

Analisis Power Link Budget Mini Point Of Presence (POP) Dengan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON)

Bloko Budi Rijadi¹, Mochamad Yunus², Sani Nur Ariyani³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Pakuan Bogor, Indonesia

Email : bloko.budirijadi@unpak.ac.id¹, mochyunus@unpak.ac.id²

Abstrak

Perkembangan teknologi digital telah mengubah tren bisnis, teknologi, serta sosial. Untuk menunjang telekomunikasi dari penyedia jasa ke pelanggan membutuhkan beberapa pendukung diantaranya sistem jaringan telekomunikasi menggunakan serat optik. Fungsi Serat Optik adalah mengubah sinyal listrik menjadi sinyal cahaya. Bahan serat optik adalah bahan serat kaca. Mode transmisi pada serat optik terdiri dari *Single Mode* yang memakai sinar laser sebagai media transmisinya dan *Multi Mode* yang menggunakan media LED. Dalam sistem komunikasi serat optik diperlukan perhitungan mengenai perhitungan anggaran daya (*Power Link Budget*) dan perhitungan anggaran waktu bangkit (*Rise Time Budget*). Tulisan ini akan membahas analisa perhitungan *Power Link Budget* dan *Rise Time Budget* yang berguna untuk menilai dan mengevaluasi kelayakan suatu jaringan komunikasi optik.

Kata Kunci : *Fiber Optic, Power Link Budget, Rise Time Budget, Single Mode, Multi Mode*

Abstract

The development of digital technology has changed business, technology, and social trends. To support telecommunications from service providers to customers requires several supports, including telecommunications systems using fiber optics. The function of optical fiber is to convert electrical signals into light signals. The Optical fiber material is glass fiber material. The transmission mode in optical fiber consists of Single Mode, which uses laser light as its transmission medium, and Multi-Mode, which uses LED. In a fiber optic communication system, it is necessary to calculate the power (*Power Link Budget*) and time budget (*Rise Time Budget*). This paper will discuss the analysis of the *Power Link Budget* and *Rise Time Budget* for considering and implementing an optical communication network.

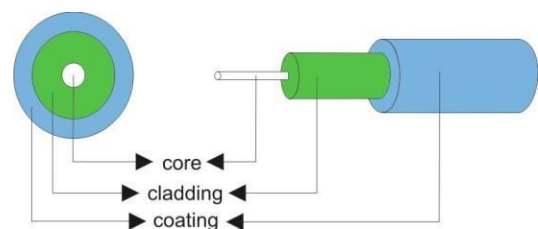
Keywords: *Fiber Optic, Power Link Budget, Rise Time Budget, Single Mode, Multi Mode*

1. PENDAHULUAN

kecepatan komunikasi yang tinggi dan kapasitas besar sangat diperlukan guna mendukung sistem informasi yang berkembang di jaman sekarang ini. Serat optik meningkatkan kualitas sistem data, suara, dan video serta penambahan jumlah kanal yang ada dan memperlebar band serta mempunyai kecepatan transfer data yang cepat dalam orde Mbps dan bebas gangguan dari pengaruh-pengaruh eksternal. Penggunaan serat optik telah memberikan banyak keuntungan segi transfer data dan mengurangi penggunaan banyak kabel. Diperlukan analisa *Power Link Budget* (anggaran daya) dan *Rise Time Budget* untuk menjamin kelayakan dan kualitas komunikasi optik. [1]

2. TINJAUAN PUSTAKA

Serat optik diperlukan untuk mentransmisikan informasi melalui media cahaya dan untuk mengubah sinyal listrik kedalam sinyal cahaya dan di sisi penerima dikonversi lagi menjadi sinyal listrik.



Gambar 1. Struktur Serat Optik

2.1. Point of Presence (POP)

Point of Presence (POP) merupakan suatu ruangan untuk penempatan perangkat jaringan. Mini Point of Presence merupakan ruangan yang lebih kecil daripada shelter ODC (Optical Distribution Centre) untuk penempatan perangkat jaringan sebagai berikut :

- Rectifier

Rectifier berfungsi mengubah sinyal Alternating Current (AC) menjadi sinyal Direct Current (DC)

- External Alarm

External alarm mengawasi security key jika pintu tertutup maupun terbuka, suhu dan memonitor perangkat lainnya pada Point of Presence (PoP).

- Router

Router merupakan suatu perangkat untuk jaringan WAN atau Wide Area Network.

