



**ANALISIS PERBANDINGAN TRAFIK SCHEDULER LLQ,  
FIFO, DAN CBWFQ APLIKASI TELEPON BERBASIS IP  
(VOIP) MENGGUNAKAN OPNET (RIVERBED)**

**TESIS**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk Menyelesaikan Program  
Pascasarjana Program Magister Teknik Elektro**

**UNIVERSITAS  
MERCU BUANA**

Oleh  
**Ahmad Fauzi  
55412120002**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA  
PROGRAM PASCA SARJANA**

## PENGESAHAN TESIS

Judul : Analisis Perbandingan Trafik Scheduler LLQ,  
FIFO, dan CBWFQ Aplikasi Telepon Berbasis IP  
(VoIP) menggunakan Opnet (Riverbed)  
Nama : Ahmad Fauzi  
NIM : 55412120002  
Program : Pascasarjana Program Magister Teknik Elektro  
Konsentrasi : Manajemen Telekomunikasi  
Tanggal : 4 Juli 2015

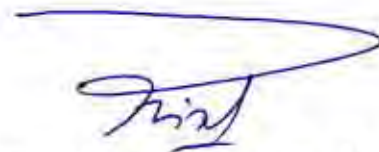
Mengesahkan:

Pembimbing I,



(Prof. Dr. -Ing. Mudrik Alaydrus)

Pembimbing II,



(Rizal Bahaweres, S.Si., M.Kom.)

Direktur Pascasarjana,



(Prof. Dr. Didik J. Rahbini)

Ketua Program Studi,



(Prof. Dr. -Ing. Mudrik Alaydrus)

## PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa seluruh tulisan dan pernyataan dalam Tesis ini:

Judul : Analisis Perbandingan Trafik Scheduler LLQ,  
FIFO, dan CBWFQ Aplikasi Telepon Berbasis IP  
(VoIP) menggunakan Opnet (Riverbed)  
Nama : Ahmad Fauzi  
NIM : 55412120002  
Program : Pascasarjana Program Magister Teknik Elektro  
Konsentrasi : Manajemen Telekomunikasi

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian lapangan, dan karya saya sendiri dengan bimbingan Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, dan hasil pengolahannya yang digunakan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, 4 Juli 2014



Ahmad Fauzi

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT., atas segala karunia dan ridho-Nya, sehingga tesis dengan judul “**Analisis Perbandingan Trafik Scheduler LLQ, FIFO, dan CBWFQ Aplikasi Telepon Berbasis IP (VoIP) menggunakan Opnet (Riverbed)**” ini dapat diselesaikan.

Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Jurusan Manajemen Telekomunikasi di Program Studi Teknik Elektro Pascasarjana Universitas Mercu Buana. Penulis menyadari bahwa penyusunan Tesis ini terlaksana dengan adanya bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bpk Rizal Bahaweres, S.Si., M.Kom., selaku dosen pembimbing II yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan kami dalam penyusunan tesis ini.
2. Bapak Prof. Dr. -Ing. Mudrik Alaydrus, selaku Pembimbing I sekaligus Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro yang telah memberikan dukungan moril, dan arahan hingga terselesainya penulisan tesis ini.
3. Seluruh rekan-rekan mahasiswa Magister Telekomunikasi angkatan 11 dan angkatan 12 yang telah memberikan masukan dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini
4. Istri tercinta, Melawati, yang karena Alloh, telah mendukung dengan sepenuh jiwa raganya sehingga penulis senantiasa berupaya sebaik-baiknya dalam menyelesaikan tesis ini.
5. Almarhum ayah yang telah menjadi inspirasi dan motivasi kami, ibu yang senantiasa mendo'akan, serta seluruh Keluarga Besar yang selalu memberikan do'a dan dukungannya.
6. Seluruh civitas Pascasarjana Magister Telekomunikasi Universitas Mercu Buana atas semua ilmu yang bermanfaat yang telah diberikan kepada penulis.

