

TUGAS AKHIR

IMPLEMENTASI *LOAD BALANCING PER CONNECTION* *CLASSIFIER* PADA INFRASTRUKTUR JARINGAN YAYASAN TPQ AL-FALAH

Disusun untuk Memenuhi Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana Komputer
Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Jember



M. ABID ULIL AZMI

2310651041

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER**

2025

HALAMAN PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR
IMPLEMENTASI *LOAD BALANCING PER CONNECTION*
***CLASSIFIER* PADA INFRASTRUKTUR JARINGAN**
YAYASAN TPQ AL-FALAH

Oleh:

M. Abid Ulil Azmi

2310651041

Telah disetujui bahwa Laporan Tugas Akhir ini diajukan dalam sidang Tugas Akhir sebagai dari pemenuhan syarat kelulusan guna memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom).

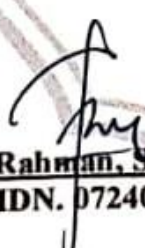
di

Universitas Muhammadiyah Jember

Disetujui oleh,

Pembimbing I

Pembimbing II


Miftahur Rahman, S.Kom., M.Kom
NIDN. 0724039201


Darvanto, S.Kom., M.Kom
NIDN. 0707077203

HALAMAN PENGESAHAN

**IMPLEMENTASI LOAD BALANCING PER CONNECTION
CLASSIFIER PADA INFRASTRUKTUR JARINGAN
YAYASAN TPQ AL-FALAH**

Oleh:

M. Abid Ulil Azmi

2310651041

Telah mempertanggung jawabkan Laporan Tugas Akhirnya pada Sidang Tugas Akhir pada 19 Agustus 2025 sebagai salah satu syarat kelulusan dan mendapatkan gelar Sarjana Komputer (S.Kom.)

di

Universitas Muhammadiyah Jember

Disetujui oleh:

Penguji I



Henny Wahyu Sulistyono, S.Kom., M.Kom.
NIDN. 0718088309

Pembimbing I



Miftahur Rahman, S.Kom., M.Kom.
NIDN. 0724039201

Penguji II



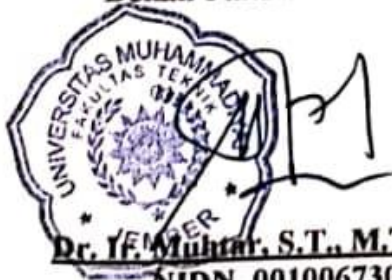
Nur Qodariyah Fitriyati, S.Kom., M.Kom.
NIDN. 0727097501

Pembimbing II



Daryanto, S.Kom., M.Kom.
NIDN. 0707077203

**Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik**



Dr. I.F. Muhtar, S.T., M.T., IPM
NIDN. 0010067301

**Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik
Informatika**



Rosita Yantiarti, S.Kom., M.Cs.
NIDN. 0629018601

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Abid Ulil Azmi

NIM : 2310651041

Program Studi : Teknik Informatika

Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Jember

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

***“IMPLEMENTASI LOAD BALANCING PER CONNECTION CLASSIFIER
PADA INFRASTRUKTUR JARINGAN YAYASAN TPQAL-FALAH”***

merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Seluruh isi dalam skripsi ini merupakan hasil dari pemikiran, analisis, dan penyusunan yang saya lakukan secara mandiri, tanpa meniru atau menyalin dari karya orang lain yang telah dipublikasikan atau diajukan sebelumnya, baik di Universitas Muhammadiyah Jember maupun di perguruan tinggi lainnya, kecuali apabila telah dicantumkan secara jelas dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari terbukti terdapat unsur plagiarisme, penyalinan tanpa izin, atau pelanggaran hak cipta lainnya, saya siap menerima segala sanksi akademik yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Jember.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Jember, 12 Agustus 2025



M. Abid Ulil Azmi
NIM. 2310651041

MOTTO

“If I have seen further it is by standing on the shoulders of Giants.”

(Jika saya bisa melihat lebih jauh, itu karena saya berdiri di atas bahu para raksasa.)

— Isaac Newton

“Genius is one percent inspiration and ninety-nine percent perspiration.”

(Kejeniusan adalah satu persen inspirasi dan sembilan puluh sembilan persen kerja keras.)

— Thomas Alva Edison

“The good thing about science is that it's true whether or not you believe in it.”

(Hal baik tentang sains adalah ia tetap benar meskipun kamu tidak mempercayainya.)

— Neil deGrasse Tyson

“Nothing in life is to be feared, it is only to be understood.”