Router ini menggunakan protokol dan juga tabel pengaturan lalu lintas data

- Optical Line Terminal (OLT)

Merupakan perangkat hardware pada titik akhir (endpoint) dalam jaringan optik pasif atau Passive Optical Network (PON).

- Optical Distribution Frame (ODF)

Digunakan untuk menyediakan interkoneksi kabel dengan mengintegrasikan penyambungan & pemutusan serat, adaptor & konektor serat optik. Selain itu berfungsi sebagai perangkat pelindung dari kerusakan

- Baterai

menyediakan cadangan daya untuk telekomunikasi jarak jauh

- Panel Listrik KWH

Panel KWH berguna untuk menjadi tempat berkumpulnya beberapa KWH. Fungsi lainnya yaitu sebagai alat ukur daya dengan beban masing-masing KWH.

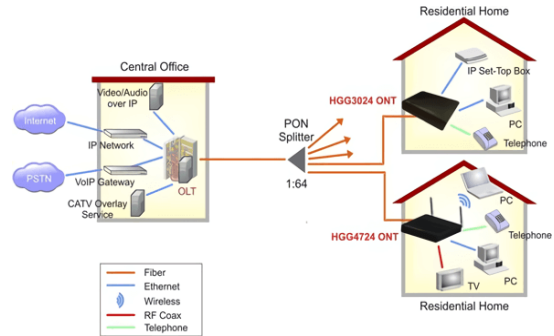
Biasanya mini Point of Presence (PoP) ini dapat ditemukan di perumahan ataupun cluster perumahan untuk mencakup kebutuhan jaringan. Mini Point of Presence terdapat 8-16 port pada setiap slotnya.

2.2. Gigabit Passive Optical Network

Fungsi utama GPON adalah untuk mengelola dan memberikan layanan multimedia seperti video, data, gambar, voice dan image. Teknologi GPON ni bisa digunakan dalam skala perumahan atau bisnis.

GPON memiliki prinsip kerja yang pada awalnya berupa sinyal elektrik pada transmitter lalu diubah menjadi gelombang cahaya oleh transducer elektrooptik (Laser Dioda),

kemudian dikirim ke penerima yang ada di ujung perangkat lainnya melalui sambungan kabel serat optik. Di sisi Penerima (*Receiver*) sinyal elektrik akan diubah oleh Dioda atau transducer optoelektronik menjadi bentuk sinyal elektrik kembali.



Gambar 2. Arsitektur Gigabit Passive Optical Network (GPON)

Arsitektur GPON pada gambar 2 terdiri dari :

1. Optical Line Terminal (OLT)
 - Perangkat titik akhir dari sebuah ODN
 - Protokol PON
 - Fungsi manajemen dan pemeliharaan untuk ODN
2. Optical Distribution Network (ODN)\
 - Topologi Tree (Pohon)
 - Dilengkapi dengan Power Splitter
3. Optical Network Terminal (ONT)

Modem optik yang menghubungkan ke titik terminasi dengan kabel optik. [11]

2.3. Power Link Budget

Power Link Budget dapat diartikan secara sederhana sebagai batasan daya terima yang diperbolehkan pada suatu link optik dengan memperhatikan faktor total redaman pada link optik yang diizinkan antara sumber cahaya dan foto detektor yang tergantung dari redaman kabel, redaman konektor dan redaman sambungan serta margin sistem. Perumusan link Perumusan power link budget terdiri dari redaman total, daya yang diterima penerima, dan nilai margin sistem dapat dilihat pada persamaan (1), (2), (3) sebagai berikut ini

$$a_{total} = L. a_{serat} + N C. a_{konektor} + N S. a_{spliccer} + S P \dots\dots\dots (1)$$

$$P R_x = P T_x - a_{tot} - S M \dots\dots\dots (2)$$

$$M = (P_t - P_r) - a_{total} - S M \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

P_t = Daya keluaran (dBm)

P_r = sensitivitas daya maksimum detector (dBm)

SM = Sefty margin, berkisar 6-8 dB
 a_{tot} = Redaman total sistem (dB)
 L = Panjang serat optik (Km)
 α_c = Redaman Konektor (dB/buah)
 α_s = Redaman sambungan (dB)
 α_{serat} = Redaman serat optik (dB/Km)
 Ns = Jumlah sambungan
 Nc = Jumlah Konektor
 Sp = Redaman splitter (dB)

2.4. Rise Time Budget

Rise time budget merupakan metode untuk menentukan batasan dispersi serat optik. Tujuan dari metode ini adalah untuk menganalisa apakah kinerja jaringan dan mampu memenuhi kapasitas kanal yang diinginkan. Waktu transisi degradasi total dari link digital < 70 persen dari 1 periode bit NRZ (Non-return-to-zero) atau 35% dari 1 periode bit untuk data RZ (return-to-zero).

