



JURNAL ELEKTROKRISNA

UNIVERSITAS KRISNADWIPAYANA

Vol. 6 No. 1 Oktober 2017

ISSN : 2302-4712

**Perancangan Data Longger Turbin Angin Berbasis Mikrokontroller Atmega,
Oleh : Aas Wasri Hasanah**

**Analisa Pengaruh Kapasitor Bank Terhadap Faktor Daya Gedung TI BRI
Ragunan, Oleh : Abdul Kodir Al Bahar**

**Analisa Kegagalan Sistem Grounding & Penangkal Petir Pada Apartemen
Pancoran Riverside, Oleh : Lukman Aditya**

**Studi Termoelektrik Generator Tipe TEG SP1848 27145 SA, oleh Vita
Nurdinawati**

**Analisa Pengaruh Gangguan Hubung Singkat Di Gardu Induk Terhadap
Subsistem Gandul, Oleh : Nurhabibah Naibaho**

**Analisa Motor Induksi Tiga Fasa Penggerak Wet Mixer Ready Mix Terhadap
Mutu Beton, Oleh : Syah Alam**

**Analisa Pengaruh Beban Tidak Seimbang Terhadap Efisiensi Transformator
Distribusi, Oleh : Triongko Priyono**

Analisa Jaringan FTTH Dengan Teknologi GPON, Oleh : Slamet Purwo

**Optimalisasi Sistem Jaringan Kontrol Gardu Terpusat Berbasis Point to Point
Dengan Multiplexing TDM, Oleh: Sri Hartanto**

**Analisa Deteksi Ketidaknormalan Meter Elektronik Dengan Sistem Automatic
Meter Reading, Oleh : Ujang Wiharja**

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

DAFTAR ISI

Sampul Depan.....	i
Susunan Dewan Redaksi.....	ii
Alamat Penerbit.....	ii
Pengantar Redaksi.....	iii
Ketentuan Penulisan.....	iv
Daftar Isi.....	v
I. Perancangan Data Longger Turbin Angin Berbasis Mikrokontroler Atmega, Oleh : Aas Wasri Hasanah (Dosen STT-PLN JKT)	01- 08
II. Analisa Pengaruh Kapasitor Bank Terhadap Faktor Daya Gedung TI BRI Ragunan, Oleh : Abdul Kodir Al Bahar	09 - 22
III. Analisa Kegagalan Sistem Grounding & Penangkal Petir Pada Apartemen Pancoran Riverside, Oleh : Lukman Aditya	23 - 32
IV. Studi Termoelektrik Generator Tipe TEG SP1848 27145 SA, oleh Vita Nurdinawati	33 - 41
V. Analisa Pengaruh Gangguan Hubung Singkat Di Gardu Induk Terhadap Subsystem Gandul, Oleh : Nurhabibah Naibaho	42 - 49
VI. Analisa Motor Induksi Tiga Phasa Penggerak Wet Mixer Ready Mix Terhadap Mutu Beton, Oleh : Syah Alam (Dosen FT. UTA45 JKT)	50 - 57
VII. Analisa Pengaruh Beban Tidak Seimbang Terhadap Efisiensi Transformator Distribusi, Oleh : Triongko Priyono	58 - 67
VIII. Analisa Jaringan FTTH Dengan Teknologi GPON, Oleh : Slamet Purwo ...	68 - 78
IX. Optimalisasi Sistem Jaringan Kontrol Gardu Terpusat Berbasis Point to Point Dengan Multiplexing TDM, Oleh: Sri Hartanto	79 - 88
X. Analisa Deteksi Ketidaknormalan Meter Elektronik Dengan Sistem Automatic Meter Reading, Oleh : Ujang Wiharja	89 - 96

ANALISA JARINGAN FTTH DENGAN TEKNOLOGI GPON

Slamet Purwo Santosa (slametpurwo@unkris.ac.id)

Dosen FT. UNKRIS

ABSTRAK Skripsi ini membahas tentang perencanaan sistem jaringan FTTH dengan teknologi *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) di perumahan Depok Indah 1 yang berada di daerah Depok. *Fiber To The Home* (FTTH) merupakan suatu format transmisi sinyal optik dari pusat penyedia (*provider*) ke kawasan pengguna dengan menggunakan *fiber optik* sebagai media penghantaran. Perkembangan teknologi ini tidak terlepas dari kemajuan perkembangan teknologi *fiber optik* yang dapat menggantikan penggunaan kabel konvensional. Dan juga didorong dengan keinginan untuk mendapatkan layanan yang dikenal dengan istilah layanan *triple play services*.

Sesuai dengan perhitungan *link budget* menunjukkan nilai margin yang didapat pada keadaan *uplink* adalah 5,58 dB dan pada keadaan *downlink* adalah 6,86 dB, keduanya berada diatas nilai margin 3 dB. Sedangkan untuk penghitungan *rise time budget* menunjukkan *rise time total* yang didapat pada keadaan *uplink* adalah 0,27 ns dan pada keadaan *downlink* adalah 0,25 ns, keduanya tidak melebihi 70 persen periode bit NRZ, yaitu 0,563 untuk *uplink* dan 0,281 ns untuk *downlink*. Nilai *link budget* dan *rise time budget* yang didapat menunjukkan bahwa jaringan FTTH telah memenuhi parameter yang ditentukan.

