

**OPTIMALISASI BANDWIDTH JARINGAN INTERNET  
MENGUNAKAN METODE LOAD BALANCING**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**KELVIN KURNIAWAN**

**202010225153**



**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA  
TAHUN 2025**

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Judul Skripsi : Pengoptimalan Bandwith Jaringan Internet Menggunakan Metode Load Balancing

Nama Mahasiswa : Kelvin Kurniawan

Nomor Pokok Mahasiswa : 202010225153

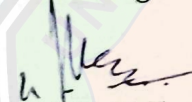
Program Studi/Fakultas : Informatika/Illmu Komputer

Tanggal Lulus Ujian Skripsi :

Jakarta, 10 Juli 2025

MENYETUJUI,

Pembimbing I

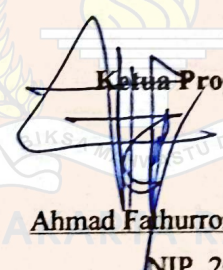
  
Rasim, S.T., M.Kom.

NIDN. 0415027301

Pembimbing II

  
Dr. Rakhmi khalida, S.T., M.M.S.I

NIDN. 0304099201

  
Ketua Program Studi

Ahmad Fathurrozi, S.E., M.M.S.I.

NIP. 2012486

Program Studi Informatika  
Fakulta Ilmu Komputer  
Universitas Bhayangkara Jakarta Raya  
2025

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir : Optimalisasi Bandwidth Jaringan Internet  
Menggunakan Metode Load Balancing  
Nama Mahasiswa : Kelvin Kurniawan  
Nomor Pokok Mahasiswa : 202010225153  
Program Studi/Fakultas : Informatika/Ilmu Komputer  
Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 1 Agustus 2025

Jakarta, 1 Agustus 2025

MENGESAHKAN,

Ketua Penguji : Sugiyatno, S.kom., M.kom

NIDN. 0313077206

Penguji II : Allan Desi Alexander, S.T., M.Kom

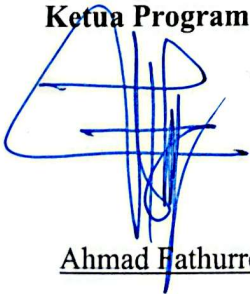
NIDN. 0305127404

Penguji III : Rasim, S.T., M.Kom

NIDN. 0415027301

MENGETAHUI,

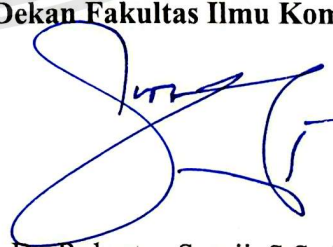
Ketua Program Studi Informatika



Ahmad Fathurrozi, S.E., M.M.S.I

NIP. 2012486

Dekan Fakultas Ilmu Komputer



Dr. Robertus Suraji, S.S., M.A.

NIP. 1904406

## LEMBAR PERNYATAAN BUKAN PLAGIASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Kelvin Kurniawan

Npm : 202010225153

Program Studi : Informatika

Fakultas : Ilmu Komputer

Judul Tugas Akhir : Optimalisasi Bandwidth Jaringan Internet Menggunakan  
Metode Load Balancing

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan skripsi yang telah saya buat ini merupakan **hasil karya saya sendiri dan benar keasliannya**. Apabila dikemudian hari penulisan skripsi ini merupakan plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan tata tertib di Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan dari pihak manapun.

Bekasi, 05 Agustus 2025

Penulis



Kelvin Kurniawan

## ABSTRAK

**Kelvin Kurniawan.202010225153.** Optimalisasi Bandwidth Jaringan Internet Menggunakan Metode Load Balancing. Bekasi. Fakultas Ilmu Komputer. Universitas Bhayangkara Jakarta Raya. 2025