(Tidak ada yang perlu ditakuti dalam hidup ini, yang ada hanyalah untuk dipahami.)

— Marie Curie

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan kasih sayang dan rahmat-Nya yang telah memberikan kekuatan, kesabaran, serta kelapangan hati dalam menjalani proses panjang penyusunan Tugas Akhir ini. Atas izin dan kehendak-Nya, akhirnya dapat terwujud menjadi sebuah karya ilmiah yang utuh. Dengan penuh kerendahan hati, karya ini penulis persembahkan kepada:

1. Allah SWT, Tuhan Yang Maha Mengetahui dan Maha Membimbing, yang senantiasa hadir dalam setiap doa, kesunyian, dan usaha. Dalam setiap kebutuhan, Dia membuka jalan. Dalam setiap keraguan, Dia hadirkan keyakinan. Tak satu pun dari ini semua akan terwujud tanpa izin dan ridha-Nya.
2. Ayah dan Ibu tercinta, sumber cinta dan semangat terbesar dalam hidup penulis. Terima kasih atas doa yang tidak pernah henti terucap, dukungan yang tidak pernah goyah, serta segala pengorbanan yang tak ternilai sejak langkah pertama penulis menempuh pendidikan. Keringat dan kerja keras kalian menjadi kekuatan yang mengantarkan penulis hingga titik ini. Segala keberhasilan ini tak lepas dari ridamu, yang juga menjadi ridha Allah.
3. Kepada Bapak Miftahur Rahman, S.Kom., M.Kom. sebagai dosen pembimbing I dan Bapak Daryanto, S.Kom., M.Kom. sebagai dosen pembimbing II, terima kasih atas segala bimbingan, ilmu, dan arahnya yang luar biasa selama proses penulisan Tugas Akhir ini. Kesabaran, ketelitian, dan perhatian Bapak berdua menjadi petunjuk di tengah jalan yang tidak selalu mudah. Semoga Allah membalas segala kebaikan yang telah diberikan.
4. Kepada Bapak Henny Wahyu Sulisty, S.Kom., M.Kom. dan Ibu Nur Qodariyah Fitriyah, S.Kom., M.Kom. selaku dosen penguji I dan II, terima kasih atas waktu, saran, kritik, dan masukan berharga yang telah membantu penyempurnaan karya ini. dan telah menjadi bagian penting dalam membentuk cara berpikir ilmiah dan objektif selama ujian dan proses revisi berlangsung.

5. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Rosita Yanuarti, S.Kom., M.Cs. selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Jember, atas segala bentuk arahan akademik, bimbingan administratif, serta persetujuan yang telah diberikan, sehingga penulis dapat menjalani sidang Tugas Akhir dengan lancar.

Akhir kata, Tugas Akhir ini tidak hanya hasil kerja keras pribadi, tetapi juga merupakan wujud dari doa, dukungan, serta ketulusan dari banyak pihak yang hadir dalam kehidupan penulis. Semoga karya sederhana ini dapat memberikan manfaat dan menjadi amal jariyah melalui ilmu yang disebarluaskan.



ABSTRAK

Azmi, Abid. 2025. Implementasi *Load Balancing Per Connection Classifier* pada Infrastruktur Jaringan Yayasan TPQ AL-FALAH. Tugas Akhir. Program Sarjana. Program Studi Teknik Informatika. Universitas Muhammadiyah Jember.

Pembimbing: Miftahur Rahman, S.Kom., M.Kom.; Daryanto, S.Kom., M.Kom.