Persamaan menghitung Rise Time Budget :

$$T_{total} = \sqrt{T_{tx}^2 + T_{intra}^2 + T_{inter}^2 + T_{rx}^2} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

- Ttx = Rise time transmitter (ns)
- Trx = Rise time receiver (ns)
- Tintermodal = Bernilai nol (untuk serat optik single mode)
- Tintra = $t_{material} + t_{waveguide}$ [13]

3. PEMBAHASAN

3.1. Perhitungan Power Link Budget

Perhitungan power link budget dibagi menjadi 2 yaitu : dipengaruhi oleh jarak POP dengan Router dan panjang gelombang asimetrik pada transmisinya. Panjang gelombang untuk uplink adalah sekitar 1310 nm dan untuk downlink nilainya sekitar 1550 nm.

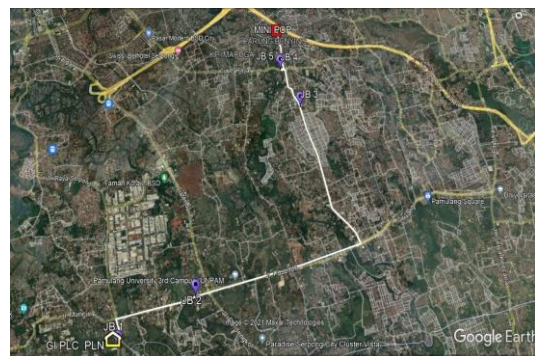
Tabel 1. Data dan Besaran

No	Data	Besaran
1	Daya Keluaran Sumber Optik	4 dBm
2	Redaman Kabel Optik (1310/1550)	(0,915/0,482)
3	Sensitivitas Detector	-28 dBm
4	Jumlah Sambungan	6
5	Jumlah Konektor	16
6	Konektor	0,22
7	Insertion loss Passive	5,5 dB

Splitter 1 : 8

Tabel 1 memperlihatkan data dan besaran daya Keluaran sumber optik, redaman dan sensitivitas Serta insertion loss passive splitter yang diperlukan utk perhitungan power link budget.

Sebagai contoh untuk perhitungan kelayakan jaringan FTTH menggunakan GPON maka akan diperhitungkan parameter *power link budget* dan *rise time budget*. Perhitungan terbagi menjadi 2 bagian, yaitu *downlink* dan *uplink*, serta dihitung berdasarkan jarak dari Shelter ke *Point of Presence* yang letaknya berjarak 6,351 dengan jalur PLC GI Serpong. Analisis Power link budget dan rise time budget adalah untuk menentukan kualitas dari GPON ke pelanggan. Nilai redaman harus mengikuti standar ITU-T G 984 yaitu redaman *power link budget* < 28 dB atau $P_r > -28$ dBm, dan margin daya di atas 0 dBm. Nilai *Rise time budget* masih dibawah *rise time* maksimum dan *bit rate* sinyal *non-return-to-zero* (NRZ) yaitu sebesar 0,5833 ns. Sehingga memenuhi persyaratan pelayanan yang sangat baik dari jaringan GPON ini



Gambar 3. Uplink

Dari gambar 3 terlihat sebagai berikut : Jarak GI PLC ke *mini Point of Presence* menuju JB 1 yaitu 0,08 km lalu dari JB 1 ke JB 2 yaitu 1,5 km, dari JB 2 ke JB 3 yaitu 3,7 km, dari JB 3 ke JB 4 yaitu 0,811 km, dari JB 4 ke JB 5 yaitu 0,02 m, dari JB 5 ke *mini Point of Presence* adalah 0,24 km.

