



# **JURNAL ELEKTROKRISNA**

## **UNIVERSITAS KRISNADWIPAYANA**

**Vol. 7 No. 2 Februari 2019**

**ISSN : 2302-4712**

**Analisa Resistansi Elektroda Pentanahan Pada Menara Transmisi 150 Kv Pltgu Cilegon – Cilegon Baru**

**Oleh : Triongko Priyono, Sulaeman**

**Optimalisasi Program Plc Untuk Cek A/F Sensor Pada Mesin Test Bench Oleh : Lukman Aditya, Dumes Hasudungan**

**Safety Smart Home Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Atmega328p Dan Smoke Detector Mq-2**

**Oleh : Sri Hartanto, Muhammad Irhamni**

**Studi Penerapan Layanan Voice Over Internet Protocol (Voip) Berbasis Raspberry PI**

**Oleh : Teten Dian Hakim, Muryadi**

**Perencanaan Jaringan FttH Dengan Teknologi Gpon Di Perumahan Bumi Dirgantara Permai**

**Oleh : Slamet Purwo, Tri Andrianto**

**Analisa Pengujian Transformator 2 Mva 33,42/0,575 Kv**

**Oleh : Ujang Wiharja, Yayan Supriyadi**

**Analisis Aliran Daya Pada Gedung Bertingkat Dengan Sumber Tegangan 20kv Menggunakan Etap 12.6**

**Oleh : Abdul Kodir Al Bahar, Gusti Febriyanto**

**Optimalisasi Energi Listrik Di Antara Penggunaan Kapasitor Daya Dengan Motor Sinkron**

**Oleh: Nurhabibah Naibaho**

**Penerbit**

**Universitas Krisnadwipayana**

**(Dikelola Oleh Fakultas Teknik Prodi Teknik Elektro)**

## **SUSUNAN DEWAN REDAKSI**

### **Penanggung Jawab**

Ir. Ayub Muktiono, MSiP

(Dekan Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana )

### **Penasehat**

Dr. Ir. Samuel Th Salean. MSi (P2M FT. UNKRIS)

Ir. Triongko Priyono, MT (Wadek III FT. UNKRIS)

### **Pemimpin Redaksi**

Dr. Zefri, MSi

### **Tim Redaksi**

Teten Dian Hakim, ST, MT

Slamet Purwo Santosa, ST. MT

Ujang Wiharja, ST, MT

Abdul Kodir Al Bahar, ST, MT

### **Penyunting Ahli**

Sri Hartanto, ST. MT

Ir. Nurmiati Pasra, MT (Dosen STT-PLN)

Ir. Achmad Rofi,i. MT (Dosen Univ.17 Agustus Jkt)

Syah Alam, Spd, MT (Dosen USAKTI)

### **Kesekretariatan**

Dwi Octaviana, S.Sos, MSi

## **ALAMAT PENERBIT**

Universitas Krisnadwipayana

Jl. Kampus UNKRIS Jatiwaringin, Jakarta 13077

Gedung G (Fakultas Teknik) Lantai 2 Ruang Seketariat Jurusan Teknik Elektro

Telepon :.021-84998529

E-Mail : [elektrounkrisna@yahoo.com](mailto:elektrounkrisna@yahoo.com)

---

---

**DAFTAR ISI**

|   |       |
|---|-------|
| Sampul Depan.....   | i     |
| Susunan Dewan Redaksi.....  | ii    |
| Alamat Penerbit.....  | ii    |
| Pengantar Redaksi.....  | iii   |
| Ketentuan Penulisan.....  | iv    |
| Daftar Isi.....   | v     |
| I. Analisa Resistansi Elektroda Pentanahan Pada Menara Transmisi 150 KV<br>PLTGU Cilegon – Cilegon Baru, Oleh : Triongko Priyono, Sulaeman .....  | 1-14  |
| II. Optimalisasi Program PLC Untuk Cek A/F Sensor Pada Mesin Test Bench,<br>Oleh : Lukman Aditya, Dumes Hasudungan .....                          | 15-26 |
| III. Safety Smart Home Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Atmega328p<br>Dan Smoke Detector MQ-2, Oleh : Sri Hartanto, Muhammad Irhamni .....     | 27-34 |
| IV. Studi Penerapan Layanan Voice Over Internet Protocol (Voip) Berbasis<br>Raspberry PI, Oleh : Teten Dian Hakim, Muryadi .....                  | 35-44 |
| V. Perencanaan Jaringan Ftth Dengan Teknologi Gpon Di Perumahan Bumi<br>Dirgantara Permai, Oleh : Slamet Purwo, Tri Andrianto.....                | 45-56 |
| VI. Analisa Pengujian Transformator 2 Mva 33,42/0,575 KV,<br>Oleh : Ujang Wiharja, Yayan Supriyadi .....  | 57-67 |
| VII. Analisis Aliran Daya Pada Gedung Bertingkat Dengan Sumber Tegangan<br>20 KV Menggunakan ETAP 12.6 Oleh : Abdul Kodir Al Bahar, Gusti F ..... | 68-77 |
| VIII. Optimalisasi Energi Listrik Di Antara Penggunaan Kapasitor Daya<br>Dengan Motor Sinkron Oleh : Nurhabibah Naibaho .....                     | 78-85 |

## PERENCANAAN JARINGAN FTTH DENGAN TEKNOLOGI GPON DI PERUMAHAN BUMI DIRGANTARA PERMAI

Slamet Purwo S, ST, MT<sup>1</sup>, Tri Andriyanto<sup>2</sup>

[slametpurwo@unkris.ac.id](mailto:slametpurwo@unkris.ac.id), [triandriyanto@gmail.com](mailto:triandriyanto@gmail.com)

**ABSTRAK** - Kabel optik sekarang makin berkembang tidak hanya digunakan pada *link backbone*, tapi juga untuk *link akses* sampai ke rumah pelanggan, yang disebut sebagai jaringan *Fiber to the Home (FTTH)*. Oleh karenanya, diperlukan perancangan jaringan yang baik sebelum kabel optik digelar dan perangkat dipasang. Pada penelitian ini perancangan akan dilakukan di wilayah Perumahan Bumi Dirgantara Permai, Bekasi. Perumahan Bumi Dirgantara Permai dipilih menjadi pembahasan dalam penelitian ini karena jarak dari OLT hingga ke FAT yang cukup jauh yaitu mencapai 9,9 Km sehingga penulis tertarik untuk melakukan analisa terhadap jaringan FTTH khususnya untuk perumahan ini.

