang. Universitas Semarang.
- Putra, A., Hambali, A., & Pamukti, B. 2018. *PERANCANGAN FIBER TO THE BUILDING (FTTB) DENGAN TEKNOLOGI BERBASIS GPON DI MALL CIHAMPELAS WALK*. Bandung. Universitas Telkom.
- Rofii, F., Hunaini, F., & Sholawati, S. 2018. *Kinerja Jaringan Komunikasi Nirkabel Berbasis Xbee pada Topologi Bus, Star dan Mesh*. Malang. Universitas Widyagama Malang.
- Sembiring, H., B., Damayanti, T., N., & Uripno, B. 2018. *Perancangan Jaringan Fiber To The Building (FTTB) Untuk Support Smart Bulding Menggunakan GPON di Graha Pos Indonesia*. Bandung. Universitas Telkom.
- Suryawan, I., P., D., Sudiarta, P., K., & Sukadarmika, G. 2019. *Desain Jaringan Fiber To The Home Teknologi Gigabit Passive Optical Network (Gpon) Menggunakan Optisystem Untuk Area*. Bali. Universitas Udayana.
- Ulfawaty, A., N., & Fausiah. 2018. *ANALISIS REDAMAN PADA JARINGAN FIBER TO THE HOME (FTTH) BERTEKNOLOGI GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK (GPON) DI PT TELKOM MAKASSAR*. Makassar. Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Wicaksono, I., D. 2019. *ANALISA KUALITAS JARINGAN FTTT PADA BTS TELKOMSEL DENGAN TEKNOLOGI GPON MENGGUNAKAN METODE POWER LINK BUDGET (STUDI KASUS SITE TELKOMSEL SMG773 PALEBON TENGAH SEMARANG)*. Semarang. Universitas Semarang.