

**ANALISIS DELAY PROCESSING PADA PERANGKAT EKSISTING DAN
SIMULASI JARINGAN GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK (GPON)
UNTUK SUPPORT TEKNOLOGI 4G/5G**

TUGAS AKHIR

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro
Program Studi S-1 Teknik Elektro



Disusun oleh :

Julian Serly Ayu

E.5051.1506366

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S1
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG

2019

Julian Serly Ayu, 2019

*ANALISIS DELAY PROCESSING PADA PERANGKAT EKSISTING DAN SIMULASI JARINGAN GIGABIT
PASSIVE OPTICAL NETWORK (GPON) UNTUK SUPPORT TEKNOLOGI 4G/5G*
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

**ANALISIS DELAY PROCESSING PADA PERANGKAT EKSISTING DAN
SIMULASI JARINGAN GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK (GPON)
UNTUK SUPPORT TEKNOLOGI 4G/5G**

Oleh
Julian Serly Ayu

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan

© Julian Serly Ayu 2019
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2019

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

JULIAN SERLY AYU

E.5051.1506366

**ANALISIS DELAY PROCESSING PADA PERANGKAT EKSISTING DAN
SIMULASI JARINGAN GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK (GPON)
UNTUK SUPPORT TEKNOLOGI 4G/5G**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Agus Heri Setyabudi M.T.

NIP. 19720826 200501 1 001

Pembimbing II



Ir. H. Arjuni Budi Pantjawati, M.T.

NIP. 19640607 199512 2 001

ACC 06/08/2019

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro



Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T.

NIP. 19630727 199302 1 001

PERNYATAAN

*Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “**ANALISIS DELAY PROCESSING PADA PERANGKAT EKSISTING DAN SIMULASI JARINGAN GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK (GPON) UNTUK SUPPORT TEKNOLOGI 4G/5G**” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.*

Bandung, Agustus 2019

Yang membuat pernyataan,

Julian Serly Ayu

NIM. 1506366

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan kasih karunia-Nya penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Delay Processing pada Perangkat Eksisting dan Simulasi Jaringan Gigabit Passive Optical Network (GPON) untuk Support Teknologi 4G/5G**”. Tugas Akhir ini disusun sebagai bagian dari persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Pendidikan Indonesia Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Departemen Pendidikan Teknik Elektro Program Studi S1 Teknik Elektro.

Penulis menyadari banyak pihak yang telah ikut berperan serta membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Kuasa atas berkat dan kasih karunia-Nya penulis mampu mengerjakan dan melewati setiap proses Tugas Akhir ini.
2. Bapak Walser Malau, Ibu Neli Riyana Naibaho selaku orangtua yang selalu tanpa henti mendoakan dan memberi dukungan baik secara moril dan materi kepada penulis. Serta keluarga Ompung Naibaho br. Turnip yang selalu memberi dukungan kepada penulis.
3. Bapak Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T. selaku Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro Universitas Pendidikan Indonesia.
4. Bapak Iwan Kustiawan, M.T., Ph. D. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Elektro Universitas Pendidikan Indonesia.
5. Bapak Didin Wahyudin, Ph.D. selaku Sekretaris Departemen di Departemen Pendidikan Teknik Elektro Universitas Pendidikan Indonesia.
6. Bapak Agus Heri Setyabudi M.T. selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing dan memberi dukungan serta arahan yang membangun sejak awal hingga akhir penyusunan Tugas Akhir kepada penulis.
7. Ibu Ir. H. Arjuni Budi Pantjawati, M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan memberi dukungan serta arahan yang membangun sejak awal hingga akhir penyusunan Tugas Akhir kepada penulis.

8. Bapak I Gede Astawa selaku pembimbing di PT. Telkom Indonesia yang selama Praktek Industri membimbing dan memberi arahan untuk Tugas Akhir kepada penulis.
9. Seluruh dosen pengajar dan staff administrasi Departemen Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI.
10. Nadya Richna Fitri, Regita Nurmatalita Yuniar, Putri Ayu Kencana, Farid Miftah Fauzi, Yudha Hardiasyah, dan Ahmad Raihan Abdurahman selaku rekan-rekan yang selama penyusunan Tugas Akhir selalu memberi motivasi dan dukungan kepada penulis.
11. Teman-teman kelas Elektronika Telekomunikasi 2015 yang telah memberikan motivasi kepada penulis.
12. Teman-teman Prodi Teknik Elektro 2015 yang telah memberikan motivasi kepada penulis.
13. Teman-teman Departemen Pendidikan Teknik Elektro 2015 yang telah memberikan motivasi kepada penulis.
14. Semua pihak yang telah mendukung yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa membalas semua kebaikan berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam Tugas Akhir dan menyelesaikan laporan Laporan Tugas Akhir.