7. Rekan-rekan kerja dan sahabat-sahabat atas dukungannya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT. berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 4 Juli 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

ABSTRAKSI .....	ii
ABSTRACT.....	iii
PENGESAHAN TESIS .....	iv
PERNYATAAN .....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Hipotesa .....	3
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Tujuan .....	3
1.5 Batasan masalah.....	3
1.6 Metodologi.....	3
1.7 Sistematika Penulisan .....	4
BAB II DASAR TEORI .....	5
2.1 Penelitian Terkait.....	6
2.2 Mekanisme QoS.....	8
2.3. Pengukuran QoS .....	9
2.3.1 Delay .....	10

2.3.2 Jitter .....	11
2.3.3 Mean Opinion Score (MOS).....	11
2.4 Penjadwalan Trafik .....	12
2.4.1 First In First Out (FIFO) .....	12
2.4.2 Class Based Weighted Fair Queuing (WFQ).....	12
2.4.3 Low Latency Queuing (LLQ) .....	13
2.5 Teknologi Telepon Berbasis IP (IP Telephony) .....	13
2.6 OPNET/Riverbed .....	17
<b>BAB III PERANCANGAN DAN MODEL SISTEM.....</b>	<b>19</b>
3.1. Studi Literatur .....	20
3.2. Perancangan Penelitian .....	20
a. Perancangan Sistem Jaringan .....	20
b. Perangkat Penelitian .....	21
3.3. Diagram Alir Simulasi .....	21
3.3.1. Setting Skenario .....	24
3.3.2. Setting Running OPNET/Riverbed.....	30
3.3.3. Output Filter OPNET/Riverbed .....	31
<b>BAB IV HASIL SIMULASI DAN ANALISIS HASIL.....</b>	<b>34</b>
4.1 Hasil Simulasi .....	34
• Rata-rata Voice Traffic Sent FIFO .....	34
• Rata-rata Voice Traffic Received FIFO.....	35
• Perbandingan Voice Traffic Sent – Received FIFO .....	35

• Rata-rata Voice Traffic Sent CBWFQ.....	36
• Rata-rata Voice Traffic Received CBWFQ.....	36
• Perbandingan Voice Traffic Sent – Received CBWFQ.....	37
• Rata-rata pada Voice Traffic Sent LLQ.....	38
• Rata-rata Voice Traffic Received LLQ .....	39
• Perbandingan Voice Traffic Sent – Received LLQ .....	39
• Traffic Received FIFO, CBWFQ, dan LLQ .....	40
• Traffic Sent FIFO, CBWFQ, dan LLQ.....	41
• Grafik voice packet End to End delay FIFO, CBWFQ, dan LLQ.....	42
• Data Jitter FIFO, CBWFQ, dan LLQ .....	45
• Grafik MOS (Mean Opinion Score) FIFO, CBWFQ, dan LLQ.....	47
4.2 Pembahasan dengan penelitian terkait.....	46
4.3 Resume Hasil Penelitian .....	51
BAB V KESIMPULAN.....	52
5.1 Kesimpulan .....	52
5.2 Saran .....	53
Daftar Pustaka.....	54
Lampiran	



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hubungan antara nilai IP Precedence dan DSCP .....	9
Tabel 2.2 Prioritas antrian mengacu pada 802.1p.....	9
Tabel 2.3 Rekomendasi ITU-T G.114 untuk delay .....	10
Tabel 2.4 Rekomendasi ITU-T P.800 untuk nilai MOS .....	11
Tabel 3.1 Parameter Umum Simulasi .....	20
Tabel 4.1 Rekomendasi ITU-T G.114 untuk delay .....	44
Tabel 4.1 Rekomendasi ITU-T P.800 untuk nilai MOS .....	47
Tabel 5.1. Matrik perbandingan hasil pengamatan QoS pada antrian FIFO, CBWFQ dan LLQ .....	52

