

Perancangan Jaringan *Fiber To The Home* Berbasis *Gigabit Passive Optical Network* Di Citra Garden Puri Cluste Denza

Marcellus Timothy Sutjipto¹, Sandra Octaviani^{2*}, Theresia Ghozali³, Veronica Windha Mahyastuty⁴, Duma Kristina Yanti Hutapea⁵

^{1,2,3,4,5}Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya Indonesia, Jakarta

Article Info	Abstract
<p><i>Article history:</i></p> <p>Received 2-12-2023</p> <p>Accepted 9-12-2023</p> <hr/> <p><i>Keywords:</i> FTTH, GPON, link loss budget, power link budget, power margin, PT. Telkom, risetime budget</p>	<p><i>This research aims to design a GPON-based Fiber to The Home (FTTH) line in the Citra Garden Puri cluster Denza . The method used is to carry out field observations, by conducting surveys to determine the need for equipment that will be used in designing the route. After the survey is conducted, this project requires Google Earth Pro software to do the mapping of the spot that is used for the ODP and to create passages for the fiber. To make sure that all planning already meets the requirement, there are several calculationdone in this research such as; link loss budget, power link budget, power margin and risetime budget. The distance that were used in the calculation are calculated from the STO Cengkareng until the ONT on each customer. Based on the calculation, the result of the biggest loss for link loss budget are obtained from the upstream, in the amount of 22,0456 dB and the loss from downstream are equals to 21,5721 dB. The result that obtained for the upstream loss of power link budget are equals to -17,0456 dBm and -16,5172 dBm for downstream. The next calculation is power margin, from this project we obtained the lowest power margin for the upstream 6,9544 dB and 7,4288 dB for downstream. The last calculation obtained for this project is rise time budget, from the calculation the shortest data for the rise time budget upstream is 0,1001 ns and for the downstream is 0,1019 ns. Based on all the calculation, this project can be concluded as a success because all the calculation are between the boundary that is tolerated by PT Telkom.</i></p>
Info Artikel	Abstrak
<p><i>Histori Artikel:</i></p> <p>Diterima: 05-06-2023</p> <p>Disetujui: 19-06-2023</p> <hr/> <p><i>Kata Kunci:</i> FTTH, GPON, link loss budget, power link budget, power margin, PT. Telkom, risetime budget</p>	<p>Penelitian ini bertujuan merancangan jalur <i>Fiber to The Home</i> (FTTH) berbasis GPON di Citra Garden Puri <i>cluster</i> Denza. Metode yang digunakan adalah melakukan observasi lapangan, dengan cara melakukan survey guna mengetahui kebutuhan peralatan yang akan digunakan dalam perancangan jalur. Setelah melakukan survey lapangan, peneliti menggunakan aplikasi Google Earth Pro untuk merancang peletakan ODP dan merancang jalur FTTH. Perhitungan analisa perancangan dilakukan mulai dari jarak STO Cengkareng. Hasil perhitungan link loss budget terbesar yang diperoleh peneliti adalah 22,0456 dB untuk upstream dan 21,5712 dB untuk downstream. Selain itu hasil perhitungan loss power link budget terbesar adalah -17,0456 dBm untukupstream, sedangkan -16,5712 dBm untuk downstream. Daya terkecil dari perhitungan power margin sebesar 6,9544 dB untuk upstream dan 7,4288 dB untuk downstream. Perhitungan rise time budget terkecil adalah sebesar 0,1001 ns untuk upstream, sedangkan untuk downstream sebesar 0,1019 ns. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, dapat dinyatakan bahwa perancangan layak untuk diterapkan karena semua hasil perhitungan telah memenuhi standarisasi PT. Telkom.</p>

*Corresponding author:Sandra Octaviani
Email address: Sandra.octaviani@atmajaya.ac.id

1. PENDAHULUAN

Seiring berjalannya waktu kebutuhan masyarakat akan internet semakin banyak, terutama sejak pandemi Covid-19 melanda [5]. Masyarakat telah terbiasa melakukan aktivitas dari rumah seperti *Work From Home* (WFH), sekolah *online* dan kuliah *online*. Tentunya dengan banyaknya aktifitas yang harus dilakukan dari rumah menyebabkan kebutuhan kecepatan internet semakin meningkat, semula kecepatan internet yang dibutuhkan sebesar 10 Mbps hingga 20 Mbps, sekarang kecepatan internet yang dibutuhkan minimal 20M bps .