Penggunaan internet yang semakin masif menuntut sistem jaringan yang efisien dan andal. Permasalahan seperti koneksi tidak stabil dan keterbatasan bandwidth sering terjadi, terutama pada jaringan yang hanya mengandalkan satu jalur ISP. Untuk mengatasi hal tersebut, metode *load balancing* menjadi solusi dengan mendistribusikan trafik secara merata ke beberapa jalur koneksi internet. Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen kuantitatif dengan menerapkan metode *Per Connection Classifier (PCC)* pada *router MikroTik*. Pengujian dilakukan dalam tiga sesi waktu (pagi, siang, malam), dengan parameter pengukuran *Quality of Service (QoS)* meliputi *throughput*, *delay*, dan *jitter*. Data dikumpulkan menggunakan perangkat lunak *Wireshark* dan dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Implementasi *load balancing PCC* menunjukkan peningkatan signifikan pada kinerja jaringan. Hasil pengukuran *throughput* meningkat, *delay* menurun, dan *jitter* menjadi lebih stabil dibandingkan kondisi jaringan sebelum konfigurasi. Selain itu, sistem juga mampu mengaktifkan *failover* otomatis saat salah satu ISP tidak aktif. Temuan ini membuktikan bahwa metode *load balancing* berbasis PCC efektif dalam mengoptimalkan *bandwidth*, meningkatkan efisiensi trafik, dan menjaga kestabilan koneksi jaringan lokal. Konfigurasi ini cocok diterapkan pada skala rumah atau kantor kecil yang menggunakan lebih dari satu ISP.

**Kata Kunci:** *Bandwidth, Load Balancing, MikroTik, PCC, Jaringan Internet*

## **ABSTRACT**

**Kelvin Kurniawan.202010225153.** *Optimizing Internet Network Bandwidth Using Load Balancing Method.* Bekasi. Faculty of Computer Science. Bhayangkara University, Jakarta Raya. 2025

*The increasing use of the internet demands an efficient and reliable network system. Problems such as unstable connections and limited bandwidth often occur, especially in networks that rely on only one ISP. To overcome this, the load balancing method is a solution by distributing traffic evenly across multiple internet connection paths. This study uses a quantitative experimental approach by implementing the Per Connection Classifier (PCC) method on a MikroTik router. Testing was conducted in three time sessions (morning, afternoon, evening), with Quality of Service (QoS) measurement parameters including throughput, delay, and jitter. Data were collected using Wireshark software and analyzed descriptively quantitatively. The implementation of PCC load balancing showed a significant improvement in network performance. The measurement results showed that throughput increased, delay decreased, and jitter became more stable compared to the network conditions before the configuration. In addition, the system was also able to activate automatic failover when one ISP was inactive. These findings prove that the PCC-based load balancing method is effective in optimizing bandwidth, increasing traffic efficiency, and maintaining the stability of local network connections. This configuration is suitable for use in homes or small offices that use more than one ISP.*

**Keywords:** *Bandwidth, Load Balancing, MikroTik, PCC, Internet Network*

## LEMBAR PERNYATAAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Kelvin Kurniawan

NPM : 202010225153

Program Studi : Informatika

Fakultas : Ilmu Komputer

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, **Hak Bebas Royalti Non-Esklusif (Non Exclusive Royalty-Free-Right)**, atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Optimalisasi *Bandwidth* Jaringan Internet Menggunakan Metode *Load Balancing*

Beserta perangkat yang ada (bila diperlukan). Dengan hak bebas royalti non eskusif ini, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya dan mempublikasikannya di Internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik hak cipta.

Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di

: Bekasi

Pada Tanggal

: 05 Agustus 2025

Yang Menyatakan



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ **OPTIMALISASI BANDWIDTH JARINGAN INTERNET MENGGUNAKAN METODE LOAD BALANCING.**” Serta shalawat dan salam selalu dicurahkan kepada Nabi Muhammad Sha lallahu ‘Alaihi Wa Salam.

Dalam penyusunan tugas akhir ini dan penyelesaian penulisan ini, banyak memperoleh bantuan serta bimbingan dari banyak pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tepat waktu. Ucapan terimakasih ini juga penulisan tunjukan kepada:

1. Bapak Irjen Pol. (Purn) Prof. Dr. Drs. Bambang Karsono, S.H., M.M., Ph.D, D.Crim (HC) Selaku Rektor dari Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
2. Dr. Robertus Suraji, S.S., M.A. Selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
3. Bapak Ahmad Fathurrozi, S.E., M.M.S.I Selaku Ketua Program Studi Informatika yang telah memberikan pengesahan penulisan ini.
4. Bapak Rasim, S. T., M. Kom Selaku dosen Pembimbing I (satu) yang telah banyak memberikan bantuan, masukan, dan motivasi dalam penyelesaian penulisan ini.