Dari hasil perhitungan *Power Link Budget*, pada margin daya lebih dari nol, yaitu 2.24 dBm untuk *downlink* dan 0.75 dBm untuk *uplink*. Ini menunjukkan bahwa jaringan FTTH sudah memenuhi standar ITU-T G.984. Dari hasil perhitungan total *rise time budget downlink* sebesar 0.2893 ns masih di bawah maksimum *rise time* dari *bit rate* sinyal *downlink* NRZ sebesar 0.2917 ns. Dan total *rise time budget uplink* sebesar 0.2585 ns masih di bawah maksimum *rise time* dari *bit rate* sinyal *downlink* NRZ sebesar 0.5833 ns. Berarti dapat disimpulkan bahwa sistem memenuhi *rise time budget*. Dengan didapatkan hasil pengukuran lebih besar dari hasil perancangan, maka ini menunjukkan bahwa perancangan sudah memenuhi standar ITU-T G.984, yakni  $Pr > -28$  dBm.

**ABSTRACT** - *Optical cables are now growing not only used on backbone links, but also for access links to customers' homes, which are referred to as Fiber to the Home (FTTH) networks. Therefore, it is necessary to design a good network before the optical cable is held and the device is installed. In this Final Project the design will be carried out in the Bumi Dirgantara Permai Housing Area, Bekasi. Bumi Dirgantara Permai Housing was chosen as the discussion in this Final Project because the distance from OLT to FAT was quite far, reaching 9.9 Km so the authors were interested in analyzing FTTH networks specifically for this housing.*

*From the calculation of Power Link Budget, the power margin is more than zero, which is 2.24 dBm for the downlink and 0.75 dBm for the uplink. This shows that the FTTH network already meets the ITU-T G.984 standard. From the results of the total calculation the rise time budget downlink is 0.2893 ns still below the maximum rise time of the NRZ downlink bit rate of 0.2917 ns. And the total rise time budget uplink of 0.2585 ns is still below the maximum rise time of the downlink NRZ signal bit rate of 0.5833 ns. It means that it can be concluded that the system meets the rise time budget. With the measurement results obtained greater than the results of the design, then this shows that the design meets the ITU-T G.984 standard, which is  $Pr > -28$  dBm.*

*Keywords : Fiber Optic, GPON, FTTH, Power Link Budget, Rise Time Budget*

**I. PENDAHULUAN**

Dunia telekomunikasi dan para penggunanya saat ini tidak hanya didominasi oleh komunikasi suara saja, melainkan sudah diimbangi dan merambah ke komunikasi data dan video. Seluruh informasi dikirimkan dalam satu media yang sama baik itu untuk suara, data, dan video. Dibutuhkan media transmisi yang handal dengan kapasitas besar untuk dapat melewati berbagai layanan tersebut. Media transmisi kabel tembaga dinilai belum cukup untuk mengirimkan informasi berkapasitas besar dengan kecepatan tinggi. Sehingga saat ini banyak operator yang berlomba-lomba untuk meningkatkan kualitas layanannya dengan membangun infrastruktur kabel optik sampai ke rumah pelanggan. Penggunaan kabel serat optik adalah karena kabel ini mampu melewati data kapasitas besar dengan kecepatan tinggi dan memiliki bandwidth yang lebar. [1]

Pengimplementasian kabel fiber optik sangat cocok untuk komunikasi backbone dengan jarak yang jauh. Akan tetapi, saat ini penggunaan kabel optik tidak hanya untuk kebutuhan backbone, melainkan sudah sampai ke sisi akses. Infrastruktur kabel optik yang dibangun dari sentral sampai ke end-user disebut sebagai jaringan Fiber To The Home (FTTH). Dimana teknologi yang sering digunakan adalah Gigabit Passive Optical Network (GPON) sebagai standar perangkat yang digunakan. [1]

**II. TEORI DASAR GPON (Gigabit Passive Optical Network)**

GPON merupakan teknologi yang didukung oleh jaringan akses

serat optik dan memiliki kapasitas bandwidth besar, kecepatan akses lebih cepat, serta dapat melayani tiga layanan (triple play) berupa data, suara, video. Bila sebelumnya pelanggan dalam menggunakan internet membutuhkan modem, melakukan panggilan telepon atau IPTV dengan peralatan berbeda, maka penerapan GPON menyebabkan pelanggan bisa menggunakan layanan tersebut hanya pada satu alat bernama ONU (Optical Network Unit). Namun, dalam proses transmisi melalui serat optik tidak menutup kemungkinan terjadinya degradasi sinyal yang disebabkan karena redaman dan dispersi sehingga dapat mengganggu proses transmisi [3].

**Standar GPON**

Tabel 1. Standar Teknologi GPON.

|                        |                           |
|------------------------|---------------------------|
| Karakteristik          | GPON                      |
| Standarisasi           | ITU-T G.984               |
| Rilis Draft Dokumen    | 2002                      |
| Frame                  | ATM                       |
| Efisiensi Frame        | ~92%                      |
| Bandwidth              | Downstream 2,5 Gbps       |
|                        | Upstream 1,25 Gbps        |
| Bandwidth per user     | 2,5 / 32 = 75 Mbps / ONU  |
|                        | 2,5 / 64 = 35 Mbps / ONU  |
|                        | 2,5 / 128 = 15 Mbps / ONU |
| Layanan                | Data, voice, video        |
| Jarak Maksimum         | 20 Km                     |
| Jumlah Percabangan ONU | 1 : 32                    |
|                        | 1 : 64                    |
|                        | 1 : 128                   |
| Keamanan               | AES 128 bit               |