Dalam era digital saat ini, kebutuhan akan koneksi internet yang cepat, stabil, dan handal menjadi hal yang sangat penting, termasuk di lembaga pendidikan seperti TPQ AL-FALAH, berfungsi untuk mengelola sistem administrasi seperti pengelolaan data dan dokumen, serta kegiatan *streaming* acara secara langsung melalui YouTube. Namun, penggunaan satu jalur internet seringkali tidak mampu memberikan kestabilan koneksi yang diharapkan, sehingga diperlukan solusi berupa penggabungan dua jalur ISP menggunakan teknik *load balancing*. Penelitian ini mengimplementasikan metode *Per Connection Classifier* (PCC) pada perangkat Mikrotik untuk menggabungkan dua jalur internet dari ISP yang berbeda, yakni PT Global Media Data Prima dan modem Orbit Star 2. Metode ini memungkinkan distribusi lalu lintas jaringan secara merata antar koneksi yang tersedia, sekaligus menyediakan cadangan jalur (*failover*) ketika salah satu ISP mengalami gangguan. Implementasi dilakukan menggunakan pengaturan *firewall mangle* dan *routing* di perangkat Mikrotik. Selain implementasi jaringan, penelitian ini juga menganalisis *Quality of Service* (QoS) untuk menilai performa jaringan yang telah diterapkan. Pengujian dilakukan berdasarkan empat parameter utama, yaitu *delay*, *jitter*, *packet loss*, dan *throughput*. Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan *load balancing* dengan metode PCC pada skenario 3 adalah hasil yang terbaik, yaitu pada saat kedua ISP aktif secara bersamaan dengan nilai *delay* 0,8 ms, *jitter* 0,01 ms, *packet loss* 0,11%, dan *throughput* 9038 kbps, berdasarkan kategori standar TIPHON, maka hasil parameter analisis QoS skenario 3 semua parameter dalam kategori excellent atau sangat baik. Dengan demikian, sistem *load balancing* ini terbukti efektif dalam meningkatkan performa dan keandalan jaringan internet di lingkungan kerja TPQ AL-FALAH.

Kata Kunci: Mikrotik, *load balancing*, PCC, *Quality of Service*, *Delay*, *Jitter*, *Packet Loss*, *Throughput*.

ABSTRACT

Azmi, Abid. 2025. *Implementation of Load Balancing Using Per Connection Classifier on the Network Infrastructure of TPQ AL-FALAH Foundation*. Undergraduate Thesis. Bachelor Program. Informatics Engineering Study Program. Universitas Muhammadiyah Jember.

Advisors: Miftahur Rahman, S.Kom., M.Kom.; Daryanto, S.Kom., M.Kom.

In today's digital era, the need for fast, stable, and reliable internet connectivity has become increasingly essential, including in educational institutions such as TPQ AL-FALAH. The internet is used to manage administrative systems such as data and document management, as well as for live streaming events through YouTube. However, relying on a single internet connection often fails to deliver the expected stability, which highlights the need for a solution through the integration of two ISP connections using a load balancing technique. This research implements the Per Connection Classifier (PCC) method on a Mikrotik device to combine two internet connections from different ISPs, namely PT Global Media Data Prima and the Orbit Star 2 modem. This method enables even distribution of network traffic across available connections, while also providing a failover mechanism when one ISP experiences disruption. The implementation is configured using Mikrotik's firewall mangle and routing features. In addition to network implementation, this study also analyzes the Quality of Service (QoS) to evaluate the performance of the applied network system. The evaluation focuses on four main parameters: delay, jitter, packet loss, and throughput. The analysis results show that applying load balancing using the PCC method in scenario 3 is the best result, namely when both ISPs are active simultaneously with a delay value of 0,8 ms, jitter 0,01 ms, packet loss 0,11%, and throughput 9038 kbps based on the TIPHON standard category. So the results of the QoS analysis parameters for scenario 3 are all parameters in the excellent or very good category. This load balancing system has proven effective in improving the performance and reliability of the internet network in the TPQ AL-FALAH work environment.

Keywords: Mikrotik, load balancing, PCC, Quality of Service, Delay, Jitter, Packet Loss, Throughput.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“IMPLEMENTASI LOAD BALANCING PER CONNECTION CLASSIFIER PADA INFRASTRUKTUR JARINGAN YAYASAN TPQ AL-FALAH”**. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan jenjang Sarjana (S1) pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember.

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa capaian ini tidak terlepas dari dukungan, doa, bimbingan, serta arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Miftahur Rahman, S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing I, dan Bapak Daryanto, S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing II, yang telah banyak memberikan waktu, pengetahuan, dan motivasi kepada penulis selama proses bimbingan berlangsung.

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Bapak Henny Wahyu Sulistyo, S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Penguji I, dan Ibu Nur Qodariyah Fitriyah, S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Penguji II, atas saran dan kritik yang sangat membantu dalam perbaikan laporan ini. Tidak lupa, penulis juga menyampaikan apresiasi kepada seluruh dosen dan staf di lingkungan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember atas segala dukungan yang diberikan selama masa studi.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna, baik dalam penulisan maupun isi yang disampaikan. Oleh karena itu, saran dan masukan yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan di masa mendatang. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat dan menjadi referensi yang berguna bagi pembaca serta pengembangan ilmu di bidang informatika.