ABSTRACT *This skripsi discusses about the planning of FTTH network system with Gigabit Passive Optical Network (GPON) technology in Depok Indah 1 housing located in Depok area. Fiber To The Home (FTTH) is an optical signal transmission format from provider center to user area using fiber optic as delivery media. The development of this technology is inseparable from the advancement of the development of fiber optic technology that can replace the use of conventional cables. And also encouraged by the desire to get a service known as triple play services services.*

In accordance with the link budget calculation shows the margin value obtained on the uplink is 5.58 dB and the downlink is 6.86 dB, both are above the margin of 3 dB. As for the calculation of the rise time budget shows the total rise time obtained in uplink state is 0.27 ns and in the downlink state is 0.25 ns, both do not exceed 70 percent bit NRZ period, that is 0,563 for uplink and 0.281 ns for downlink. The value of link budget and rise time budget obtained shows that the FTTH network has met the specified parameters.

Kata kunci : FTTH, GPON, link budget, rise time budget

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi telekomunikasi pada saat ini sudah mengalami kemajuan sangat pesat dan cepat sehingga banyaknya permintaan dan peningkatan kebutuhan akan informasi yang terus memacu para penyedia layanan untuk memberikan media transmisi yang dapat diandalkan dari segi kualitas sinyal, waktu akses (*no delay*), keamanan data, daerah cakupan yang luas, maupun harga jual yang kompetitif.

Keterbatasan jaringan akses tembaga yang dinilai belum dapat menampung kapasitas *bandwidth* yang besar serta kecepatan tinggi, maka PT. Huawei berusaha meningkatkan kualitas layanan untuk membuat infrastruktur menggunakan serat optik sebagai media transmisinya. PT. Huawei sudah menargetkan akan merombak jaringan akses tembaga menjadi jaringan akses *fiber optik* sampai ke rumah-rumah yang disebut *fiber to the home* (FTTH). Dalam pelaksanaan FTTH tersebut, PT. Huawei merekomendasikan dan menggunakan teknologi GPON untuk jaringan akses FTTH. Salah satu teknologi dari beberapa teknologi sistem komunikasi serat optik adalah GPON.

GPON merupakan *evolusi* dari standar BPON. Teknologi ini mendukung kecepatan yang besar, peningkatan dalam pengamanannya dan pilihan 2 layer protokol (ATM, GEM, *Ethernet*), tapi pada kenyataannya ATM tidak di implementasikan. Teknologi ini memiliki *bandwidth* 2,5 Gbps dengan efisiensi 93% GEM (GPON *Encapsulate Method*) menggunakan *frame segmentation* untuk QOS (*Quality Of Services*) yang lebih besar. Standar teknologi ini memperbolehkan beberapa pemilihan kecepatan, tetapi

untuk industri menggunakan kecepatan 2,488 Gbps untuk *downstream* dan 1,244 Gbps untuk *upstream*.

Prinsip kerja dari GPON adalah ketika data atau sinyal dikirimkan dari OLT, maka ada bagian yang bernama *splitter* yang berfungsi untuk memungkinkan satu buah kabel serat optik dapat mengirim sinyal informasi ke berbagai ONT. Untuk ONT sendiri akan memberikan data-data dan sinyal yang diinginkan oleh pelanggan. Pada perinsipnya *Passive Optical Network* adalah sistem *point-to-multipoint*, dari kabel menuju arsitektur *premise network* dimana *unpowered optical splitter* akan membagi kabel menuju kebeberapa pelanggan. Arsitektur sistem GPON menggunakan TDM (*Time Division Multiplexing*). ONT mempunyai kemampuan untuk mentransmisikan data di 3 *mode power*. Pada *mode 1* ONT akan mentransmisikan pada kisaran daya output yang normal. Pada *mode 2* dan 3 ONT akan mentransmisikan 3 – 6 dB lebih rendah dari *mode 1* yang mengizinkan OLT untuk memerintah ONT menurunkan daya apabila OLT mendeteksi sinyal dari ONT terlalu kuat atau sebaliknya, OLT akan memberi perintah ONT untuk menaikkan daya jika terdeteksi sinyal dari ONT terlalu lemah.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana menganalisis kinerja jaringan akses FTTH dengan parameter *link budget* dan *rise time budget*
2. Bagaimana menentukan kelayakan sistem jaringan akses FTTH dengan teknologi GPON

1.3 Batasan Masalah

Skripsi tentang analisis jaringan FTTH dengan teknologi GPON ini dibatasi pada pembahasan dari OLT sampai ONT dan perencanaan jaringan FTTH di perumahan Depok Indah 1 ini hanya membahas single-mode fiber. Hal ini dibuat agar pembahasan dari tugas akhir ini menjadi lebih terfokus dan mencapai hasil yang diharapkan.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan Adapun tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah mempelajari dan menganalisis parameter *link budget* dan *rise time budget* agar dapat mengetahui apakah sistem layak atau tidak untuk diimplementasikan. Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah memberikan informasi kepada penulis dan pembaca yang lain agar dapat mengetahui apakah sistem layak atau tidak untuk diimplementasikan di lapangan dengan cara menganalisis kinerja jaringan FTTH.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Fiber Optik