## Metode Perhitungan

### Power Link Budget

Perhitungan *link power budget* untuk mengetahui batasan redaman total yang diijinkan antara daya keluaran pemancar dan sensitivitas penerima. Perhitungan ini dilakukan berdasarkan standarisasi ITU-T G.984 dan juga peraturan yang diterapkan oleh PT. XL Axiata Tbk, yaitu jarak tidak lebih dari 10 km dan redaman total tidak lebih dari 28 dB atau  $P_r - 28$  dBm. Bentuk Persamaan untuk perhitungan redaman total pada *link power*, yakni [7] :

- Redaman total system ( $a_{tot}$ ) =  

$$L \cdot a_{serat} + N_c \cdot a_c + N_s \cdot a_s + a_{sp} + a_{c2}$$

Untuk Bentuk persamaan untuk perhitungan margin daya adalah [7] :

- Margin daya ( $M$ ) =  $(P_t - P_r) - a_{tot} - M_s$

Keterangan :

- $P_t$  = daya keluaran sumber optik (dBm),
- $P_r$  = sensitivitas daya maksimum detektor (dBm),
- $M_s$  = *safety margin*, sekitar 4 dB,
- $a_{tot}$  = redaman total sistem (dB),
- $L$  = panjang serat optik (km),
- $a_c$  = redaman Konektor (dB/buah),
- $a_s$  = redaman sambungan (dB/sambungan),
- $a_{serat}$  = redaman serat optik (dB/Km),
- $N_s$  = Jumlah sambungan,
- $N_c$  = Jumlah konektor,
- $a_{sp}$  = Redaman *Splitter* (dB).

*Margin* daya disyaratkan harus memiliki nilai lebih dari 0 (nol). *Margin* daya adalah daya yang masih tersisa dari *power transmit* setelah dikurangi dari *loss* selama proses pentransmisian, pengurangan dengan nilai *safety margin* dan pengurangan dengan nilai sensitivitas *receiver*.

### Rise Time Budget

*Rise time budget* merupakan metode untuk menentukan batasan dispersi suatu *link* serat optik. Tujuan dari metode ini adalah untuk menganalisis apakah kinerja jaringan secara keseluruhan telah tercapai dan mampu memenuhi kapasitas kanal yang diinginkan. Umumnya degradasi total waktu transisi dari *link* digital kurang dari atau sama dengan 70 persen dari satu periode bit NRZ (*Non-Return-to-Zero*) Perhitungan *Rise time budget* menggunakan Persamaan 2.3 dan 2.4 yaitu [7]:

Menghitung maksimum *rise time* dari bit rate NRZ menggunakan Persamaan 2.3

$$T_r = 0.7/B_r \quad (2.1)$$

Menghitung Total *Rise time budget* menggunakan Persamaan 2.4

$$t_{total} = (t_{tx}^2 + t_{intramodal}^2 + t_{intermodal}^2 + t_{rx}^2)^{1/2} \quad (2.2)$$

Dengan :

$B_r$  = *bit rate* (Gbps)

$t_r$  = maksimum *rise time* (ns)

$t_{total}$  = total *rise time budget* (ns),

$t_{tx}$  = *rise time transmitter* (ns),

$t_{rx}$  = *rise time receiver* (ns), dan

$t_{intermodal}$  = bernilai nol untuk serat optik *single mode* (ns).

## III. METODE PENELITIAN

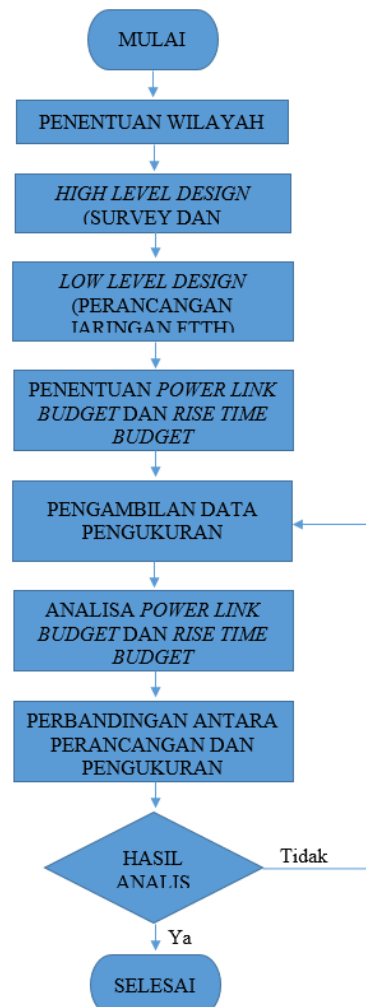
### Penentuan Studi Lapangan

Penentuan studi lapangan pada Penelitian ini yaitu berlokasi di Perumahan Bumi Dirgantara Permai yang beralamat di Jl. Dirgantara Raya RW12, Kelurahan Jatisari, Kecamatan Jatiasih, Kota Bekasi. Perumahan Bumi Dirgantara Permai merupakan salah satu perumahan di wilayah Bekasi yang sedang dibangun jaringan FTTH. Perumahan ini ditentukan sebagai Lokasi Penelitian karena berjarak cukup jauh dari OLT yaitu sekitar 9 Km. Layanan internet

*broadband* berkecepatan sangat tinggi yaitu *up to* 300 Mbps sangat dibutuhkan untuk menarik minat pelanggan di perumahan ini. Diagram Blok Penelitian

Penelitian dimulai dengan penentuan wilayah atau perumahan atau *cluster* yang akan digelar jaringan FTTH. Kemudian dilakukan survey dan pemetaan di perumahan tersebut, dilanjutkan dengan perancangan jaringan FTTH secara detil, lalu dilakukan juga perhitungan *power link budget*. Pengambilan data dilakukan pada saat fase implementasi. Setelah itu dilakukan analisa dan perbandingan antara perhitungan dan pengukuran. Kemudian akan didapatkan hasil analisa kelayakan dari perbandingan tersebut sehingga akan didapatkan

kesimpulan.



**Penentuan Wilayah**

Penentuan wilayah atau perumahan yang akan dilakukan penggelaran jaringan FTTH pada PT. XL Axiata Tbk dilakukan oleh tim akuisisi dimana penentuannya menggunakan beberapa kriteria diantaranya harga rumah, tingkat kepadatan penghuni atau okupansi, tingkat penggunaan data seluler, banyaknya operator pesaing, serta banyaknya peminat melalui survey. Dalam Penelitian ini tidak akan membahas secara detil mengenai proses penentuan wilayah tersebut.