5. Ibu Dr. Rakhmi Khalida, S. T., M.M.S.I. Selaku dosen Pembimbing II (dua) yang telah banyak memberikan bantuan, masukan, dan motivasi dalam penyelesaian penulisan ini.
6. Kepada Bapak dan Ibu dosen Ilmu Komputer yang telah memberikan ilmu dan saran yang bermanfaat selama perkuliahan.
7. Papah tercinta dan panutanku yaitu bapak Kurnia, terima kasih sudah berjuang untuk kehidupan penulis, beliau memang hanya tamatan SMA yang tidak pernah bermimpi duduk dibangku kuliah. Namun beliau mampu mendidik penulis, memotivasi dan memberi dukungan hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana.
8. Mamah tercinta, yaitu mamah Sulastri yang telah memberikan kasih sayang dan cinta kepada penulis, serta selalu menjadi tempat berpulang paling nyaman bagi penulis. Terima kasih untuk doa yang beliau panjatkan selama ini sehingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana.
9. Teruntuk sahabat penulis Hendri, Reza, Taufik, Fikri, Parheg. Terima kasih untuk menjadi partner bertumbuh di segala kondisi yang terkadang tidak terduga, menjadi teman ngopi di semua warkop, menjadi pendengar yang baik dan selalu memberikan semangat bahwa segala masalah yang dihadapi selama proses skripsi akan berakhir.
10. Teruntuk seluruh teman saung, terima kasih sudah menjadi teman penulis dan menemani penulis dan selalu memberi canda dan tawa selama proses skripsi ini.

11. *Last but not least*, terima kasih untuk diri sendiri, karena telah mampu berusaha keras dan berjuang sejauh ini. Mampu mengendalikan diri dari berbagai tekanan diluar keadaan dan tidak pernah memutuskan menyerah sesulit apapun prosesnya, ini merupakan pencapaian yang patut dibanggakan untuk diri sendiri.

*I wanna thank me for just being me at all times.*

Akhir kata, penyusunan Skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penyusun harapkan. Semoga penyusunan laporan ini bermanfaat bagi semua pihak.

Jakarta, 10 Juli 2025



Kelvin Kurniawan  
2020102251513



## DAFTAR ISI

|                                         |       |
|-----------------------------------------|-------|
| LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING .....     | i     |
| LEMBAR PENGESAHAN .....                 | ii    |
| LEMBAR PERNYATAAN BUKAN PLAGIASI .....  | iii   |
| ABSTRAK .....                           | iv    |
| <i>ABSTRACT</i> .....                   | v     |
| LEMBAR PERNYATAAN PUBLIKASI .....       | vi    |
| KATA PENGANTAR .....                    | vii   |
| DAFTAR ISI .....                        | x     |
| DAFTAR TABEL .....                      | xv    |
| DAFTAR GAMBAR .....                     | xvi   |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                   | xviii |
| BAB I .....                             | 1     |
| PENDAHULUAN .....                       | 1     |
| 1.1 Latar Belakang .....                | 1     |
| 1.2 Identifikasi Masalah .....          | 2     |
| 1.3 Rumusan Masalah .....               | 3     |
| 1.4 Batasan Masalah .....               | 3     |
| 1.5 Tujuan dan Manfaat Penelitian ..... | 4     |
| 1.5.1 Tujuan Penelitian .....           | 4     |
| 1.5.2 Manfaat Penelitian .....          | 4     |
| 1.6 Sistematika Penulisan .....         | 5     |
| BAB II .....                            | 7     |