Serat optik merupakan sejenis kabel yang terbuat dari kaca atau plastik yang sangat halus dan lebih kecil dari sehelai rambut, dan digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain. Sumber cahaya yang digunakan biasanya adalah laser atau LED. Kabel ini berdiameter kurang lebih 120 mikrometer. Cahaya yang abadi dalam serat optik tidak keluar karena indeks bias dari kaca lebih besar dari pada indeks bias dari udara, karena laser mempunyai spektrum yang sangat sempit. Kecepatan transmisi serat optik sangat

tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi.

Perkembangan teknologi serat optik saat ini, telah dapat menghasilkan pelemahan (*attenuation*) kurang dari 20 decibels (dB)/km. Dengan lebar jalur (*bandwidth*) yang besar sehingga kemampuan dalam mentransmisikan data menjadi lebih banyak dan cepat dibandingkan dengan penggunaan kabel konvensional. Dengan demikian serat optik sangat cocok digunakan terutama dalam aplikasi sistem telekomunikasi. Pada prinsipnya serat optik memantulkan dan membiaskan sejumlah cahaya yang merambat didalamnya. Struktur dasar serat optik terdiri dari tiga bagian yaitu *core* (inti), *Cladding* (kulit), dan *Buffer* (pelindung) atau *coating* (kulit). *Core* dan *cladding* terbuat dari kaca sedangkan *buffer* atau *coating* terbuat dari plastik agar fleksibel

2.2 Fiber To The Home (FTTH)

Fiber to the Home adalah merupakan teknologi jaringan akses lokal yang menggunakan kabel serat optik sebagai media transmisi untuk menghubungkan *transmitter* (penyedia jasa layanan) ke *receiver* (rumah pelanggan). Dengan FTTH, pelanggan mampu menikmati layanan yang dikenal dengan istilah *Triple Play Services* yaitu layanan akses internet, suara dan video dalam satu infrastruktur pada unit pelanggan dengan kecepatan transmisi data yang sangat tinggi.

2.2.1 Arsitektur FTTH

Pusat penyedia layanan (*Services provider*) dalam teknologi FTTH berada di kantor utama yang disebut dengan *Central Office* (CO). Pada CO, jaringan telepon (PSTN) dan layanan internet dihubungkan dengan

Fiber Distribution Terminal (FDT), melalui *Optical Line Terminal* (OLT) yang terdapat di CO dan akan disambungkan menuju *Optical Network Terminal* (ONT) yang ditempatkan di rumah pelanggan. Untuk teknologi *Passive Optical Network* (PON), panjang gelombang optik yang digunakan dalam layanan data dan suara adalah 1490 nm untuk *downstream* dan 1310 nm untuk *upstream*. Layanan video diubah menjadi bentuk optik pada gelombang 1550 nm dengan *optical video transmitter*. Gelombang 1550 nm dan 1490 nm (layanan IPTV) digabungkan dengan *Wavelength Division Multiplexer* (WDM) *coupler* dan ditransmisikan *downstream* secara bersamaan menuju rumah pelanggan. Ketiga gelombang tersebut (1310 nm, 1490 nm dan 1550 nm) ditransmisikan bersamaan melalui serat optik yang sama dan membawa informasi yang berbeda.

2.2.2 Topologi jaringan FTTH

Secara umum topologi jaringan FTTH dibagi tiga macam yaitu,

1. *Point to Point Network*
Jaringan titik ke titik (P2P) merupakan rencana jaringan FTTH yang paling ringkas, dimana isyarat dihantar terus dari CO kepada setiap pelanggan dengan satu serat optik dan laser yang terpisah berdasarkan IEEE 802.3ah. Serat optik bentuk tunggal digunakan untuk isyarat bolak-balik dengan satu kabel serat optik sampai pertukaran setempat (*Local Exchange*) dan kemudian dipisah untuk masing-masing pelanggan pengguna akhir (*End User*).

2. *Active Optical Network* (AON)
Jaringan serat optik aktif merupakan rangkaian titik ke banyak titik (*Point to Multi Point*, P2MP), penggunaan

teknologi ini terbatas karena biayanya sangat tinggi. Peralatan-peralatan aktif yang digunakan dalam jaringan AON termasuk *optical switch*, memerlukan tegangan listrik.

3. *Passive Optical Network* (PON)

Jaringan serat optik pasif juga merupakan P2MP hampir sama dengan AON. Perbedaannya dimana pada titik komponen aktif digantikan oleh *passive optical splitter*, jika dibandingkan dengan jaringan jenis AON pemasangan jaringan jenis PON adalah lebih mudah dan murah serta tidak menggunakan komponen elektronik aktif sehingga mengurangi biaya pemeliharaan peralatan.