### High Level Design (Survey dan Pemetaan)

Survey dan pemetaan dilakukan untuk membuat peta dasar atau *Base Map* sehingga dari peta tersebut bisa dilakukan *filter* berikutnya yaitu pemilihan rumah rumah yang berpotensi yang akan di-*cover* jaringan FTTH. Pemetaan ini juga diperlukan untuk menggambarkan bangunan serta posisi dari infrastruktur yang ada seperti posisi tiang listrik yang akan dijadikan referensi penempatan tiang untuk jaringan FTTH, dimana tiang FTTH akan dipasang disebelah tiang listrik agar tidak mengganggu kondisi yang sudah ada. Survey ini juga dilakukan untuk merencanakan posisi FDT dan tiang yang akan dipasang dimana penempatannya harus mendapatkan persetujuan dari warga dan ketua Rukun Tetangga dan ketua Rukun Warga setempat. Selain itu pemetaan juga diperlukan untuk menggambarkan atribut rumah seperti nomor rumah, nama blok, nama jalan. Survey dan pemetaan dilakukan dengan menggunakan GPS (*Global Positioning System*) agar posisi perangkat yang dipetakan akurat dan sesuai dengan posisi aktual dilapangan. Pada gambar dibawah ini dapat dilihat *base map* hasil pemetaan Perumahan Dirgantara Permai.

### Low Level Design (Perancangan Jaringan FTTH)

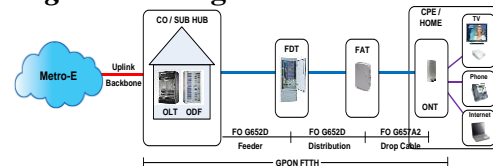
Hasil dari survey dan pemetaan berupa *Base Map* akan digunakan sebagai gambar dasar untuk melakukan perancangan jaringan FTTH atau *As Plan Drawing*. Perancangan jaringan FTTH akan mengacu kepada standar dan spesifikasi yang ditetapkan oleh bagian *Planning* dan *Engineering* perusahaan. *Design* hasil perancangan FTTH untuk Perumahan Bumi Dirgantara Permai berupa *As Plan*

*Drawing* dapat dilihat pada gambar dibawah ini

### Penentuan Power Link Budget dan Rise Time Budget

Dalam penentuan *power link budget* dan *rise time budget*, penulis akan melakukan perhitungan *loss* pada masing – masing *segment* yang ada pada konfigurasi. Penentuan ini menggunakan persamaan yang akan di bahas pada persamaan di Bab berikutnya. Kemudian perkiraan redaman total atau *total loss* pada jaringan FTTH yang didapat dari perhitungan *power link budget* dicantumkan dalam *As Plan Drawing*.

### Single Line Diagram FTTH



Seperti terlihat pada Gambar diatas, sistem GPON FTTH terdiri atas 4 bagian utama yaitu :

#### 1. CO (*Central Office*)

*Central Office* biasanya di tempatkan pada pusat penyedia layanan *provider* untuk menghantarkan layanan kepada setiap pengguna dalam jaringan rangkaian sistem. Pada CO (*Central Office*) terdiri dari OLT (*Optical Line Termination*) dan ODF (*Optical Distribution Frame*). OLT merupakan ujung *fiber* optik pada bagian CO yang menghubungkan jaringan satu ke jaringan lain. Pada jaringan ini, OLT akan terhubung dengan ODF menggunakan sebuah patch cord serat optik.

#### 2. FDT (*Fiber Distribution Terminal*)

Suatu perangkat yang terbuat dari material khusus yang berfungsi sebagai tempat instalasi sambungan jaringan optik dan dilengkapi ruang manajemen *fiber* dengan kapasitas tertentu pada jaringan akses optik pasif (PON), untuk hubungan



telekomunikasi. Pada sambungan ini, kabel *feeder* menghubungkan *Optical Distribution Frame* (ODF) dan *Fiber Distribution Terminal* (FDT) serta menghubungkan kabel distribusi ke *Fiber Access Terminal* (FAT).

3. FAT (*Fiber Access Terminal*)

FAT (*Fiber Access Terminal*) adalah tempat terminasi kabel yang memiliki sifat-sifat tahan korosi, tahan cuaca, kuat dan kokoh dengan konstruksi untuk dipasang diluar. FAT berfungsi sebagai tempat instalasi sambungan jaringan optik *single-mode* terutama untuk menghubungkan kabel *fiber optic* distribusi dan kabel drop. Perangkat FAT dapat berisi *optical pigtail*, *connector adaptor*, *splitter* dan dilengkapi ruang manajemen *fiber* dengan kapasitas tertentu.

4. CPE (*Customer Premise Equipment*)

CPE (*Customer Premise Equipment*) merupakan bagian titik akhir yang berisikan perangkat ONT (*Optical Network Termination*). Pada bagian ini, akan di lakukan instalasi dari sisi ODP hingga ONT menggunakan *drop cable*, dimana pada kedua ujung *drop cable* di-*splicing* langsung ke *Splice On Connector* (SOC) tipe SC/APC.