|                                                   |          |
|---------------------------------------------------|----------|
| <b>LANDASAN TEORI .....</b>                       | <b>7</b> |
| 2.1 Landasan Teori .....                          | 7        |
| 2.2 Definisi <i>Bandwidth</i> .....               | 12       |
| 2.2.1 Manajemen <i>Bandwidth</i> .....            | 13       |
| 2.3 Jaringan Komputer .....                       | 14       |
| 2.4 Internet .....                                | 15       |
| 2.5 IP Address .....                              | 16       |
| 2.5.1 IP Public .....                             | 17       |
| 2.5.2 Variable Length Subnet Mask (VLSM) .....    | 18       |
| 2.6 Topologi Jaringan.....                        | 19       |
| 2.6.1 Topologi Bus .....                          | 20       |
| 2.6.2 Topologi Tree .....                         | 22       |
| 2.6.3 Topologi Star.....                          | 23       |
| 2.6.4 Topologi Ring.....                          | 24       |
| 2.6.5 Topologi Mesh .....                         | 25       |
| 2.7 Manajemen Jaringan .....                      | 26       |
| 2.7.1 Queue Tree .....                            | 28       |
| 2.7.2 Quality Of Service.....                     | 29       |
| 2.7.3 Load Balance.....                           | 33       |
| 2.7.4 ECMP (Equal Cost Multi-Path) .....          | 34       |
| 2.7.5 PCC (Per Connection Classifier) .....       | 35       |
| 2.7.6 NTH (Nth Packet) .....                      | 36       |
| 2.8 Komponen Infrastruktur Jaringan Internet..... | 38       |
| 2.8.1 Mikrotik .....                              | 39       |
| 2.8.2 LAN .....                                   | 40       |

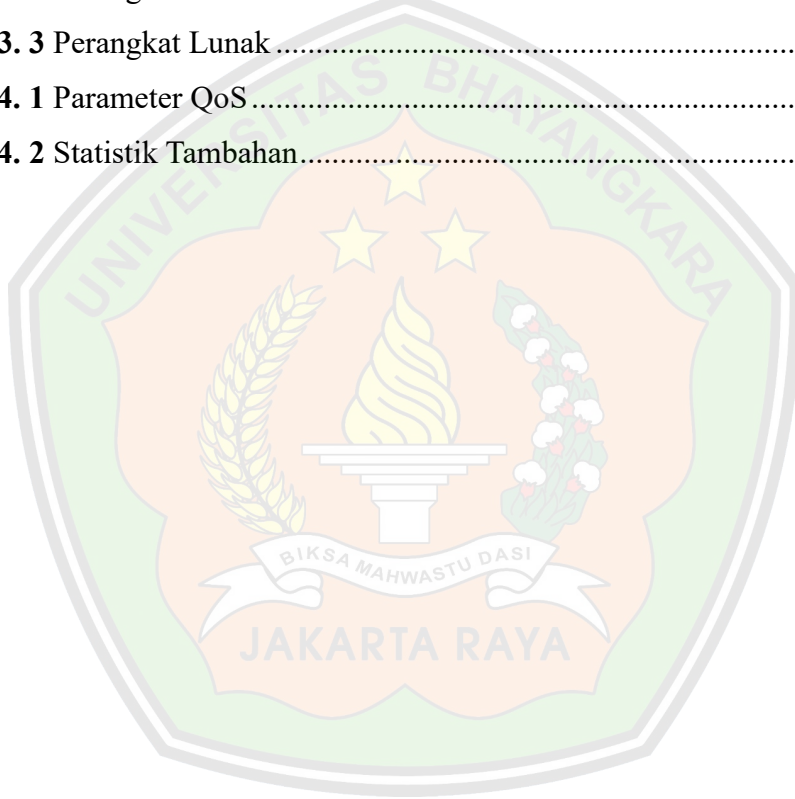
|                              |                                         |           |
|------------------------------|-----------------------------------------|-----------|
| 2.8.3                        | Switch.....                             | 41        |
| 2.8.4                        | Router.....                             | 43        |
| <b>BAB III</b>               | <b>.....</b>                            | <b>45</b> |
| <b>METODOLOGI PENELITIAN</b> | <b>.....</b>                            | <b>45</b> |
| 3.1                          | Metode Penelitian.....                  | 45        |
| 3.1.1                        | Jumlah Pengujian .....                  | 45        |
| 3.1.2                        | Hasil Pengujian .....                   | 45        |
| 3.1.3                        | Parameter Quality Of Service (QoS)..... | 46        |
| 3.2                          | Variabel Penelitian .....               | 46        |
| 3.3                          | Definisi Operasional Variabel QoS ..... | 47        |
| 3.4                          | Alat dan Bahan Penelitian.....          | 48        |
| 3.5                          | Hipotesis Penelitian.....               | 49        |
| 3.6                          | Kerangka Penelitian .....               | 50        |
| 3.7                          | Desain Eksperimen.....                  | 51        |
| 3.7.1                        | Tahapan Pengujian .....                 | 52        |
| 3.8                          | Alur Pengujian .....                    | 53        |
| 3.9                          | Validasi dan Keandalan Data .....       | 54        |
| 3.10                         | Analisis Sistem.....                    | 54        |
| 3.10.1                       | Analisis Sistem Berjalan .....          | 55        |
| 3.10.2                       | Analisis Permasalahan .....             | 56        |
| 3.10.3                       | Analisis Sistem Usulan .....            | 56        |
| <b>BAB IV</b>                | <b>.....</b>                            | <b>59</b> |
| <b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>  | <b>.....</b>                            | <b>59</b> |
| 4.1                          | Analisa Kebutuhan .....                 | 59        |
| 4.2                          | Desain Topologi dan Implementasi.....   | 59        |