2.3 Teknologi GPON

Di antara teknologi-teknologi PON diatas, yang paling sering digunakan untuk FTTH dan juga akan digunakan dalam skripsi ini adalah teknologi GPON.

2.4 Metode Perencanaan Jaringan FTTH dengan Teknologi GPON

Dalam perencanaan FTTH ada beberapa langkah-langkah yang harus diperhatikan agar layanan FTTH dapat berfungsi dengan baik sebagaimana mestinya dan dapat meminimalisasi biaya yang harus dikeluarkan dalam perencanaan FTTH. Berikut ini akan dijelaskan langkah-langkah perencanaan FTTH.

1. Layanan yang digunakan pelanggan

Hal pertama yang harus dilakukan dalam perencanaan FTTH adalah layanan (*services*) yang diinginkan oleh pelanggan sehingga

dilakukan perencanaan FTTH seperti kapasitas *bandwidth* yang diperlukan dalam komponen-komponen yang akan digunakan. Sebaiknya dalam perencanaan FTTH, penyedia jasa FTTH memperhitungkan tidak hanya layanan yang diinginkan pelanggan saat ini, tetapi juga dimasa yang akan datang untuk mempermudah dalam pemasangan layanan yang baru. Contoh layanan-layanan yang menggunakan layanan FTTH sebagai media transmisi adalah IPTV/HDTV, internet, VoIP dan CCTV.

2. Komponen-komponen yang digunakan

a. Optical Line Terminal (OLT)

Optical Line Terminal (OLT) sebagai daerah pusat dari sistem jaringan. OLT merupakan gabungan dari CWDM, *Gigabit-capable Ethernet* (GbE) dan SONET/SDH yang digunakan untuk mentransmisikan suara, data dan video yang melewati *Gigabit-capable Passive Optical Network* (GPON). OLT mempunyai fungsi untuk melakukan konversi sinyal elektrik menjadi sinyal optik.

b. Optical Network Terminal (ONT)

Optical Network Terminal (ONT) berada disisi pelanggan dari sistem jaringan. ONT berfungsi untuk mentransmisikan suara, data dan video yang melalui jaringan FTTH kepada para pelanggan dan OLT.

c. Splitter

Splitter digunakan untuk membagi jalur kabel serat optik, terdiri dari satu *port* masukan dan beberapa *port* keuaran. Dengan adanya *splitter*, operator jaringan FTTH mampu memberikan layanan kepada

pelanggan hanya dengan menggunakan satu kabel serat optik. *Splitter* biasanya terdiri dari 2 macam yaitu *splitter* aktif dan *splitter* pasif. *Splitter* aktif memerlukan sumber energi tambahan dalam pengoperasiannya biasanya untuk mengurangi rugi-rugi. Sedangkan *splitter* pasif tidak menggunakan sumber energi tambahan. Pada perencanaan FTTH, biasanya *splitter* yang digunakan adalah *splitter* pasif untuk mengurangi biaya yang ditimbulkan oleh sumber tenaga tambahan. Perbandingan jumlah *port* masukan terhadap *port* keluaran disebut *split ratio*. Nilai *split ratio* biasanya dihitung berdasarkan *bandwidth* yang dibutuhkan oleh pelanggan dan jumlah pelanggan yang akan dilayani. *Splitter* bisa dipasang dengan 2 cara. Cara pertama dengan hanya menggunakan satu *splitter* di sebuah tempat yang disebut pemasangan secara *centralized*. Cara kedua adalah dengan pemasangan secara *cascade* yaitu dengan memasang beberapa *splitter*. Cara pertama biasanya dipakai untuk menghindari penggunaan *splitter* yang terlalu banyak, singga mudah terjadi kehilangan pada *splitter* yang telah dipasang. Nilai *split ratio* pada cara kedua adalah hasil perkalian dari masing-masing *split ratio* yang digunakan. Contohnya *splitter* dengan *split ratio* 1:4 dipasang *cascade* dengan *splitter* 1x8 akan menghasilkan *splitter* dengan *split ratio* 1:32.

d. Kabel serat optik

Kabel serat optik yang paling sering digunakan dalam untuk perencanaan jaringan FTTH adalah tipe G.652 dan tipe G.657. Tipe G.657 dipilih karena tidak sensitif dengan *bending* dan cocok dengan tipe G.652 yang

merupakan tipe kabel yang paling sering digunakan. Biasanya kabel G.652 dipasang ditempat *outdoor* dan kabel G.657 diletakan ditempat *indoor* yang lebih banyak kemungkinan terjadinya *bending* atau untuk *drop cable*. Instalasi kabel serat optik merupakan elemen yang paling membutuhkan biaya dalam perancangan jaringan FTTH. Beberapa faktor yang harus diperhitungkan dalam instalasi kabel serat optik antara lain biaya, estetika, kondisi bangunan disekitar, kemudahan dalam perawatan dan sebagainya. Instalasi kabel serat optik bisa dilakukan pada *premis* baru (*Greenfield installation*) atau pada jaringan yang sudah aktif (*overlay/overbuild*). Ada tiga macam instalasi yaitu :