**Perencanaan Penelitian**

Tabel 2. Standar sinyal FTTH di PT. XL Axiata Tbk

| Parameter                    | Spesifikasi | Satuan |
|------------------------------|-------------|--------|
| <i>Upstream Wavelength</i>   | 1310        | nm     |
| <i>Downstream Wavelength</i> | 1490        | nm     |
| <i>Upstream Bitrate</i>      | 1.2         | Gbps   |
| <i>Downstream Bitrate</i>    | 2.4         | Gbps   |
| <i>OLT Optical Tx Power</i>  | +1.5 to +5  | dBm    |

|                                 |            |       |
|---------------------------------|------------|-------|
| <i>OLT Receiver Sensitivity</i> | -8 to -28  | dBm   |
| <i>FO Cable Loss @1310 nm</i>   | 0.35       | dB/Km |
| <i>FO Cable Loss @1490 nm</i>   | 0.3        | dB/Km |
| <i>Connector Loss</i>           | 0.25       | dB    |
| <i>Splicing Loss</i>            | 0.1        | dB    |
| <i>Splitter 1:4 Loss</i>        | 7.2        | dBm   |
| <i>Splitter 1:8 Loss</i>        | 10.5       | dBm   |
| <i>ONT Optical Tx Power</i>     | +0.5 to +5 | dBm   |
| <i>ONT Receiver Sensitivity</i> | -8 to -28  | dBm   |
| <i>Safety Margin</i>            | 4          | dB    |
| <i>ONT Minimum Rx Power</i>     | -24        | dBm   |
| <i>ONT Maximum Rx Power</i>     | -8         | dBm   |

**Penentuan Perangkat FTTH**

**Penentuan Perangkat OLT (*Optical Line Termination*)**

*Optical Line Termination* yang digunakan dalam perancangan ini sesuai dengan standar ITU-T G.984. Pemilihan perangkat *Optical Line Termination* ini dengan melihat nilai *Optical Transmit Power* (Ptx) yang sebaiknya bernilai besar karena akan berpengaruh terhadap *link power budget* dan juga memperhitungkan nilai lebar spektral ( $\Delta\sigma$ ), *rise time* yang sebaiknya bernilai relatif kecil karena akan berpengaruh terhadap nilai *rise time budget*. Pada Tabel 3.2 dibawah ini dapat dilihat spesifikasi OLT yang digunakan.

Tabel 3. Spesifikasi OLT [5]

| Parameter                    | Spesifikasi | Satuan |
|------------------------------|-------------|--------|
| <i>Optical Tx Power</i>      | +1.5 to +5  | dBm    |
| <i>Maximum Distance</i>      | 20          | Km     |
| <i>Upstream Wavelength</i>   | 1310        | nm     |
| <i>Downstream Wavelength</i> | 1490        | nm     |
| <i>Upstream Bitrate</i>      | 1.2         | Gbps   |
| <i>Downstream Bitrate</i>    | 2.4         | Gbps   |
| <i>Optical Rise Time</i>     | 160         | ps     |
| <i>Optical Fall Time</i>     | 160         | ps     |
| <i>Input Impedance</i>       | 120         | ohm    |
| <i>Receiver Sensitivity</i>  | -28         | dBm    |

**Penentuan Perangkat FDT (*Fiber Distribution Terminal*) dan FAT (*Fiber Access Terminal*)**

*Passive Splitter* (PS) dapat ditempatkan di satu tempat atau biasa disebut *one layer splitter* yaitu PS ditempatkan di *Fiber Distribution Terminal* (FDT) atau dapat juga di dua tempat atau biasa disebut *two layer splitter*, yaitu berada di FDT dan di FAT. Hal yang menjadi pertimbangan adalah efisiensi jumlah *core* pada kabel distribusi. Dengan *two layer splitter* jumlah *core* serat optik pada kabel distribusi lebih efisien sehingga untuk FTTH di Perumahan Bumi Dirgantara Permai dipilih menggunakan *two layer splitter*. Jenis dan jumlah PS akan ditentukan berdasarkan konfigurasi FDT-FAT yang dibuat. Pemilihan FDT dapat lebih mudah ditentukan dengan membuat rekapitulasi FAT dan rumah berdasarkan gambar desain yang telah

dibuat sebelumnya. Adapun jumlah port FDT biasanya bervariasi dengan 72, 144, 288, dan 576 *port*, sedangkan jumlah port FAT biasanya bervariasi dengan 12, 16 dan 32 *port*.

**Penentuan Perangkat ONT (*Optical Network Terminal*)**

Tabel 4. Spesifikasi ONT

| Parameter                    | Spesifikasi | Satuan |
|------------------------------|-------------|--------|
| <i>Optical Tx Power</i>      | +0.5 to +5  | dBm    |
| <i>Maximum Distance</i>      | 20          | Km     |
| <i>Upstream Wavelength</i>   | 1310        | nm     |
| <i>Downstream Wavelength</i> | 1490        | nm     |
| <i>Upstream Bitrate</i>      | 1.2         | Gbps   |
| <i>Downstream Bitrate</i>    | 2.4         | Gbps   |
| <i>Input Impedance</i>       | 120         | ohm    |
| <i>Receiver Sensitivity</i>  | -28         | dBm    |

**Penentuan Konektor**

Tabel 5. Spesifikasi konektor

| Parameter             | Spesifikasi | Satuan |
|-----------------------|-------------|--------|
| <i>Fiber Type</i>     | SM 10/125   | -      |
| <i>Connector type</i> | SC/APC      | -      |
| <i>Insertion Loss</i> | 0.25        | dB     |

**Penentuan Splitter**

Tabel 6. Spesifikasi *splitter* optik

| Parameter                          | Spesifikasi | Satuan |
|------------------------------------|-------------|--------|
| <i>Insertion Loss Splitter 1:4</i> | 7.2         | dB     |
| <i>Insertion Loss Splitter 1:8</i> | 10.5        | dB     |
| <i>Connector type</i>              | SC/APC      | -      |

**Pemilihan Kabel Serat Optik**

Serat optik yang digunakan adalah serat optik yang sesuai dengan standar ITU-T G.652D untuk kabel *feeder* dan distribusi, dan G.657A2 untuk *drop cable*.