Bandung, Agustus 2019

Penulis

ABSTRAK

Penggunaan jaringan dengan akses yang mumpuni menjadi kebutuhan yang dicari di era teknologi seperti sekarang. Kebutuhan akan data informasi tanpa banyak gangguan dalam proses mengirim atau menerima data tergantung pada kualitas jaringannya. Ada beberapa aspek yang bisa diperhatikan dan diperhitungkan untuk mengetahui *Quality of Service* (QoS), salah satunya adalah *delay* atau *latency*. Pada Tugas Akhir ini dilakukan pematauan kualitas jaringan khususnya *delay processing* pada jaringan akses optik berbasis *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) di PT. Telkom Bandung. *Delay* minimum dibutuhkan untuk ditumpangkan teknologi 4G/5G, semakin kecil *delay processing* pada perangkat maka semakin mumpuni jaringan bekerja. Pengukuran perangkat dilakukan pada perangkat OLT-ONT Nokia, ZTE, dan Fiber Home dengan *bandwidth upstream* 2,5 Gbps dan *downstream* 1,5 Gbps, serta variasi pada jarak tertentu. Rata-rata *delay* keseluruhan yang diperoleh tidak melebihi 150 ms, namun beberapa perangkat menunjukkan nilai lebih dari rata-rata lainnya diatas 50 ms. Perancangan dan simulasi jaringan GPON dilakukan pada *OptiSystem* 7.0 dengan desain *single user* dan *multiple user* untuk melihat kelayakan sistem GPON. Parameter yang dihasilkan berupa *Q-Factor*, BER, dan *Eye Diagram*. Hasil dari pengukuran perangkat secara rata-rata menghasilkan *delay* dibawah 150 ms, dan hasil dari simulasi perangkat GPON menunjukkan nilai *Q-Factor* dan BER yang mendekati standar yaitu 6 untuk *Q-Factor* dan 10^{-6} pada BER.

Kata kunci: Serat Optik, *Delay*, *Quality of Service*, Teknologi GPON, Teknologi Akses 4G dan 5G, *OptiSystem* 7.0.

ABSTRACT

The use of network with access that is capable of a sought-after needs in the technological era as it is today. The need for information data without much disruption in the process of sending or receiving data depends on the quality of the network. There are several aspects that can be considered and calculated to know the Quality of Service (QoS), one of which is delay or latency. On this research is performed network quality monitoring, especially delay processing in optical access network based on Gigabit Passive Optical Network (GPON) in PT. Telkom Bandung. The minimum delay is needed to superimposed the 4G/5G technology, the smaller the delay processing on the device, the more capable the network works. Device measurement is performed on OLT-ONT Nokia, ZTE and Fiber Home devices with upstream bandwidth of 2.5 Gbps and downstream 1.5 Gbps, and certain distance variations. The overall delay on average is not exceeding 150 ms, but some devices show a value greater than the other average above 50 ms. GPON network design and simulation is done on OptiSystem 7.0 with single user and multiple user design. The resulting parameters are Q-Factor, BER, and Eye Diagram. The result of measuring the average device resulted in a delay of below 150 ms, and the result of the simulation of GPON device shows the Q-Factor and BER value approaching the standard of 6 for Q-Factor and 10-6 on BER.

Keyword: *Fiber Optics, Delay, Quality of Service, GPON Technology, Access 4G and 5G, OptiSystem 7.0.*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II	6
KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Serat Optik.....	6
2.1.1 Single-Mode Fiber Optic.....	6
2.1.2 Multimode Fiber Optic.....	7
2.1.3 Step Indeks Multimode	7
2.1.4 Graded Index Multimode	8
2.2. Sistem Komunikasi Serat Optik	9
2.3 Arsitektur Jaringan Lokal Akses Fiber.....	9
2.3.1 Fiber to the Building (FTTB).....	9
2.3.2 Fiber to the Zone (FTTZ).....	10
2.3.3 Fiber to the Curb (FTTC).....	11
2.3.4 Fiber to the Home (FTTH).....	11
2.4 Passive Optical Network	12
2.5 Gigabit Passive Optical Network	14