Di sisi lain, perkembangan teknologi yang semakin berkembang mendorong masyarakat untuk memperoleh layanan yang lebih efisien. Pendistribusian internet pada awalnya memanfaatkan kabel tembaga sebagai sarana pendistribusian jaringan internet menuju tempat pelanggan. Maraknya kebutuhan internet oleh masyarakat membuat kabel tembaga tidak mampu menyediakan pelayanan yang optimal untuk masyarakat. Oleh karena itu, *Internet Service Provider (ISP)* dituntut untuk menyediakan layanan *Fiber to the Home (FTTH)* dengan arsitektur *Gigabit Capable Passive Optical Network (GPON)* .

FTTH merupakan jaringan *broadband* berbasis serat optik. Keunggulan dari penggunaan serat optik adalah memiliki kapasitas mentransmisikan data yang jauh lebih besar dibandingkan dengan penggunaan kabel tembaga, dalam artian *bandwidth* serat optik lebih besar daripada kabel tembaga. *Bandwidth* untuk serat optik mulai dari 150 hingga 600 Mbps, tentunya ini dapat memenuhi kebutuhan masyarakat yang hanya rata-rata memerlukan *bandwidth* sebesar 48.1 Mbps . Kapasitas transmisi dapat mencapai 1 Gbps dengan memanfaatkan serat optik, sehingga dapat memberikan pelayanan internet yang lebih optimal kepada pelanggan. Tidak hanya internet, *FTTH* dapat memberikan layanan *tripleplay*, yaitu; *voice* (telepon), *video* (IPTV), dan data (internet) [1] .

Kondisi yang ada sekarang beberapa rumah menggunakan koneksi internet *mobile*, dalam artian setiap rumah diharuskan untuk membeli kuota untuk memperoleh layanan internet, maka dari itu pihak pengembang merencanakan perancangan jaringan *FTTH* berbasis *GPON* untuk menjangkau seluruh rumah dalam cluster ini agar layanan internet melalui *GPON* yang lebih cepat dapat tersediakan.

2. LANDASAN TEORI

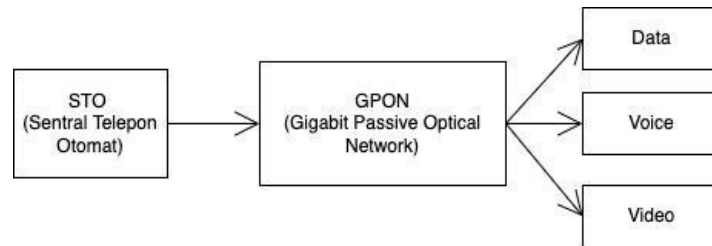
Penelitian ini menggunakan metode *network developement life cycle* (NDLC). Metode NDCL ini digunakan untuk mengembangkan atau merancang jaringan infrastruktur yang memungkinkan terjadinya pemantauan kinerja jaringan. Metode NDCL terdiri dari 6 tahapan yaitu *analysis*, *design*, *simulasi*, *prototyping*, *implementasi*, *monitoring*, dan *manajemen*. Penelitian ini hanya menggunakan 4 tahapan . Tahapan pertama yang perlu dilakukan adalah analisa, pada tahapan ini akan dilakukan survey lapangan, survey dilakukan untuk mengetahui alat yang digunakan dalam perancangan. Setelah selesai melakukan survey, tahapan selanjutnya adalah tahapan desain, pada tahapan ini dilakukan desain titik peletakan ODP dan perancangan jalur serat optik. Setelah selesai merancang jalur serat optik tahapan yang perlu dilakukan selanjutnya adalah tahapan simulasi, pada tahapan ini yang perlu dilakukan adalah melakukan simulasi untuk mengetahui besarnya *bandwidth* yang dapat diterima oleh ONT. Setelah simulasi dinyatakan berhasil, selanjutnya akan dilakukan implementasi desain yang telah dibuat pada daerah yang telah ditentukan. Tahapan terakhir yaitu mengevaluasi rancangan yang telah diterapkan, pada tahap evaluasi perancangan terdapat empat perhitungan yang harus dilakukan, yaitu *link loss budget*, *power link budget*, *power margin*, dan *rise time budget*. [6] [7] [8]