Tabel 7. Spesifikasi FO G652D

| Parameter              | Spesifikasi | Satuan |
|------------------------|-------------|--------|
| Attenuation at 1310 nm | ≤ 0.35      | dB/Km  |
| Attenuation at 1383 nm | ≤ 0.35      | dB/Km  |
| Attenuation at 1550 nm | ≤ 0.22      | dB/Km  |
| Attenuation at 1625 nm | ≤ 0.23      | dB/Km  |
| Core diameter          | 9           | µm     |
| Cladding diameter      | 125.0 ± 1   | µm     |

| Parameter              | Spesifikasi | Satuan |
|------------------------|-------------|--------|
| Attenuation at 1310 nm | ≤ 0.35      | dB/Km  |
| Attenuation at 1550 nm | ≤ 0.30      | dB/Km  |
| Attenuation at 1490 nm | ≤ 0.30      | dB/Km  |
| Coating diameter       | 250.0 ± 15  | µm     |
| Operation Temperature  | -40         | °C     |

1. Spesifikasi serat optik untuk *drop cable* dengan tipe G.657A2 yang digunakan dapat dilihat pada gambar dan table dibawah [6]

Tabel 8. Spesifikasi FO G657A2

|                   |             |    |
|-------------------|-------------|----|
| Core diameter     | 9           | µm |
| Cladding diameter | 125.0 ± 0.7 | µm |
| Coating diameter  | 250.0 ± 15  | µm |

**Konfigurasi Jaringan FTTH**

Pada gambar dibawah kita dapat melihat konfigurasi jaringan FTTH

menggunakan teknologi GPON dari OLT Bojongkulur sampai dengan FAT di depan rumah pelanggan. Tiap port OLT dihubungkan ke masing-masing *splitter* 1:4 pada FDT menggunakan kabel *feeder fiber optic* 144 core, selanjutnya output *splitter* 1:4 di FDT dihubungkan ke *splitter* 1:8 di FAT menggunakan kabel distribusi *fiber optic* 24 core atau 48 core. Perhitungan *Power Link Budget*

Dalam melakukan perhitungan *power budget* setiap perusahaan memiliki standar untuk membatasi *loss* yang diizinkan pada suatu *link* transmisi. Standar tersebut merupakan acuan yang di pergunakan pada saat awal perencanaan dan pembangunan jaringan. Standar ini menentukan batas maksimum untuk *fiber loss*, *splice loss* dan *connector loss* yang nilai-nilainya telah di sebutkan pada sebelum nya. Oleh karena itu *loss* dari hasil pengukuran harus dibawah batas maksimum tersebut untuk mendapatkan kualitas jaringan yang baik.

Alat ukur yang digunakan untuk pengukuran *power link budget* adalah *optical power meter*, alat ukur ini dipakai untuk mengukur total *loss* dalam sebuah *link* optik baik saat instalasi (uji akhir) atau pemeliharaan. Redaman diukur dalam satuan *decibel* (dB). *Loss* atau redaman dinyatakan dalam  $L(\text{dB}) = P_{in}(\text{dBm}) - P_{out}(\text{dBm})$  atau  $L(\text{dB}) = 10 \times \text{Log} (P_{in}/ P_{out})$ . Konfigurasi pengukuran suatu *link* optik bisa dilihat pada gambar 3.14 sampai dengan gambar 3.18. Pada saat melakukan pengukuran atau pengetesan sering menggunakan *patchcord*, sehingga kondisi *patchcord* ini harus terjamin performansi dan kualitasnya. Setiap *patchcord* yang akan dipakai harus dites, hasil ukur *patchcord* dibandingkan dengan spesifikasi teknis pabrik, dan bersihkan

seluruh konektor sebelum pengetesan dengan menggunakan kapas/tissue atau udara semprot seperti *dush off*. Beberapa hal yang harus diperhatikan saat mengoperasikan alat ukur *Optical Power Meter* yaitu dengan menggunakan panjang gelombang yang tepat, konektor yang tepat, jenis *fiber* yang dapat diukur adalah *Single Mode* dan *Multi Mode*. Setelah itu yang terakhir adalah melakukan kalibrasi. [9]

#### IV. PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

##### Perhitungan *Power Link Budget*

Perhitungan ini dilakukan berdasarkan standarisasi ITU-T G.984 dan juga peraturan yang diterapkan oleh PT. XL Axiata Tbk, yaitu jarak tidak lebih dari 10 km dan redaman total tidak lebih dari 28 dB atau  $P_r > -28$  dBm.

Pada perhitungan ini akan menggunakan persamaan dibawah ini. [7]

- Redaman total system ( $a_{tot}$ ) =  $L \cdot a_{serat} + N_c \cdot a_c + N_s \cdot a_s + a_{sp} + a_{c2}$
- Margin daya ( $M$ ) =  $(P_t - P_r) - a_{tot} - M_s$

Sedangkan untuk spesifikasi perangkat yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3 di Bab sebelumnya.

Berikut ini adalah data perangkat yang di gunakan dalam perhitungan *power link budget*.

- Daya keluaran sumber *optic* ( $P_t$ ) = 1.5 dBm
- Sensitivitas maksimum detector ( $P_r$ ) = -28 dBm
- *Safety Margin* ( $M_s$ ) = 4 dB
- Panjang kabel dari CO ke FDT = 8.526 Km
- Panjang kabel dari FDT ke FAT = 1.229 Km
- Panjang kabel dari FAT ke ONT = 0.1 Km

- Panjang total serat optik ( $L$ ) = 9.855 Km
- Redaman konektor ( $a_c$ ) = 0.25 dB
- Redaman sambungan ( $a_s$ ) = 0.1 dB
- Redaman serat optik pada *downlink* ( $a_{serat}$ ) = 0.3 dB/Km
- Redaman serat optik pada *uplink* ( $a_{serat}$ ) = 0.35 dB/Km
- Jumlah sambungan ( $N_s$ ) = 5
- Jumlah konektor ( $N_c$ ) = 6
- Redaman konektor SOC ( $a_{c2}$ ) = 0.6 dB
- Redaman *splitter* 1 : 4 ( $a_{sp1}$ ) = 7.2 dB
- Redaman *splitter* 1 : 8 ( $a_{sp2}$ ) = 10.5 dB

##### *Downlink* :

Redaman total sistem

$$a_{tot} = (9.855 \times 0.3) + (6 \times 0.25) + (5 \times 0.1) + (7.2+10.5) + 0.6$$

$$a_{tot} = 2.9565 + 1.5 + 0.5 + 17.7 + 0.6$$

$$a_{tot} = 23.2565 \text{ dB}$$

Margin daya

$$M_{downlink} = (1.5 - (-28)) - 23.2565 - 4$$

$$M_{downlink} = 29.5 - 23.2565 - 4$$

$$M_{downlink} = 2.2435 \text{ dBm}$$

##### *Uplink* :

Redaman total system (4.1)

$$a_{tot} = (9.855 \times 0.35) + (6 \times 0.25) + (5 \times 0.1) + (7.2+10.5) + 0.6 \quad (4.2)$$

$$a_{tot} = 3,449 + 1.5 + 0.5 + 17.7 + 0.6$$

$$a_{tot} = 23.749 \text{ dB}$$

Margin daya

$$M_{uplink} = (0.5 - (-28)) - 23.749 - 4$$

$$M_{uplink} = 28.5 - 23.749 - 4$$

$$M_{uplink} = 0.751 \text{ dBm}$$

Pada margin daya lebih dari nol, yaitu 2.24 dBm untuk *downlink* dan 0.75 dBm untuk *uplink*. Ini menunjukkan bahwa jaringan FTTH sudah memenuhi standar ITU-T G.984.