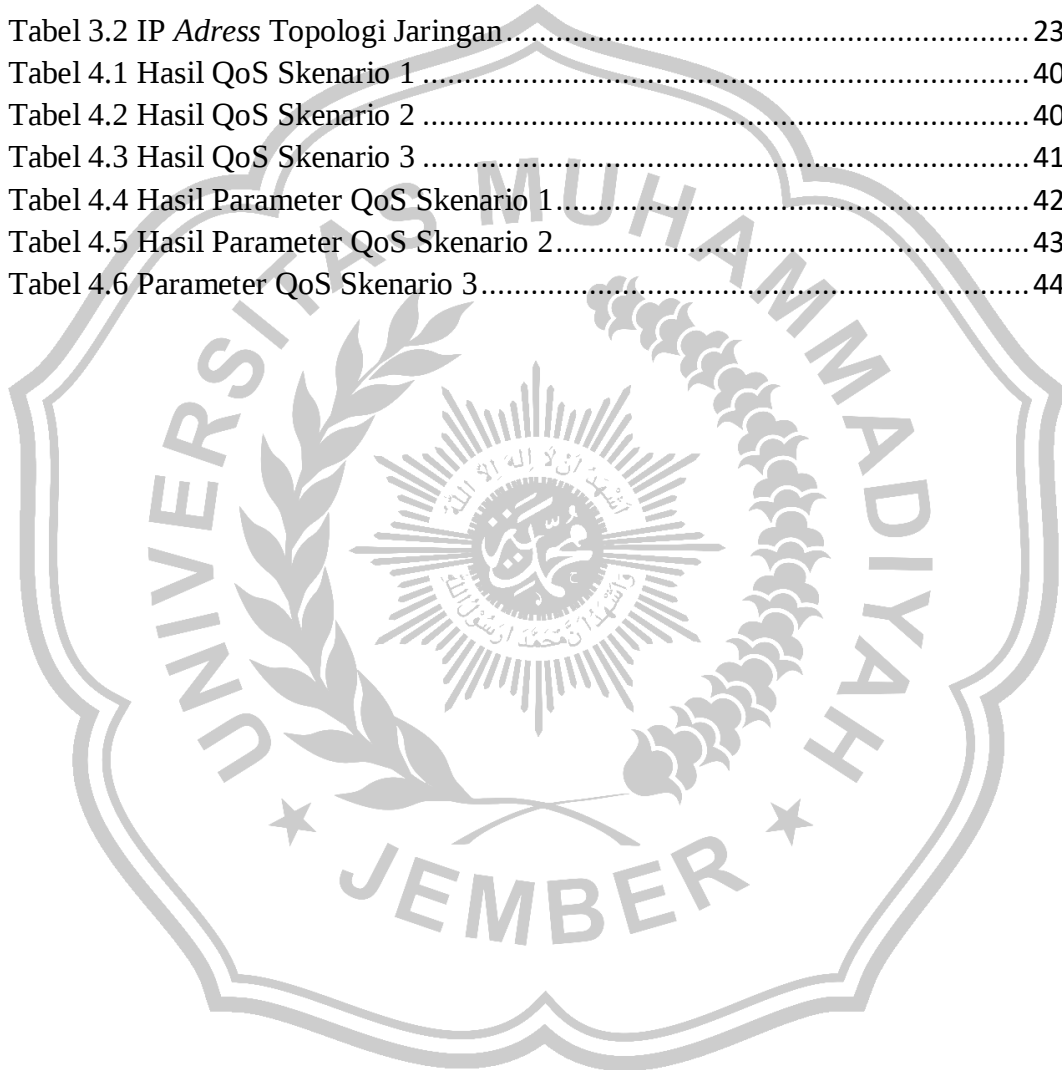
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II.....	5
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	5
2.2 Jaringan Komputer	6
2.2.1 Local Area Network (LAN)	6
2.2.2 Metropolitan Area Network (MAN)	7
2.2.3 Wide Area Network (WAN)	7
2.3 Topologi Star	8
2.4 Internet Service Provider (ISP).....	8
2.5 Load Balancing	9
2.6 Per Connection Classifier (PCC).....	9
2.7 Bandwidth	10
2.8 Mikrotik RouterOS	10
2.9 Winbox.....	11
2.10 Kabel UTP Cat 6	12