3. METODOLOGI PENELITIAN

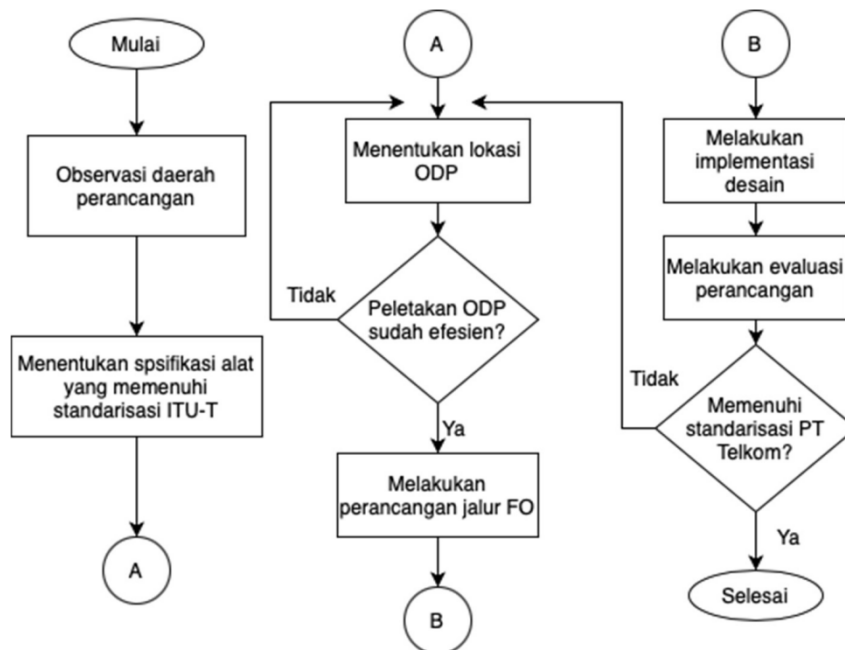
3.1 Cara Kerja Sistem

Sistem perancangan *FTTH* menggunakan arsitektur *GPON* sebagai perantara agar pelanggan dapat memperoleh layanan *tripleplay* yang meliputi *data*, *voice* dan *video* [3]. Observasi daerah letak perancangan merupakan hal yang harus dilakukan untuk sistem *FTTH*, dengan tujuan mengetahui kebutuhan peralatan yang akan digunakan dalam proses perancangan sistem. Setelah semua peralatan sudah ditentukan tahapan selanjutnya adalah untuk mencari titik dimana ODP akan diletakkan, penentuan titik ini merupakan tahapan yang harus dilakukan untuk meminimalisir *loss* dari kabel serat optik. Ketika peletakan ODP sudah ditentukan barulah dilakukan rancangan jalur serat optik. Setelah semua

perancangan telah dilakukan dengan bantuan Google Earth, sistem ini akan diimplementasikan langsung di lapangan. Tahapan akhir dari sistem perancangan *FTTH* adalah melakukan evaluasi sitem yang meliputi perhitungan *link loss budget*, *power link budget*, *power margin* dan *rise time budget* [2]. Sistem dapat dianggap layak jika semua perhitungan memenuhi standarisasi PT. Telkom.