##### Perhitungan *Rise Time Budget*

*Rise time budget* merupakan metode untuk menentukan batasan dispersi suatu *link* serat optik. Tujuan dari metode ini adalah untuk

menganalisis apakah kinerja jaringan secara keseluruhan telah tercapai dan mampu memenuhi kapasitas kanal yang diinginkan. Umumnya degradasi total waktu transisi dari *link* digital kurang dari atau sama dengan 70 persen dari satu periode bit NRZ (*Non-Return-to-Zero*) Perhitungan *Rise time budget* menggunakan persamaan 4.3 dan persamaan 4.4 dibawah ini. [7]

Menghitung maksimum *rise time* dari *bit rate* NRZ

$$T_r = 0.7/B_r$$

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

$$t_{intramodal} = t_{material} + t_{waveguide}$$

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

$$t_{waveguide} = L/C \times [n_2 + (n_2 \times \Delta_s \times dv_b/d_v)]$$

$$\Delta_s = (n_1 - n_2) / n_1$$

$$dv_b/d_v = 1 + (u_c^2/V^2)$$

$$V = 2\pi/\lambda \times a \times n_1 (2 \times \Delta_s)^{1/2}$$

$$U_c^2 = (2 \times V)^{1/2}$$

$t_{intermodal} = 0$  ns untuk serat optik *single mode*

Berikut ini adalah data perangkat yang di gunakan dalam perhitungan *rise time budget*.

- Panjang gelombang ( $\lambda$ ) *downlink*= 1.49  $\mu$ m
- Panjang gelombang ( $\lambda$ ) *uplink* = 1.31  $\mu$ m
- *Bit rate* ( $B_r$ ) *downlink*= 2.4 Gbps
- *Bit rate* ( $B_r$ ) *uplink* = 1.2 Gbps
- *Rise time transmitter* ( $t_{tx}$ ) OLT =  $160 \times 10^{-3}$  ns
- *Rise time transmitter* ( $t_{tx}$ ) ONT =  $200 \times 10^{-3}$  ns
- Lebar spektral ( $\Delta\sigma$ ) = 1 nm
- Panjang serat optik (L) = 9855 m
- Dispersi material ( $D_m$ ) *downlink* = 0.01364 ns/nm.km
- Dispersi material ( $D_m$ ) *uplink* = 0.00356 ns/nm.km
- Kecepatan cahaya (C) =  $3 \times 10^8$  m/s
- Index bias inti ( $n_1$ ) = 1.48
- Index bias selubung ( $n_2$ ) = 1.46

- Jari jari inti (a) = 4.5  $\mu$ m

**Downlink:**

- Maksimum *rise time* dari *bit rate* NRZ:

$$T_r = 0.7 / 2.4 \times 10^9 = 0.2917 \text{ ns}$$

- $t_{material} = \Delta\sigma \times L \times D_m = 1 \times 9.855 \times 0.01364 = 0.1344 \text{ ns}$

- selisih indeks ( $\Delta_s$ )

$$\Delta_s = (n_1 - n_2) / n_1 = (1.48 - 1.46) / 1.48 = 0.0135 \quad (4.3)$$

- frekuensi dinormalkan (V) (4.4)

$$V = 2\pi/\lambda \times a \times n_1 (2 \times \Delta_s)^{1/2} = 2 \times 3.14 / 1.49 \times 4.5 \times 1.48 (2 \times 0.0135)^{1/2} = 4.6147$$

- $U_c^2 = (2 \times V)^{1/2} = (2 \times 4.6147)^{1/2} = 3.038$

- $dv_b/d_v = 1 + (u_c^2 / V^2) = 1 + (3.038 / 4.6147^2) = 1 + 0.1427 = 1.1427$

- $t_{waveguide} = L/C \times [n_2 + (n_2 \times \Delta_s \times dv_b/d_v)] = 9855/3 \times 10^8 \times [1.46 + (1.46 \times 0.0135 \times 1.1427)] = 4.87 \times 10^{-5} \text{ ns}$

- $t_{intramodal} = t_{material} + t_{waveguide} = 0.1344 + 4.87 \times 10^{-5} = 0.13447 \text{ ns}$

- $t_{total} = (t_{tx}^2 + t_{intramodal}^2 + t_{intermodal}^2 + t_{rx}^2)^{1/2} = (0.16^2 + 0.13447^2 + 0^2 + 0.2^2)^{1/2} = 0.2893 \text{ ns}$

**Uplink:**

- Maksimum *rise time* dari *bit rate* NRZ:

$$T_r = 0.7 / 1.2 \times 10^9 = 0.5833 \text{ ns}$$

- $t_{material} = \Delta\sigma \times L \times D_m = 1 \times 9.855 \times 0.0036 = 0.0351 \text{ ns}$