1. *Direct burial* : Kabel diletakan dibawah tanah dengan cara menggali atau membor.
 2. *Duct instalation* : Kabel diletakan didalam saluran bawah tanah. Lebih mahal dibanding *direct burial* namun kabel serat optik lebih mudah perawatannya (baik ditambah maupun dilepas).
Aerial instalation : Kabel dipasang ditiang atau menara diatas tanah. Instalasi jenis ini biasanya digunakan pada *overbiulding*, lebih murah dibanding instalasi bawah tanah dan tak membutuhkan peralatan berat. Kabel optik bisa diamankan dengan kabel pendukung.
- e. *Splices*
Splicing merupakan penyambungan dua kabel serat optik. *Splicing* bisa dikakukan dengan dengan dua cara, baik dengan *fusion* maupun mekanik. *Splicing* mekanik lebih murah, namun memiliki *instertion loss* dan *backreflection* yang lebih

tinggi, sebaliknya *fusion splicing* membutuhkan biaya yang mahal. Jumlah *splices* pada *link* bergantung pada panjang kabel yang digunakan (biasanya kisaran 2 km, 4 km, atau 6 km). Semakin pendek panjang kabel, perawatan akan semakin mudah namun membutuhkan biaya yang lebih banyak dalam *splicing* dan *connector*. Jika kabel lebih panjang, perawatan akan lebih sulit, namun biaya untuk *splicing* akan lebih murah.

f. *Connector*

Connector terdapat pada setiap ujung dari serat optik yang terhubung langsung pada perangkat. *Connector* dalam kabel serat optik terbuat dari material yang sederhana seperti elastik, karet dan kaca sehingga lebih praktis. *Connector* memiliki beberapa jenis antara lain :

1. FC (*fiber Connector*) : digunakan untuk kabel *single-mode* dan *multi-mode* dengan akurasi yang sangat tinggi dalam menghubungkan kabel dengan *transmitter* maupun *receiver*. *Connector* ini menggunakan sistem drat ulir dengan posisi yang dapat diatur, sehingga ketika dipasang ke perangkat lain, akurasinya tidak akan mudah berubah.
2. SC (*Subscriber Connector*) : digunakan kabel *single-mode* dan *multi-mode*, dengan sistem cabut-pasang. *Connector* ini tidak terlalu mahal, simpel dan dapat diatur secara manual serta akurasinya baik bila dipasangkan ke perangkat lain.
3. LC (*Little Connector*) : digunakan untuk kabel *single-mode* dan *multi-mode*. *Connector* LC memiliki *locking tab*. *Connector* ini memiliki performa

yang baik dan banyak digunakan untuk *single-mode*.

- g. Parameter-parameter yang digunakan dalam kelayakan FTTH Ada beberapa macam parameter yang digunakan dalam perancangan jaringan FTTH diantaranya yaitu *link budget* dan *rise time budget*.

1. *Link budget*

Link budget merupakan penghitungan keadaan yang sebenarnya, yang harus dilakukan dalam menentukan beberapa masukan untuk sistem parameter yang akan digunakan dalam aplikasi FTTH. Beberapa pertimbangan yang perlu dilakukan dalam perhitungan ini antara lain besaran sinyal optik dan *noise*. Faktor ini sangat penting untuk dihitung agar jaringan serat optik benar-benar telah sesuai dengan spesifikasi standar yang direkomendasikan dari ITU dan IEEE.

Beberapa faktor yang memengaruhi dalam penghitungan *link budget* antara lain :

- a. Daya *transmitter*/ daya laser (Tx), dalam dBm
- b. Sensitivitas *receiver*/ penerima (minRx), dalam dBm
- c. Rugi-rugi dalam *connector* (L), dalam dB
- d. Rugi-rugi akibat *splicing* (SPL)
- e. Rugi-rugi *splitter* (SL)
- f. Rugi-rugi kabel serat optik akibat *attenuation* (FL), dalam dB/km
- g. Jarak antara OLT dan ONT, yang dilalui kabel serat optik (d), dalam km

Dengan parameter-parameter diatas, *power budget* (PB) bisa dirumuskan dengan :

$$PB = \min Tx - \min Rx \dots\dots\dots (2.1)$$

Sedangkan *loss budget* (LB) bisa dihitung dengan :

$$LB = nL + dFL + SL + SPL \dots\dots\dots (2.2)$$

Nilai *loss* maksimal yang diperbolehkan bergantung pada kelasnya. Untuk kelas A sekitar 5-20 dB, kelas B sekitar 10-25 dB, sedangkan untuk kelas C sekitar 15-30 dB. Pemasangan kabel serat optik diperbolehkan jika nilai *link budget* harus sama atau lebih dari nilai *loss budget*. Biasanya selisih antara keduanya (*margin*) adalah sekitar 3 dB untuk menjaga agar jaringan FTTH dapat bisa berfungsi pada saat terjadi hal-hal yang tak terduga[7].