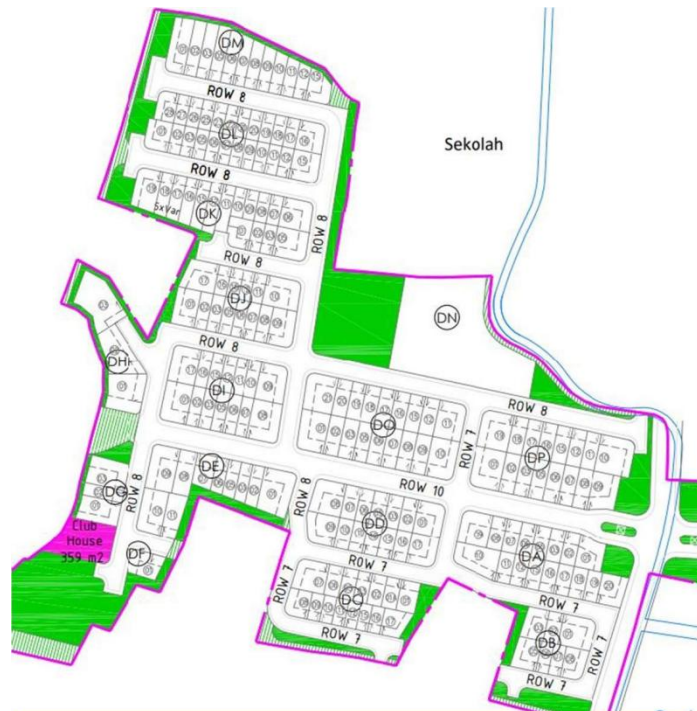
Gambar 1. Diagram blok rancangan sistem



Gambar 2. Diagram alir sistem perancangan FTTH

3.2 Observasi Daerah Perancangan

Observasi daerah perancangan berfungsi untuk mengetahui berapa banyak *user* yang akan menggunakan layanan *tripleplay*. Pada observasi yang telah dilakukan terdapat 147 calon *user* yang akan menggunakan layanan *tripleplay* berdasarkan banyaknya rumah yang dibangun pada *cluster* Denza perumahan Citra Garden Puri. Dari tinjauan lapangan perlu jarak dari STU terdekat ke lokasi perancangan akan dilaksanakan. Setelah mengetahui lokasi STU, lokasi *server room* juga perlu ditentukan. *Server room* merupakan lokasi dimana perangkat keras akan diletakan, perangkat keras yang dimaksud adalah OLT. Setelah lokasi STU Cengkareng dan lokasi *server room* telah ditentukan maka jarak dari STU Cengkareng sampai ke lokasi *server room* akan dihitung, perhitungan jarak lokasi STU Cengkareng sampai ke lokasi *server room*.

Gambar 3. Site plan *cluster* Denza

3.3 Analisa Peralatan

Pada perancangan ini dibutuhkan beberapa peralatan antara lain; kabel serat optik, *OLT* (*optical line terminal*), *splitter*, konektor, *ODC* (*optical distribution cabinet*), *ODP* (*optical distribution Point*) dan *ONT* (*optical network terminal*) [4]. Kabel serat optik yang digunakan pada perancangan ini adalah serat optik dengan standarisasi ITU-T G.625.D. *ODC* dan *ODP* merupakan tempat yang berfungsi untuk menampung kabel serat optik, standarisasi untuk *ODP* dan *ODC* yaitu memiliki penutup depan yang mudah diakses dan kabel serat optik dapat tersusun secara rapih. *OLT ZTE ZX10 C300* merupakan *OLT* yang digunakan dalam perancangan ini. Sedangkan untuk *ONT* yang digunakan pada perancangan ini adalah *ONT ZTE F660*. Penelitian ini menggunakan satu (1) buah *OLT*, satu (1) buah *ODC*, 15 buah *ODP* dan 70 buah *ONT*.