Perhitungan a tot :

$$a_{tot} = L \cdot \alpha_{serat} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + a_{sp}$$

$$a_{tot} = (0,08 \times 0,27) + (1,5 \times 0,27) + (3,7 \times 0,27) + (0,811 \times 0,27) + (0,02 \times 0,27) + (0,24 \times 0,27) + (6 \times 0,25) + (16 \times 0,915) + 7,8$$

$at_{tot} = 23,345 \text{ dB}$

Perhitungan margin daya :

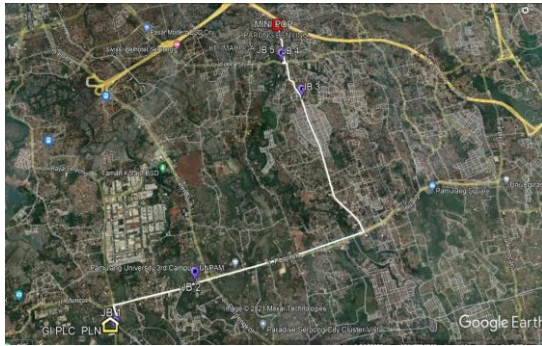
$$Pr = Pt - \alpha_{total} - 6$$

$$Pr = 4 - 23,345 - 6$$

$$Pr = -25,345$$

$$M = (4 + 28) - 23,345 - 6$$

$$M = 2,655 \text{ dBm}$$



Gambar 4. Downlink

Dari Gambar 4 terlihat sebagai berikut :
Jarak GI PLC ke *mini Point of Presence* menuju JB 1 yaitu 0,08 km lalu dari JB 1 ke JB 2 yaitu 1,5 km, dari JB 2 ke JB 3 yaitu 3,7 km, dari JB 3 ke JB 4 yaitu 0,811 km, dari JB 4 ke JB 5 yaitu 0,02 m, dari JB 5 ke *mini Point of Presence* adalah 0,24 km.

Perhitungan a tot :

$$at_{tot} = L. \alpha_{serat} + N_c. \alpha_c + N_s. \alpha_s + a_{sp}$$

$$at_{tot} = (0,08 \times 0,2) + (1,5 \times 0,2) + (3,7 \times 0,2) + (0,811 \times 0,2) + (0,02 \times 0,2) + (0,24 \times 0,2) + (6 \times 0,25) + (16 \times 0,915) + 10,09$$

$$at_{tot} = 22,91 \text{ dB}$$

Perhitungan margin daya :

$$Pr = Pt - \alpha_{total} - 6$$

$$Pr = 4 - 22,91 - 6$$

$$Pr = -24,91$$

$$M = (4 + 28) - 22,91 - 6$$

$$M = 3,09 \text{ dBm}$$

Tabel 2. Data Pengukuran dan Perhitungan Power Link Budget

Pengukuran Power Link Budget (dB)		Perhitungan Power Link Budget (dB)	
Uplink	Down link	Uplink	Downlink
19,25	18,43	23,345	22,91

3.2. Perhitungan Rise Time Budget

Analisis rise time budget adalah metode yang mudah digunakan untuk menentukan batasan dispersi dari serat optik. Metode ini sangat berguna untuk menganalisa sistem transmisi digital. Tujuannya untuk menganalisis kinerja jaringan secara keseluruhan. Waktu transisi degradasi total dari link digital < 70 persen dari 1 periode bit NRZ (Non-return-to-zero) atau 35% dari 1 periode bit untuk data RZ (return-to-zero). 1 periode bit didefinisikan sebagai resiprok dari data rate.

Tabel 3. Data dan Besaran

No	Data	Besaran
1	Panjang Gelombang λ	1310 nm dan 1550 nm
2	Lebar Spektral ($\Delta\sigma$) (FDT/FAT)	1 nm/1 nm
3	Rise Time Transmitter (FDT/FAT) (ttx)	$130 \times 10^{-3} (-3) \text{ ns}$ 150×10
4	Disperse Material (DM) (1310/1550)	(1,60/12,16)ps/nm.km
5	Rise time receiver (FDT/FAT) (trx)	$130 \times 10^{-3} (-3) \text{ ns}$ 150×10
6	Menggunakan Single Mode	-
7	Pengkodean NRZ	-
8	Indeks Bias Inti (n1)	1,25
9	Indeks Bias selubung (n2)	1,22
10	Jari-jari inti (a)	$4,1 \mu\text{m}$

Tabel 3 memperlihatkan mengenai data dan besaran panjang gelombang, lebar spektral, rise time transmitter & receiver, disperse material dan indeks bias yang diperlukan dalam analisa power link budget

Uplink

Jarak GI PLC ke *mini Point of Presence* menuju JB 1 yaitu 0,08 km lalu dari JB 1 ke JB 2 yaitu 1,5 km, dari JB 2 ke JB 3 yaitu 3,7 km, dari JB 3 ke JB 4 yaitu 0,811 km, dari JB 4 ke

JB 5 yaitu 0,02 m, dari JB 5 ke *mini Point of Presence* adalah 0,24 km.