2. *Rise time budget*

Rise time budget merupakan metode untuk menentukan batasan dispersi satu *link* serat optik. Metode ini sangat berguna untuk menganalisis sistem transmisi digital. Tujuan dari metode ini adalah untuk menganalisis apakah unjuk kerja jaringan secara keseluruhan telah tercapai dan mampu memenuhi kapasitas kanal yang diinginkan. Umumnya degradasi total waktu transisi dari *link* digital tidak melebihi 70 persen dari satu periode bit NRZ (*Non-Return-to-Zero*) atau 35 persen dari satu periode bit untuk data RZ (*Return-to-Zero*). Satu periode bit didefinisikan sebagai resiprokal dari data *rate*. Untuk menghitung *rise time budget* dapat dihitung dengan rumus :

$$t_{total} = \sqrt{t_{tx}^2 + t_{material}^2 + t_{rx}^2} \dots\dots\dots (2.3)$$

- Keterangan :
- t_{tx} = rise time transmitter (ns)
 - t_{rx} = rise time receiver (ns)
 - $t_{material} = \Delta\sigma \times L \times D_m$ (ns)
 - $\Delta\sigma$ = lebar spektral (nm)
 - L = panjang serat optik (m)
 - D_m = dispersi material (ps/nm.m)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Langkah-langkah Perencanaan

Proses perencanaan dimulai dengan penarikan data perumahan, baik lokasi maupun jumlah rumah yang ada di perumahan tersebut. Kemudian di tentukan penentuan konfigurasi jaringan dan perangkat yang diperlukan untuk perencanaan ini seperti OLT, FDT (*Fiber Distribution Terminal*), FAT (*Fiber Access Terminal*), ONT, splitter dan lainnya. Selain itu, dilakukan penentuan jalur yang akan dilalui oleh kabel menuju ke perumahan Depok Indah 1, setelah tahap perencanaan selesai, analisis kelayakan jaringan akses FTTH dilakukan dengan menghitung *link budget* dan *rise time budget*.

Tahap pertama untuk memulai yaitu mengambil data perumahan, lalu menentukan perangkat yang akan digunakan dan lalu melakukan konfigurasi jaringan, seperti penghitungan *link budget* yang harus melebihi *margin* standar ITU-T yaitu ≥ 3 dB. Bila hitungan ≥ 3 dB, maka bisa dilanjutkan ke penghitungan *rise time budget*, tetapi bila tidak sesuai atau dibawah itu maka harus kembali merubah perangkat-perangkat yang digunakan dalam perencanaan FTTH ini. Selanjutnya bila hasilnya ≥ 3 dB,

maka dilakukan penghitungan *rise time budget* yang nilainya harus $\leq 70\% T_{NRZ}$. Bila hasilnya tidak baik atau nilai $\leq 70\% T_{NRZ}$, maka harus kembali cek perangkat yang digunakan dalam perencanaan FTTH ini, dan bila baik atau $\leq 70\% T_{NRZ}$, maka sudah dapat dinyatakan bahwa perencanaan FTTH ini berhasil dan layak untuk beroperasi di perumahan ini.

3.2 Data Perumahan Depok Indah 1

Komplek perumahan Depok Indah 1 berada di jalan margonda raya memiliki 66 rumah yang kesemuanya bertempat di RT 04 dan RW 17. Luas cangkupan wilayah perumahan Depok Indah 1 adalah $614 m^2$. Karena itulah, akan direncanakan untuk pemasangan jaringan FTTH menuju ke 66 rumah di perumahan Depok Indah 1 ini.

3.3 Spesifikasi Perangkat yang Digunakan

Pada subbab ini akan dijelaskan tentang penentuan perangkat dan spesifikasi perangkat yang digunakan dalam perencanaan jaringan FTTH.

3.3.1 OLT (*Optical Line Termination*)

Optical Line Termination yang digunakan dalam perencanaan ini adalah EDP (*East Depok*) yang berada di ITC Depok. Pemilihan perangkat *Optical Line Termination* dilakukan dengan melihat nilai *optical transmit power*, nilai *rise time* dan *fall time*. Untuk nilai *optical transmit power*, dipilih yang besar untuk memenuhi kelayakan dalam penghitungan *link budget*. Untuk nilai *rise time* dan *fall time* sebaiknya dipilih yang nilainya

relatif kecil karena akan berpengaruh terhadap nilai *rise time budget*.

3.3.2 Kabel Serat Optik

Kabel serat optik yang digunakan adalah kabel serat optik yang sesuai standar ITU-T G.652 dan G.657. Dari OLT sampai ke FDT menggunakan kabel serat optik 12/1T *aerial* G.652 dengan spesifikasi yang dapat dilihat pada Tabel 3.2. Sedangkan FDT sampai ke pelanggan (ONT), digunakan kabel serat optik 48/4T *aerial* G.657 yang memiliki spesifikasi

3.3.3 Konektor

Konektor yang digunakan adalah konektor SC-APC. Konektor SC-APC digunakan pada bagian OLT, FDT, FAT dan ONT.

3.3.4 Splitter

Splitter yang digunakan yaitu *splitter* tipe 1:32. *Splitter* ini akan diletakkan di FDT. Spesifikasi.