3.4 Peletakan *ODP*

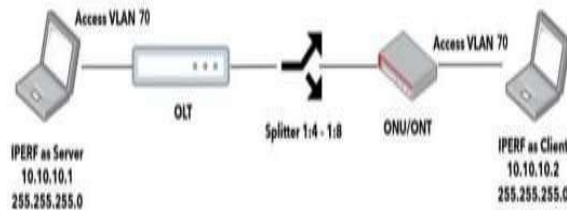
Penentuan letak *ODP* yang terbaik adalah dengan cara menentukan berapa banyak *ODP* dan jenis *ODP* yang akan diletakan pada setiap titik tersebut, karena kebutuhan *ODP* pada masing- masing titik bisa berbeda tergantung berapa banyak *user* yang akan dilayani [6]. Pada perancangan ini terdapat 15 *ODP pedestal*. Setiap *ODP* dapat menampung satu (1) hingga tiga (3) *core*, daya tampung *core* pada *ODP* berdasarkan lokasi peletakan *ODP* tersebut, jika letak *ODP* dapat menjangkau banyak rumah maka *ODP* tersebut akan menampung tiga (3) *core*. Setelah lokasi *ODP* ditentukan maka pembuatan jalur *FTTH* hanya membuat garis yang dapat memenuhi semua titik *ODP* akan diletakan. Penarikan garis ini bermula dari *server room cluster* Citra Garden Puri. Jalur yang telah dirancang dari *OLT* yang terletak pada *server room* menuju setiap *ODP* yang terletak didalam *cluster* Denza .



Gambar 4. Jalur FTTH perumahan denza

3.5 Pengujian besar bandwidth yg dapat diterima client

Pada aplikasi *PuTTY* dilakukan pembatasan *bandwidth* yang dapat dikirim dan dapat diterima oleh *GPON* menuju *ONT*. Sedangkan pada *command prompt* dilakukan percobaan apakah *ONT* dapat menerima *bandwidth* yang telah dikonfigurasi melalui aplikasi *PuTTY*. Untuk melakukan pengujian ini dibutuhkan dua (2) buah laptop yang masing-masing memiliki tahapan yang berbeda.



Gambar 5. Topologi pengujian bandwidth ONT

Satu (1) laptop akan digunakan sebagai *server* yang berfungsi sebagai pengirim *bandwidth* dan laptop yang lainnya akan digunakan sebagai *client* yang berfungsi sebagai penerima.

4. PEMBAHASAN DAN HASIL

Evaluasi perancangan bertujuan untuk menguji sistem yang telah diterapkan telah memenuhi standarisasi PT. Telkom. Pada evaluasi ini terdapat 4 perhitungan yang akan dilakukan yaitu; *link loss budget*, *power link budget*, *power margin* dan *rise time budget*. Tidak hanya perhitungan pada evaluasi ini pengujian *bandwidth* juga akan dilakukan pada *OLT* dan *ONT*.

Pengujian *link loss budget* menggunakan jarak dari *STO* sampai pada titik *ONT*. Jarak yang digunakan adalah jarak terdekat dan jarak terjauh dari *OLT* yang berlokasi pada *server room*. Standarisasi PT. Telkom untuk *link loss budget* berada diantara 8dB hingga 28 dB. Hasil perhitungan *link loss budget* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil perhitungan link loss budget

Penjelasan		a total	Kondisi
Terjauh	Up	22,0465 dB	Baik
	Down	21,5712 dB	Baik
Terdekat	Up	21,8802 dB	Baik
	Down	21,4382 dB	Baik

Berdasarkan Tabel 1 dapat dinyatakan bahwa seluruh perhitungan *link loss budget* memenuhi standarisasi PT. Telkom.