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Jumlah pengguna VoIP dan pertumbuhannya .....	1
Gambar 1.2 Software Opnet/Riverbed yang digunakan untuk simulasi.....	4
Gambar 2.1 Model operasional QoS secara umum .....	5
Gambar 2.2. Tinjauan Penelitian Terkait.....	6
Gambar 2.3 Skenario pengujian VoIP oleh Sczilagyti .....	7
Gambar 2.4 Header paket IP .....	8
Gambar 2.5 Ilustrasi FIFO.....	12
Gambar 2.6 Arsitektur LLQ .....	13
Gambar 2.7 Berbagai cara dan perangkat dalam penggunaan VoIP .....	16
Gambar 3.1 Bagan Desain Penelitian .....	19
Gambar 3.2 Diagram Alir Simulasi .....	22
Gambar 3.3 Bagan Proses Simulasi.....	23
Gambar 3.4 Menu konfigurasi QoS dengan Skema antrian FIFO.....	24
Gambar 3.5 Menu konfigurasi QoS dengan Skema antrian WFQ (Class Based) ...	24
Gambar 3.6 Menu konfigurasi QoS dengan Skema antrian LLQ (ToS Based) .....	25
Gambar 3.7 Tampilan Setting QoS untuk Low Latency Queuing.....	25
Gambar 3.8 Menu Local Setting konfigurasi QoS dengan Skema antrian LLQ Router 1 .....	26
Gambar 3.9 Menu Local Setting konfigurasi QoS dengan Skema antrian LLQ Router 2.....	26
Gambar 3.10 Topologi jaringan .....	27

Gambar 3.11 Setting Profile Attribute untuk FTP .....	27
Gambar 3.12 Setting Profile Attribute untuk Video (Conferencing).....	28
Gambar 3.13 Setting Profile Attribute untuk VoIP (IP Telephony) .....	28
Gambar 3.14 Menu Attribute Setting Aplikasi FTP .....	29
Gambar 3.15 Menu Attribute Setting Aplikasi Video (Conferencing).....	30
Gambar 3.16 Menu Attribute Setting Aplikasi VoIP (IP Telephony) .....	30
Gambar 3.17 Running OPNET untuk keseluruhan skenario simulasi.....	31
Gambar 3.18 Compare Results Browser OPNET untuk keseluruhan skenario simulasi.....	31
Gambar 3.19 Results Browser OPNET untuk keseluruhan Traffic Received LLQ	32
Gambar 3.20 Results Browser OPNET untuk keseluruhan Traffic Sent LLQ .....	32
Gambar 3.21 Results Browser OPNET untuk keseluruhan End to End Delay LLQ	33
Gambar 3.22 Results Browser OPNET untuk keseluruhan MOS LLQ .....	33
Gambar 4.1 Rata-rata Voice Traffic Sent FIFO .....	34
Gambar 4.2 Rata-rata Voice Traffic Received FIFO.....	35
Gambar 4.3 Perbandingan Voice Traffic Sent – Received FIFO .....	35
Gambar 4.4 Rata-rata Voice Traffic Sent CBWFQ.....	36
Gambar 4.5 Rata-rata Voice Traffic Received CBWFQ .....	37
Gambar 4.6 Perbandingan Voice Traffic Sent – Received CBWFQ.....	37
Gambar 4.7 Rata-rata Voice Traffic Sent LLQ .....	38
Gambar 4.8 Rata-rata Voice Traffic Received LLQ.....	39
Gambar 4.9 Perbandingan Voice Traffic Sent – Received LLQ .....	39
Gambar 4.10 Traffic Received.....	40
Gambar 4.11 Traffic Sent FIFO, CBWFQ, dan FIFO .....	41

Gambar 4.12 Voice packet End to End delay FIFO, CBWFQ, dan LLQ .....	42
Gambar 4.13 Voice packet End to End delay FIFO, CBWFQ, dan LLQ .....	43
Gambar 4.14 Grafik terpisah Jitter FIFO, CBWFQ, dan LLQ .....	45
Gambar 4.15 Grafik Overlay Jitter FIFO, CBWFQ dan LLQ .....	45
Gambar 4.16 MOS (Mean Opinion Score) FIFO, CBWFQ, dan LLQ .....	46
Gambar 4.17 Grafik Overlay MOS untuk FIFO, CBWFQ, dan LLQ .....	46
Gambar 4.18 Skenario pengujian VoIP oleh Miftah Rahman .....	48
Gambar 4.19 Skenario pengujian VoIP oleh Szilagy .....	49