3.3.5 ONT (*Optical Network Termination*)

Optical Network Termination yang digunakan pada perencanaan ini adalah GPON ONT 10G. Sama seperti OLT, pada ONT perlu diperhatikan nilai *sensitivity*, nilai *rise time* dan nilai *fall time*. Untuk nilai *sensitivity*, dipilih nilai yang besar untuk memenuhi kelayakan dalam penghitungan *link budget*. Untuk nilai *rise time* dan *fall time* sebaiknya dipilih nilai yang relatif kecil karena akan berpengaruh terhadap nilai *rise time budget*.

4. PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

4.1 Analisis Penghitungan Jaringan

Setelah dilakukan perencanaan jaringan FTTH dengan teknologi GPON, untuk mengetahui kelayakan jaringan akses yang sesuai yang sudah direncanakan maka akan dilakukan uji kelayakan jaringan dengan melakukan penghitungan parameter *link budget* dan *rise time budget*.

4.1.1 Penghitungan *Link Budget*

Penghitungan *link budget* pada jaringan FTTH dengan teknologi GPON hasil perencanaan ini akan dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian *uplink* dan bagian *downlink*. Hal ini dilakukan karena teknologi GPON memiliki panjang gelombang asimetris dalam transmisi sehingga nilai *uplink* dan *downlink*nya berbeda. Dalam perhitungan akan diambil jarak terjauh dari OLT hingga ONT. Data-data yang akan digunakan dalam penghitungan ditunjukkan pada Tabel 3.8.

Kemudian, dengan menggunakan persamaan 2.1 dan 2.2 bisa didapat hasil penghitungannya.

a. *Uplink*

Nilai *link power budget* :

$$PB = \text{minTx} - \text{minRx}$$

$$PB = 0,5 \text{ dBm} - (-28\text{dBm})$$

$$PB = 28,5 \text{ dB}$$

Nilai *loss budget* :

$$LB = L + \text{dFL} + \text{SL} + \text{SPL}$$

$$LB = 1,2 \text{ dB} + (1,1 \text{ km})(0,4 \text{ dB/km}) + 19 \text{ dB} + 2 \text{ dB}$$

$$LB = 22,64 \text{ dB}$$

Sehingga untuk nilai *margin* :

$$M = PB - LB > 3 \text{ dB}$$

$$M = 28,5 \text{ dB} - 22,64 \text{ dB} > 3 \text{ dB}$$

$$M = 5,86 \text{ dB} > 3 \text{ dB}$$

Nilai *margin* menunjukkan jaringan ini memenuhi kelayakan *link budget*.

Untuk melihat apakah perangkat *reicever* bisa beroperasi, dapat dihitung dengan cara menghitung total daya yang masuk ke *receiver* (OLT) dan jika daya termasuk dalam *range* sensitivitas *receiver* (-8 dB hingga -28 dB), jaringan bisa beroperasi.

$$\begin{aligned} \text{PIN}_{\text{receiver}} &= \text{minTx} - \text{LB} \\ &= -0,5 \text{ dB} - 22,64 \text{ dB} = \\ &= -23,14 \text{ dB} \end{aligned}$$

Nilai daya yang masuk ke *receiver* masih termasuk dalam *range* sensitivitas *receiver* sehingga perangkat *receiver* bisa beroperasi.

b. Downlink

Nilai *link power budget* :

$$\begin{aligned} \text{PB} &= \text{minTx} - \text{minRx} \\ \text{PB} &= 1,5 \text{ dBm} - (-28 \text{ dBm}) \\ \text{PB} &= 29,5 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Nilai *loss budget* :

$$\begin{aligned} \text{LB} &= \text{L} + \text{dFL} + \text{SL} + \text{SPL} \\ \text{LB} &= 1,2 \text{ dB} + (1,1 \text{ km})(0,4 \\ &\text{dB/km}) + 19 \text{ dB} + 2 \text{ dB} \\ \text{LB} &= 22,64 \text{ dB} \end{aligned}$$

Sehingga untuk nilai *margin* :

$$\begin{aligned} \text{M} &= \text{PB} - \text{LB} > 3 \text{ dB} \\ \text{M} &= 29,5 \text{ dB} - 22,64 \text{ dB} > 3 \text{ dB} \\ \text{M} &= 6,86 \text{ dB} > 3 \text{ dB} \end{aligned}$$

Nilai *margin* menunjukkan jaringan ini memenuhi kelayakan *link budget*.

Untuk dapat melihat apakah perangkat *receiver* bisa beroperasi, dapat dihitung dengan menghitung total daya yang masuk ke *receiver* (OLT) dan jika nilai daya termasuk dalam *range* sensitivitas *receiver* (-8 dB hingga -28 dB), maka jaringan dapat beroperasi.

$$\begin{aligned} \text{PIN}_{\text{receiver}} &= \text{minTx} - \text{LB} \\ &= -1,5 \text{ dB} - 22,64 \text{ dB} = \\ &= -24,14 \text{ dB} \end{aligned}$$

Nilai daya yang masuk ke *receiver* masih termasuk dalam *range* sensitivitas *receiver* sehingga perangkat *receiver* bisa beropersi.