2.5.1 Prinsip Kerja GPON.....	14
2.5.2 Komponen Penyusun GPON.....	16
2.6 Quality of Service.....	17
2.6.1 Parameter QoS	18
2.6.2 Tingkatan QoS	21
2.6.3 Faktor Mempengaruhi QoS.....	22
2.7 Delay (Latency)	23
2.8 General Packet Radio Service (GPRS)	24
2.9 Fourth Generation (4G)	25
2.10 Fifth Generation (5G)	25
2.11 Penelitian Terkait.....	26
BAB III.....	27
METODE PENELITIAN	27
3.1 Prosedur Penelitian.....	27
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	28
3.4 Desain Penelitian	28
3.5 Analisis Data	30
3.6 Software Pendukung.....	31
BAB IV.....	32
HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Konfigurasi Central Office pada Jaringan Optik PT. Telkom.....	32
4.2 Konfigurasi Test Trial Configuration.....	32
4.3 Analisa delay rata-rata GPON PT. Telkom Bandung	34
4.3.1 Rata-rata Latency OLT-ONT Local 2,5G/1,2 G.....	34
4.3.2 Rata-rata Latency ONT ZTE type T-CONT (type 1 dan 4).....	35
4.3.3 Rata-rata Latency ONT ZTE F609 - NOKIA G240WA type T-CONT (type 1 dan 4)	37
4.3.4 Rata-rata Latency ONT NOKIA G240WA dengan variasi pada transmit data	38
4.3.5 Rata-rata Latency ONT ZTE F609 dengan variasi pada transmit data..	39
4.3.6 Rata-rata Latency ONT HUAWEI MA5694 & HG8245U dengan variasi pada transmit data.....	40

4.3.7 Rata-rata Latency ONT Huawei HG8245A dengan variasi pada transmit data	41
4.3.8 Rata-rata Latency ONT Huawei HG8245H dengan variasi pada transmit data	42
4.4 Desain Single User Standar GPON	43
4.5 Desain Multiple User Standar GPON	44
4.6 Analisa Hasil Simulasi Jaringan GPON	45
4.6.1 Simulasi single user panjang gelombang 1490 nm atenuasi 0,7 dB/km	46
4.6.2 Simulasi single user panjang gelombang 1699,983 nm atenuasi 0,6 dB/km	50
4.6.3 Simulasi single user panjang gelombang 1700 nm atenuasi 0,2 dB/km	54
4.6.4 Simulasi multiple user panjang gelombang 1550 nm atenuasi 0,2 dB/km	
58	
BAB V	65
KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA.....	66
LAMPIRAN	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar single mode menurut ITU-T	7
Tabel 2.2 Redaman pada Splitter	14
Tabel 2.3 Indeks Quality of Service	18
Tabel 2.4 Indeksi delay atau latency	19
Tabel 2.5 Indeks Packet Loss	19
Tabel 2.6 Indeks Jitter	20
Tabel 2.7 Indeks Throughput	21
Tabel 2.8 Komponen pada delay	23
Tabel 3.1 Spesifikasi Perangkat OLT dan ONT	29
Tabel 4.1 Parameter pengukuran Single Mode 1490 nm	47
Tabel 4.2 Parameter pengukuran Single Mode 1699,983 nm	52
Tabel 4.4 Parameter pengukuran Multi Mode 1500 nm ONT 1	59
Tabel 4.5 Parameter pengukuran Multi Mode 1500 nm ONT 2	61
Tabel 4.6 Parameter pengukuran Multi Mode 1500 nm ONT 3	62
Tabel 4.7 Parameter pengukuran Multi Mode 1500 nm ONT 4	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi komponen penyusun serat optik	6
Gambar 2.2 Serat Optik Single Mode	7
Gambar 2.3 Serat Optik Multi Mode.....	7
Gambar 2.4 Serat Optik Step Index Multi Mode	8
Gambar 2.5 Serat Optik Graded Index Multi Mode.....	8
Gambar 2.6 Arsitektur Sistem Komunikasi Serat Optik	9
Gambar 2.7 Arsitektur Fiber to the Building	10
Gambar 2.8 Arsitektur Fiber to the Zone	10
Gambar 2.9 Arsitektur Fiber to the Curb	11
Gambar 2.10 Arsitektur Fiber to the Home.....	11
Gambar 2.11 Passive Optical Network System ITU-T	12
Gambar 2.12 Area penerapan teknologi PON	13
Gambar 2.13 Perkembangan standar PON.....	13
Gambar 2.14 Arsitektur GPON	15
Gambar 2.15 GPON Downstream Operation.....	16
Gambar 2.16 GPON Upstream Operation.....	16
Gambar 3.1 Diagram Alir Pengukuran dan Simulasi Jaringan GPON	28
Gambar 4.1 Konfigurasi Central Office pada Jaringan Serat Optik.....	32
Gambar 4.2 Konfigurasi Test Trial pada Jaringan GPON	33
Gambar 4.3 Grafik Latency OLT-ONT Local 2,5G/1,2 G	34
Gambar 4.4 Grafik Latency ONT ZTE type T-CONT (type 1 dan 4)	36
Gambar 4.5 Grafik Latency ONT ZTE F609 - NOKIA G240WA type T-CONT	37
Gambar 4.6 Grafik Latency ONT NOKIA G240WA dengan variasi	38
Gambar 4.7 Grafik Latency ONT ZTE F609 dengan variasi.....	39
Gambar 4.8 Grafik Latency ONT HUAWEI MA5694 & HG8245U	40
Gambar 4.9 Grafik Latency ONT Huawei HG8245A dengan variasi	41
Gambar 4.10 Latency ONT Huawei HG8245H dengan variasi.....	42
Gambar 4.11 Diagram single user pada OptiSystem 7.0	43
Gambar 4.12 Diagram multiple user tanpa Optical Combiner pada OptiSystem 7.0	44