2.11 <i>Speed Test</i>	12
2.12 Wireshark	12
2.13 <i>Quality of Service (QoS)</i>	13
BAB III	18
3.1 Diagram Alur Penelitian	19
3.2 Observasi	20
3.2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.2.2 Pengumpulan Data	20
3.2.3 Perangkat Kebutuhan Jaringan	21
3.2.4 Kebutuhan <i>Bandwidth</i>	21
3.3 Perancangan Topologi Jaringan	22
3.4 Konfigurasi Dasar Mikrotik	23
3.5 Konfigurasi <i>Per Connection Classifier (PCC)</i>	24
3.6 Pengujian Koneksi	24
3.7 Analisis <i>Quality of Service (QoS)</i>	24
BAB IV	26
4.1 Konfigurasi Dasar Mikrotik	26
4.1.1 Login Winbox	26
4.1.2 Konfigurasi <i>Interface</i>	26
4.1.3 Konfigurasi IP Adress	29
4.1.4 Konfigurasi DNS	30
4.1.5 Konfigurasi IP Adress <i>Bridge LAN</i>	30
4.1.6 Konfigurasi DHCP Server	31
4.1.7 Konfigurasi <i>Firewall NAT</i>	31
4.2 Konfigurasi <i>Per Connection Classifier (PCC)</i>	32
4.2.1 Konfigurasi PCC Menggunakan <i>Script</i>	33
4.2.2 Konfigurasi <i>Routes</i>	35
4.3 Pengujian Koneksi	36
4.4 Analisis <i>Quality of Services (QoS)</i>	38
4.5 Evaluasi Hasil	44
BAB V	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran	46
LAMPIRAN	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Sebelumnya	5
Tabel 2.2 <i>Delay</i> Standar TIPHON.....	14
Tabel 2.3 <i>Jitter</i> Standar TIPHON.....	15
Tabel 2.4 <i>Packet Loss</i> Standar TIPHON.....	16
Tabel 2.5 <i>Throughput</i> Standar TIPHON.....	17
Tabel 3.1 Kebutuhan <i>Bandwidth</i>	22
Tabel 3.2 IP Adress Topologi Jaringan.....	23
Tabel 4.1 Hasil QoS Skenario 1	40
Tabel 4.2 Hasil QoS Skenario 2	40
Tabel 4.3 Hasil QoS Skenario 3	41
Tabel 4.4 Hasil Parameter QoS Skenario 1.....	42
Tabel 4.5 Hasil Parameter QoS Skenario 2.....	43
Tabel 4.6 Parameter QoS Skenario 3.....	44



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jaringan LAN	6
Gambar 2.2 Jaringan MAN	7
Gambar 2.3 Jaringan WAN	7
Gambar 2.4 Topologi <i>Star</i>	8
Gambar 2.5 Mikrotik	11
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian	19
Gambar 3.2 Topologi Jaringan	22
Gambar 4. 1 Tampilan <i>Login Winbox</i>	26
Gambar 4.2 Ubah Nama <i>Interface ISP</i>	26
Gambar 4.3 Ubah Nama <i>Interface Output</i>	27
Gambar 4.4 Buat Nama Grup <i>Bridge LAN</i>	27
Gambar 4.5 Tambah Anggota <i>Bridge LAN</i>	28
Gambar 4.6 Hasil Konfigurasi <i>Interface</i>	28
Gambar 4.7 Konfigurasi IP Adress untuk ISP	29
Gambar 4.8 Hasil IP Adress Dua ISP	29
Gambar 4.9 Konfigurasi DNS	30
Gambar 4.10 Konfigurasi IP Adress <i>Bridge LAN</i>	30
Gambar 4.11 Konfigurasi DHCP Server	31
Gambar 4.12 Konfigurasi <i>Firewall NAT</i>	31
Gambar 4.13 Tab <i>Mangle</i>	32
Gambar 4.14 Tab <i>General</i>	32
Gambar 4.15 Tab <i>Advanced</i>	33
Gambar 4.16 Tab <i>Action</i>	33
Gambar 4.17 Hasil Konfigurasi <i>Mangle</i>	35
Gambar 4.18 Konfigurasi <i>Routes ISP</i>	36
Gambar 4. 19 Konfigurasi <i>Routes Gateway ISP</i>	36
Gambar 4.20 Uji Koneksi Speedtest by Ookla	37
Gambar 4.21 Uji Koneksi <i>Ping Google</i>	37
Gambar 4.22 Hasil Wireshark Skenario 1	38
Gambar 4.23 Hasil Wireshark Skenario 2	39
Gambar 4.24 Hasil Wireshark Skenario 3	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 ISP 1 PT. Global Media Data Prima	50
Lampiran 2 ISP 2 Modem Orbit Star 2	50
Lampiran 3 <i>Routerboard</i> Mikrotik	51
Lampiran 4 <i>Live streaming</i> Youtube.....	51
Lampiran 5 Wawancara dengan Pengasuh TPQ AL-FALAH.....	52