Perhitungan *power link budget* dilakukan dengan pengukuran daya *OLT* dan perhitungan *link loss budget*. Standarisasi PT. Telkom untuk *link loss budget* berada diantara -8dBm hingga -27dBm.

Tabel 2. Hasil *power link budget*

Penjelasan		Prx	Kondisi
Terjauh	<i>Up</i>	-17,0456 dBm	Baik
	<i>Down</i>	-16,5712 dBm	Baik
Terdekat	<i>Up</i>	-16,8802 dBm	Baik
	<i>Down</i>	-16,4382 dBm	Baik

Berdasarkan Tabel 2 dapat dinyatakan bahwa seluruh perhitungan *power link budget* memenuhi standarisasi PT. Telkom.

Perhitungan *power margin* menggunakan pengukuran daya *OLT* pada *server room*, dgn daya *ONT* adalah daya maksimal. Standarisasi ITU-T nilai *power margin* lebih besar dari nol.

Tabel 3. Hasil *power margin*

Penjelasan		M	Kondisi
Terjauh	<i>Up</i>	6,9544 dB	Baik
	<i>Down</i>	7,4288 dB	Baik
Terdekat	<i>Up</i>	7,1198 dB	Baik
	<i>Down</i>	7,5618 dB	Baik

Berdasarkan Tabel 3 dapat dinyatakan bahwa seluruh perhitungan *power margin* memenuhi standarisasi ITU-T.

Perhitungan *Rise time budget* yang dilakukan untuk mengevaluasi apakah kerja jaringan secara keseluruhan telah tercapai dan mampu memenuhi kapasitas kanal yang diinginkan. Standarisasi PT. Telkom nilai *rise time budget* yang memenuhi adalah *rise time budget* harus lebih kecil dibandingkan dengan nilai *tr*. Hasil perhitungan *tr* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil perhitungan *tr*

Penjelasan	tr
<i>Uplink</i>	0,5627 ns
<i>Downlink</i>	0,2813 ns

Tabel 5. Hasil *power margin*

Penjelasan		t_{sys}	Kondisi
Terjauh	<i>Up</i>	0,1001 ns	Baik
	<i>Down</i>	0,1019 ns	Baik
Terdekat	<i>Up</i>	0,1000 ns	Baik
	<i>Down</i>	0,1006 ns	Baik

Berdasarkan Tabel 5 dinyatakan bahwa seluruh perhitungan *rise time budget* memenuhi standarisasi PT.Telkom karena nilai yang diperoleh lebih kecil dibandingkan dengan nilai tr.

Untuk pengujian pembatasan bandwidth yang dilakukan pada *interface port GPON*. *bandwidth upstream* dan *downstream* yang diinginkan sebesar 1 Gigabit/s, dan *vlan* yang digunakan untuk komunikasi antara *OLT* dan *ONT* adalah *vlan 70*.

```
VGPON00-D2-CKG-3PSM#show run interface gpon-onu_1/2/8:6
Building configuration...
interface gpon-onu_1/2/8:6
description TEST ONT
tcont 1 profile Up-1,1G
gemport 1 tcont 1
gemport 1 traffic-limit downstream DOWN-1,1G
service-port 1 vport 1 user-vlan 70 vlan 70
!
end
```