Bit rate uplink (Br) = 1,5 Gbps (NRZ)

$$Tr = 0,7/Br$$

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

$$t_{material} = 1nm \times 6,321 \times 0,016$$

$$t_{material} = 0,10$$

Total Rise Time Budget di sisi Uplink:

$$t_{total} = 0,222 ns$$

Downlink

Jarak GI PLC ke *mini Point of Presence* menuju JB 1 yaitu 0,08 km lalu dari JB 1 ke JB 2 yaitu 1,5 km, dari JB 2 ke JB 3 yaitu 3,7 km, dari JB 3 ke JB 4 yaitu 0,811 km, dari JB 4 ke JB 5 yaitu 0,02 m, dari JB 5 ke *mini Point of Presence* adalah 0,24 km.

Bit rate uplink (Br) = 2,6 Gbps (NRZ)

$$Tr = 0,7/Br$$

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

$$t_{material} = 1nm \times 6,321 \times 0,01$$

$$t_{material} = 0,06$$

Total Rise Time Budget di sisi Downlink:

$$t_{total} = 0,207 ns$$

Tabel 4. Data Pengukuran dan Perhitungan Rise

Pengukuran <i>Rise Time Budget (ns)</i>		Perhitungan <i>Rise Time Budget (ns)</i>	
Uplink	Down link	Uplink	Downlink
0,209	0,212	0,222	0,207

4. KESIMPULAN

Dari pembahasan dapat disimpulkan :

1. Pada saat kondisi *uplink* nilai redaman total adalah 23,345 dB sedangkan nilai Margin adalah 2,655 dBm, dimana nilai tersebut > 0 dBm. Pada saat kondisi *downlink* nilai total redamannya adalah 22,91 dB sedangkan nilai Margin adalah 3,09 dBm, dimana nilai tersebut berada > 0 dBm dan, sehingga hasil tersebut dalam kategori layak karena memenuhi nilai standar ITU-T G.984 yaitu < 28 dB atau Pr > -28 dBm. Jadi pada redaman *power link budget* jaringan GPON menuju Perumahan X dengan jarak 6,321 Km memiliki kualitas sinyal data yang baik dan mampu

emberikan pelayanan terbaik bagi pelanggan.

2. Nilai *rise time budget uplink* adalah 0,222 ns, dan nilai *downlink* adalah 0,207 ns. Hasil perhitungan tersebut memenuhi standar yaitu 0,26 ns

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Auzaiy, Rochmah N.S, (2008) *Analisis Power Budget Jaringan Komunikasi Serat Optik PT. Telkom di TO Jatinegara*, Departemen Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok
- [2] "Mengenal Optical Line Terminal (OLT)" Netmonk, 16 February 2020. [Online]. Available: <https://netmonk.id/mengenal-optical-line-terminal-olt>.
- [3] Rogers, Alan. " Understanding Optical Fiber Communications". Artech House, Norwood, 2001.
- [4] Hantoro, Gunadi Dwi. 2015. *Fiber Optic*, Bandung Informatika
- [5] Sheldon, "Dasar Bingkai Distribusi Optik (ODF),"FS Comunity, 16 December 2015. [Online]. Available: <https://community.fs.co/blog/basic-of-optical-distribution-frame-odf.html>.
- [6] Cisco, "Data Sheet," *Cisco ASR 920 Series Aggregation Services Routers*, p.1, 2015.
- [7] G. Kelsner, *Optical Fiber Communications*, New York: McGraw-Hill, Inc.
- [8] A. Muqit, "Sistem Komunikasi Radio," in *Sistem Komunikasi Radio & Laboratorium*, Malang, Polinema Press, 2020.
- [9] Crisp, John Bary Elliot. " Serat Optik: Sebuah Pengantar ". Erlangga Jakarta 2006.
- [10] Prasetya Dwi. 2009. *Serat optik*. Univesitas Sriwijaya Palembang
- [11] A "G P O N w - GPON" in *Proceedings of the ITI 2007 29th Int. Conf. on Information Technology Interfaces*, 2007
- [12] M. A.Othman, M.M.Ismail, H.A.Sulaiman, M.H,Misran, M.A.M.Said, "F T T H FTTH A y O MA " *International Journal of Engineering and Industries (IJEI)*, vol. 3, no.4
- [13] Dermawan, B., Santoso, I., & Prakoso, T. (2016). *Analisis Jaringan FTTH (Fiber To The Home) Berteknologi GPON (Gigabit Passive Optical Network)*. Transmisi