- selisih indeks ( $\Delta_s$ )

$$\Delta_s = (n_1 - n_2) / n_1$$



- $$= (1.48 - 1.46) / 1.48$$

$$= 0.0135$$
- frekuensi dinormalkan (V)

$$V = 2\pi/\lambda \times a \times n_1 (2 \times \Delta_s)^{1/2}$$

$$= 2 \times 3.14 / 1.31 \times 4.5 \times 1.48 (2 \times 0.0135)^{1/2}$$

$$= 5.2488$$
- $U_c^2 = (2 \times V)^{1/2}$

$$= (2 \times 5.2488)^{1/2}$$

$$= 3.24$$
- $dv_b/d_v = 1 + (u_c^2 / V^2)$

$$= 1 + (3.24 / 5.2488^2)$$

$$= 1 + 0.1176$$

$$= 1.1176$$
- $t_{\text{waveguide}} = L/C \times [n_2 + (n_2 \times \Delta_s \times dv_b/d_v)]$

$$= 9855/3 \times 10^8 \times [1.46 + (1.46 \times 0.0135 \times 1,1176)]$$

$$= 4.87 \times 10^{-5} \text{ ns}$$
- $t_{\text{intramodal}} = t_{\text{material}} + t_{\text{waveguide}}$

$$= 0.0351 + 4.87 \times 10^{-5}$$

$$= 0.0351 \text{ ns}$$
- $t_{\text{total}} = (t_{\text{tx}}^2 + t_{\text{intramodal}}^2 + t_{\text{intermodal}}^2 + t_{\text{rx}}^2)^{1/2}$

$$= (0.16^2 + 0.0351^2 + 0^2 + 0.2^2)^{1/2}$$

$$= 0.2585 \text{ ns}$$

Dari hasil perhitungan total *rise time budget downlink* sebesar 0.2893 ns masih di bawah maksimum *rise time* dari *bit rate* sinyal *downlink* NRZ sebesar 0.2917 ns.

Dan total *rise time budget uplink* sebesar 0.2585 ns masih di bawah maksimum *rise time* dari *bit rate* sinyal *downlink* NRZ sebesar 0.5833 ns.

Berarti dapat disimpulkan bahwa sistem memenuhi *rise time budget*.

**Perbandingan antara Perancangan dan Hasil Pengukuran**

Sesuai hasil perancangan, *Optic Power* yang diterima ONT adalah :

*Power Transmitter* ( $P_{\text{tx}}$ ) -  $a_{\text{tot}} = 1.5 \text{ dBm} - 23.2565 \text{ dB} = -21.7565 \text{ dBm}$ .

Sedangkan hasil pengukuran *Optic Power* di ONT adalah -20.99 dBm

Dengan demikian didapatkan hasil pengukuran lebih besar atau lebih baik dari hasil perancangan.

Dari perbandingan ini juga menunjukkan bahwa perancangan sudah memenuhi standar ITU-T G.984, yakni  $Pr > -28 \text{ dBm}$ .

**V. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisa pada jaringan FTTH di Perumahan Bumi Dirgantara Permai maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan *Power Link Budget*, pada margin daya lebih dari nol, yaitu 2.24 dBm untuk *downlink* dan 0.75 dBm untuk *uplink*. Ini menunjukkan bahwa jaringan FTTH sudah memenuhi standar ITU-T G.984.
2. Dari hasil perhitungan total *rise time budget downlink* sebesar 0.2893 ns masih di bawah maksimum *rise time* dari *bit rate* sinyal *downlink* NRZ sebesar 0.2917 ns. Dan total *rise time budget uplink* sebesar 0.2585 ns masih di bawah maksimum *rise time* dari *bit rate* sinyal *downlink* NRZ sebesar 0.5833 ns. Berarti dapat disimpulkan bahwa sistem memenuhi *rise time budget*.
3. Dengan didapatkan hasil pengukuran lebih besar dari hasil perancangan, maka ini menunjukkan bahwa perancangan sudah memenuhi standar ITU-T G.984, yakni  $Pr > -28 \text{ dBm}$ .

**VI. DAFTAR PUSTAKA**

[1] Amri Khoirul Fath. (2015). *Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Dengan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) di Wilayah Permata Buah Batu I, Bandung.*

- Conference paper* Telkom University.
- [2] Gouzali Saydam. (2005). *Teknologi Telekomunikasi Perkembangan dan Aplikasi*. ALFABETA : Bandung.
- [3] Anonim. t-t. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/48054/Chapter%20II.pdf;jsessionid=908BE1B53B504864C7F28E72D867C44E?sequence=3> . Diakses pada 18 Juli 2018 pukul 19.00 WIB
- [4] Roger L. Freeman. (1991). *Telecommunication Transmission Handbook*. John Wiley & Sons, Inc : Singapore.
- [5] Ridwan Pratama, Akhmad Hambali, Afief Dias Pambudi. (2016). *Analisis Perbandingan Kinerja Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) Dan Gigabit Ethernet Passive Optical Network (GEAPON) Turbo Mode Pada Jaringan Passive Optical Network (PON)*. e-Proceeding of Engineering : Vol.3, No.2 Agustus 2016. Page 2015
- [6] Andriyanto Tri. (2018). *Spesifikasi Teknis FTTH*. Jakarta. PT. XL Axiata Tbk.
- [7] Brilian Dermawan, Imam Santoso, Teguh Prakoso. (2016). *Analisis Jaringan FTTH (Fiber To The Home) Berteknologi GPON (Gigabit Passive Optical Network)*. Semarang. UNDIP Semarang.
- [8] Waldi Saputra Harahap, M Zul Arifin. (2015). *Analisis Karakteristik Serat Optik Single Mode NDSF*. Singuda Ensikom VOL.11 NO.29/APRIL 2015 page 31.
- [9] Firdaus, Ferdyan Andhika, Eka Indarto. (2016). *Performansi Jaringan Fiber Optik Dari Sentral Office Hingga Ke Pelanggan Di Yogyakarta*. Jurnal Elektro Telekomunikasi Terapan Juli 2016.
- [10] Rita Budiati, Gurum Ahmad Pauzi, Warsito. (2016). *Analisis Pengaruh Tekanan Pada Serat Optik Terhadap Sistem Transmisi Data Berbasis Mikrokontroler ATmega32 Dengan Akuisisi Data Menggunakan Matlab*. Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika Vol.04, No.01, Januari 2016
- [11] Aldrin Fachri, Andrea Vinaldo, Andri Rillio. *Pengenalan Teknologi Gigabit Passive Optical Network*. Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom. Bandung.
- [12] Suci Rahmatia, Ary Syahriar. (2008). *FTTH di Dunia Telekomunikasi*. e-Indonesia Initiative 2008. Konferensi dan Temu Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi untuk Indonesia 21-23 Mei 2008, Jakarta.