Gambar 8. Hasil pembatasan bandwidth melalui aplikasi PuTTY

Pengujian besar *bandwidth* yang dapat di peroleh ONT menggunakan *software* iPerf3, dan peneliti melakukan pengujian sebanyak 15 percobaan dari *server* maupun *client*. Besarnya *bandwidth* yang terlihat dari hasil percobaan *server* merupakan penentu besarnya *bandwidth* pada *client*, karena pada percobaan ini server dapat dianggap sebagai besar *bandwidth* yang dapat dipancarkan oleh *OLT ISP*

```
C:\Users\ASUS\Downloads\iperf-3.1.3-win64>iperf3 -s 10.10.10.1
-----
Server listening on 5201
-----
Accepted connection from 10.10.10.2, port 61857
[ 5] local 10.10.10.1 port 5201 connected to 10.10.10.2 port 61858
[ ID] Interval           Transfer     Bandwidth
[ 5] 0.00-1.00 sec      95.0 MBytes  796 Mbits/sec
[ 5] 1.00-2.00 sec     112 MBytes  936 Mbits/sec
[ 5] 2.00-3.00 sec     112 MBytes  940 Mbits/sec
[ 5] 3.00-4.00 sec     112 MBytes  940 Mbits/sec
[ 5] 4.00-5.00 sec     112 MBytes  940 Mbits/sec
[ 5] 5.00-6.00 sec     112 MBytes  938 Mbits/sec
[ 5] 6.00-7.00 sec     112 MBytes  939 Mbits/sec
[ 5] 7.00-8.00 sec     112 MBytes  937 Mbits/sec
[ 5] 8.00-9.00 sec     110 MBytes  922 Mbits/sec
[ 5] 9.00-10.00 sec    112 MBytes  939 Mbits/sec
[ 5] 10.00-11.00 sec   112 MBytes  937 Mbits/sec
[ 5] 11.00-12.00 sec   112 MBytes  940 Mbits/sec
[ 5] 12.00-13.00 sec   112 MBytes  939 Mbits/sec
[ 5] 13.00-14.00 sec   112 MBytes  940 Mbits/sec
[ 5] 14.00-15.00 sec   112 MBytes  938 Mbits/sec
[ 5] 15.00-15.05 sec   5.66 MBytes  933 Mbits/sec
-----
[ ID] Interval           Transfer     Bandwidth
[ 5] 0.00-15.05 sec    0.00 Bytes  0.00 bits/sec
[ 5] 0.00-15.05 sec    1.63 GBytes  928 Mbits/sec
-----
sender
receiver
```

Gambar 9. Hasil *bandwidth* yang dapat dikirim OLT

Berdasarkan data yang diperoleh diketahui bahwa *OLT* dapat menyalurkan *bandwidth* rata-rata sebesar 928 Mbps. *Client* merupakan *end-user* atau dengan istilah lain merupakan pelanggan internet dari *ISP* tersebut. Besarnya *bandwidth* yang dapat diterima oleh *client* tentu penting untuk diketahui karena merupakan besaran *bandwidth* yang diperoleh pelanggan.


```

C:\Users\PREDATOR\Downloads\iperf-3.1.3-win64>iperf3 -c 10.10.10.1 -b 1200M -t 15
Connecting to host 10.10.10.1, port 5201
[ 4] local 10.10.10.2 port 59466 connected to 10.10.10.1 port 5201
[ ID] Interval           Transfer     Bandwidth
[ 4]  0.00-1.00   sec    100 MBytes   838 Mbits/sec
[ 4]  1.00-2.00   sec    112 MBytes   940 Mbits/sec
[ 4]  2.00-3.00   sec    112 MBytes   941 Mbits/sec
[ 4]  3.00-4.00   sec    112 MBytes   940 Mbits/sec
[ 4]  4.00-5.00   sec    112 MBytes   941 Mbits/sec
[ 4]  5.00-6.00   sec    112 MBytes   941 Mbits/sec
[ 4]  6.00-7.00   sec    112 MBytes   941 Mbits/sec
[ 4]  7.00-8.00   sec    112 MBytes   941 Mbits/sec
[ 4]  8.00-9.00   sec    112 MBytes   940 Mbits/sec
[ 4]  9.00-10.00  sec    112 MBytes   940 Mbits/sec
[ 4] 10.00-11.00  sec    112 MBytes   941 Mbits/sec
[ 4] 11.00-12.00  sec    112 MBytes   941 Mbits/sec
[ 4] 12.00-13.00  sec    112 MBytes   940 Mbits/sec
[ 4] 13.00-14.00  sec    112 MBytes   941 Mbits/sec
[ 4] 14.00-15.00  sec    112 MBytes   941 Mbits/sec
- - - - -
[ ID] Interval           Transfer     Bandwidth
[ 4]  0.00-15.00  sec    1.63 GBytes   934 Mbits/sec
[ 4]  0.00-15.00  sec    1.63 GBytes   934 Mbits/sec
iperf Done.