Gambar 4.13 Diagram multipleuser dengan OpticalCombiner pada OptiSystem7.0	44
Gambar 4.14 Layout Parameter Simulasi.....	45
Gambar 4.15 Optical Fiber Properties Simulasi Single User 1	46
Gambar 4.16 Optical Time Domain Visulizer	47
Gambar 4.17 Power meter sebelum rangkaian.....	47
Gambar 4.18 Power meter sesudah rangkaian	47
Gambar 4.19 Eye Diagram.....	49
Gambar 4.20 Minimal BER.....	49
Gambar 4.21 Q-Factor.....	49
Gambar 4.22 Threshold.....	49
Gambar 4.23 Optical Fiber Properties Simulasi Single User 2	50
Gambar 4.24 Optical Spectrum Analyzer	51
Gambar 4.25 Optical Time Domain Visualizer.....	51
Gambar 4.26 Power meter sebelum rangkaian.....	51
Gambar 4.27 Power meter setelah rangkaian	51
Gambar 4.28 Eye Diagram.....	53
Gambar 4.30 Minimum BER	53
Gambar 4.29 Q-Factor.....	53
Gambar 4.31 Threshold.....	53
Gambar 4.32 Optical Fiber Properties Simulasi Single User 3	54
Gambar 4.33 Optical Spectrum Analyzer	55
Gambar 4.34 Optical Time Domain Visualizer.....	55
Gambar 4.35 Power meter sebelum serat optik.....	55
Gambar 4.36 Power meter sesudah serat optik	55
Gambar 4.37 Eye Diagram.....	57
Gambar 4.39 Minimum BER	57
Gambar 4.38 Q-Factor.....	57
Gambar 4.40 Threshold.....	57
Gambar 4.41 Optical Fiber Properties Simulasi Multiple User	58
Gambar 4.42 Optical Spectrum Analyzer	59
Gambar 4.43 Optical Time Domain Visualizer.....	59

Gambar 4.44 Power meter sebelum serat optik.....	59
Gambar 4.45 Power meter sesudah serat optik	59
Gambar 4.50 Eye Diagram	64
Gambar 4.52 Minimum BER	64
Gambar 4.51 Q-Factor.....	64
Gambar 4.53 Threshold.....	64

DAFTAR PUSTAKA

- Adhikary, A., Podder, E., & Hossain, B. (2018). A Project Report on Downstream Transmission Performance of GPON, 1(1), 1–11.
<https://doi.org/10.9734/AJARR/2018/40806>
- Agrawal, G. P. (2010). *Fiber-Optic Communication Systems*. John Wiley & Sons, Inc.
- Alexious, A. (2017). *5G Wireless Technologies*. The Institution of Engineering and Technology, London, United Kingdom.
- Anttalainen, T. (2003). *Telecommunication Network Engineering*. Artech House, Inc.
- Cisco. (2006). *Implementing Cisco Quality of Service* (Vol. 1). Cisco Systems, Inc.
- Csele, M. (2004). *Fundamentals of Light Sources and Lasers*. John Wiley & Sons, Inc.
- Duong, T. Q. (2017). *Trusted Communications with Physical Layer Security for 5G and Beyond*. The Institution of Engineering and Technology.
- Ford, M. (2003). *Internetworking Technologies Handbook*. Cisco Systems, Inc.
- Ghorbanzadeh, M., & Abdelhadi, A. (2017). *Cellular Communications Systems in Congested Environments*. Springer International Publishing Switzerland.
- Israr, A., Junaid, M., & Israr, A. (2015). Performance Analysis of Advance Optical Modulation Formats For GPON System, 13–16.
<https://doi.org/10.1109/FIT.2015.11>
- Keiser, G. (2004). *Optical Communications Essentials*. McGraw-Hill Companies.
- Osseiran, A. (2016). *5G Mobile and Wireless Communications Technology*. Cambridge University Press.
- Prawira, R., Gandaatmaja, S., Ir, A. H., & Oceanto, A. A. (2014). Analisis Simulasi Performansi Modulasi Direct dan Eksternal pada Jaringan FTTH dengan Gigabit Passive Optical Network (GPON). *E-Proceeding of Engineering*, 1(1), 138–145.
- Stallings, W. (2005). *Wireless communications and networks*. Pearson Education, Inc.
- Systems, N., Mrakovi, M. D., & Matavulj, P. S. (2011). Analysis of Coexisting GPON and, 3(1).