4.1.2 Penghitungan *Rise Time Budget*

Secara perencanaan, penghitungan *rise time budget* juga dibagi menjadi dua yaitu untuk *uplink* dan *downlink*. Pada Tabel 3.9 ditunjukkan parameter-parameter yang akan digunakan dalam penghitungan *rise time budget*.

Dalam perencanaan ini, digunakan pengodean NRZ (*Non Return to Zero*) dan mode yang digunakan adalah *single-mode*. Dengan menggunakan persamaan 2.3 bisa didapat hasil penghitungannya.

a. Uplink

$$\begin{aligned} T_{NRZ} &= 70\% \times \frac{1}{f} = \frac{0,7}{1,224 \times 10^9 \text{ Hz}} \\ &= 0,563 \text{ ns} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{material}} &= \Delta\sigma \times L \times D_m = 1 \text{ nm} \times \\ &1,1 \text{ km} \times 0,092 \text{ ps/nm,km} \\ &= 0,1012 \text{ ns} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{total}} &= \sqrt{t_{\text{tx}}^2 + t_{\text{material}}^2 + t_{\text{rx}}^2} = \\ &\sqrt{0,2^2 + 0,1012^2 + 0,15^2} \\ &= 0,27 \text{ ns} < 0,563 \text{ ns} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, dalam keadaan *uplink*, bisa dilihat nilai *rise time total* selama 0.27 ns masih dibawah 70 persen nilai maksimum periode bit untuk data NRZ, yang berjumlah 0,563 ns, sehingga dapat disimpulkan dalam keadaan *uplink*, jaringan FTTH layak beroperasi menurut parameter *rise time budget*.

b. Downlink

$$\begin{aligned} T_{NRZ} &= 70\% \times \frac{1}{f} = \frac{0,7}{2,488 \times 10^9 \text{ Hz}} \\ &= 0,281 \text{ ns} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{material}} &= \Delta\sigma \times L \times D_m = 1 \text{ nm} \times \\ &1,1 \text{ km} \times 13,64 \text{ ps/nm,km} \\ &= 0,015 \text{ ns} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{total}} &= \sqrt{t_{\text{tx}}^2 + t_{\text{material}}^2 + t_{\text{rx}}^2} = \\ &\sqrt{0,15^2 + 0,015^2 + 0,2^2} \\ &= 0,25 \text{ ns} < 0,281 \text{ ns} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, dalam keadaan *downlink*, bisa dilihat nilai *rise time total* selama 0.25 ns masih dibawah 70 persen nilai maksimum periode bit untuk data NRZ, yang berjumlah 0,281 ns, sehingga dapat disimpulkan dalam keadaan *downlink*, jaringan FTTH layak beroperasi menurut parameter *rise time budget*.

5. KESIMPULAN

1. Hasil rancangan jaringan FTTH dengan teknologi GPON di perumahan Depok Indah 1 memerlukan perangkat *Optical Network Terminal* (ONT) 66 buah, *Fiber Access Terminal* (FAT) 7 buah, *Fiber Distribution Terminal* (FDT) 1 buah dengan 1 buah *Splitter* 1:32 dan *Optical Line Terminal* (OLT) 1 buah.
2. Analisis kelayakan jaringan dengan parameter *link budget* menunjukkan nilai *margin* yang didapat pada keadaan *uplink* adalah 5,86 dB dan pada keadaan *downlink* adalah 6,86 dB, keduanya berada diatas nilai *margin* 3 dB. Hal ini menunjukkan bahwa jaringan sudah memenuhi kelayakan parameter *link budget*.
3. Analisis kelayakan jaringan dengan parameter *rise time budget* menunjukkan nilai *rise time total* yang didapat pada keadaan *uplink* adalah 0,27 ns dan pada keadaan *downlink* 0,25 ns, keduanya tidak melebihi 70 persen periode bit NRZ, yaitu 0,563 ns untuk *uplink* dan 0,281 ns untuk *downlink*. Hal ini menunjukkan bahwa jaringan sudah memenuhi kelayakan parameter *rise time budget*.
4. Beberapa manfaat yang dapat dirasakan oleh pengguna FTTH

diperumahan Depok Indah 1 antara lain triple play services (data, video dan suara) dengan kecepatan tinggi, pengguna layanan dengan bandwidth hingga 2,488 Gbps.

Daftar Pustaka

- [1] " FTTH PON Guide Testing Passive Optical Network 5th Ed.", EXFO.
- [2] Lin Chinlon, "Broadband Optical Access Network and Fiber To The Home", WILEY, 2006
- [3] "The FOA Reference For Fiber Optics – Fiber To The Home Architectures"
<http://www.thefoa.org/tech/ref/appln/FTTH-Install.html> (diakses tanggal 11 Mei 2017)
- [4] Edwards, Marrion, "advanced Optical Fiber for Next Generation Access Networks: Engineering the future, Today" Boroadband, Journal of the SCTE, Vol. 34 No. 4, pp.44-51, November 2012
- [5] ITU-T Recommendation G.652 (2009), *Characteristics of single-mode optical fiber and cable*.
- [6] ITU-T Recommendation G.657 (2012), *Characteristics of a bending-loss insensitive single-mode optical fiber and cable for the access network*.