```

Gambar 40. Hasil percobaan *client*

Hasil percobaan di atas menunjukkan bahwa besarnya *bandwidth* yang dapat diperoleh pelanggan tidak konstan setiap detiknya. Setiap detiknya pelanggan dapat menerima rata-rata 934 *Mbps* dari total data yang dikirimkan sebesar 1,63 Gbps.

5. KESIMPULAN

1. Perancangan jalur *FTTH* berbasis *GPON* telah memenuhi standar PT Telkom.
2. Perhitungan *link loss budget* yang di hasilkan sebesar 22,0465 dB untuk *upstream* dan 21,5712 dB utk *downstream*.
3. Perhitungan *loss* terbesar pada *power link budget* sebesar -17,0465 dBm untuk *uplink* dan -16,5172 dBm untuk *downlink*.
4. Perhitungan daya *power margin* terkecil yang dihasilkan adalah sebesar 6,9544 dB untuk *upstream* dan 7,4828 dB untuk *downstream*.
5. Nilai *rise time budget* terkecil untuk *upstream* adalah sebesar 0,1001 ns dan 0,1019 ns untuk *downstream*.
6. *Hardware* yang telah terinstalasi memenuhi kebutuhan *bandwidth* pelanggan hingga 934 Mbps.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. H. Royani and M. Zulfin, "Modernisasi Jaringan Akses Tembaga Dengan Fiber Optik ke Pelanggan," *Singuda ENSIKOM*, vol. 1, no. 1, 2013.
- [2] B. Dermawan, I. Santoso, and T. Prakoso, "ANALISIS JARINGAN FTTH (FIBER TO THE HOME) BERTEKNOLOGI GPON (GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK)," *Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 18, no. 1, pp. 30-37, Apr. 2016.
- [3] E. Safrianti and W. T. Mukti, "Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Link STO Arengka Ke Perumahan Villa Melati Permai II," *JOMFTEKNIK*, vol. 4, no. 2, 2017.
- [4] F. Pahlawan, D. A. Cahyasiwi dan K. Fayakun, "Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON): Studi Kasus Perumahan Graha Permai Ciputat," *Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA*, vol. 2, 2017.
- [5] H. Sutadi, "Pandemi dan Meningkatnya Kebutuhan Akses Data Internet," *Kontan*, 26 2 2021. [Online]. Available: <https://adv.kontan.co.id/news/pandemi-dan-meningkatnya-kebutuhan-akses-data-internet>. [Accessed 28 10 2021].

- [6] R. Jepri, "Perancangan Jaringan Akses FIBER TO THE HOME (FTTH) MENGGUNAKAN TEKNOLOGI GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK (GPON)," *Jurnal Ilmiah Universitas Tanjungpura*, vol. 2, no. 1, 2014.
- [7] R. Kurniawan, "Analisis dan Implementasi Desain Jaringan Hotspot Berbasis Mikrotik Menggunakan Metode NDLC (Network Development Life Cycle) pada BPU Bagas Raya Lubuk Linggau," *Jurnal Ilmiah Betrik*, vol. 1, no. 7, pp. 53-55, 2016.
- [8] S. Ridho, A. N. A. Yusuf, S. Andra, D. N. S. Sirin and C. Apriono, "Perancangan Jaringan Fiber to the Home (FTTH) pada Perumahan di Daerah Urban," *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, vol. 9, no. 1, 2020.