|       |                                                     |     |
|-------|-----------------------------------------------------|-----|
| 4.3   | Perancangan Topologi.....                           | 60  |
| 4.3.1 | Topologi Jaringan Lama.....                         | 60  |
| 4.3.2 | Topologi Jaringan Baru.....                         | 62  |
| 4.3.3 | Tahapan Konfigurasi Load Balance Pada Mikrotik..... | 63  |
| 4.4   | Konfigurasi Mikrotik.....                           | 65  |
| 4.4.1 | Ip Address.....                                     | 65  |
| 4.4.2 | DHCP Client.....                                    | 68  |
| 4.4.3 | Konfigurasi Ip Bridge Lan.....                      | 71  |
| 4.4.4 | DHCP Server.....                                    | 72  |
| 4.4.5 | Ip Route List.....                                  | 73  |
| 4.4.6 | Firewall NAT ( Network Address Translation ).....   | 76  |
| 4.5   | Load Balance.....                                   | 78  |
| 4.5.1 | Firewall Mangle.....                                | 79  |
| 4.5.2 | Address List.....                                   | 84  |
| 4.5.3 | Queue Tree.....                                     | 86  |
| 4.6   | Hasil Konfigurasi.....                              | 89  |
| 4.6.1 | Hasil Load Balancing.....                           | 90  |
| 4.6.2 | Hasil Failover.....                                 | 90  |
| 4.7   | Pengukuran Quality Of Services (QOS).....           | 91  |
| 4.7.1 | Hitung Throughput.....                              | 91  |
| 4.7.2 | Hitung Delay.....                                   | 94  |
| 4.7.3 | Hitung Jitter.....                                  | 97  |
| 4.8   | Hasil Pengukuran QoS.....                           | 100 |
| 4.8.1 | Nilai Rata-rata Parameter QoS.....                  | 100 |
| 4.8.2 | Statistik Deskripsi Tambahan.....                   | 101 |

|                       |                                              |            |
|-----------------------|----------------------------------------------|------------|
| 4.9                   | Grafik Perbandingan QoS .....                | 102        |
| 4.9.1                 | Grafik Throughput .....                      | 102        |
| 4.9.2                 | Grafik Delay .....                           | 103        |
| 4.9.3                 | Grafik Jitter .....                          | 104        |
| 4.10                  | Pembahasan.....                              | 105        |
| 4.10.1                | Kinerja Jaringan Setelah Load Balancing..... | 105        |
| 4.10.2                | Kaitan Dengan Studi Sebelumnya .....         | 106        |
| 4.10.3                | Analisis Efisiensi.....                      | 106        |
| <b>BAB V</b>          | .....                                        | <b>107</b> |
| <b>PENUTUP</b>        | .....                                        | <b>107</b> |
| 5.1                   | Kesimpulan .....                             | 107        |
| 5.2                   | Saran.....                                   | 108        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> | .....                                        | <b>109</b> |
| <b>LAMPIRAN</b>       | .....                                        | <b>116</b> |

## DAFTAR TABEL

|                                                 |     |
|-------------------------------------------------|-----|
| <b>Tabel 2. 1</b> Landasan Teori.....           | 7   |
| <b>Tabel 2. 2</b> Parameter Throughput .....    | 30  |
| <b>Tabel 2. 3</b> Parameter Delay.....          | 31  |
| <b>Tabel 2. 4</b> Parameter Jitter .....        | 32  |
| <b>Table 3. 1</b> Operasional Variabel QoS..... | 47  |
| <b>Table 3. 2</b> Perangkat Keras .....         | 48  |
| <b>Table 3. 3</b> Perangkat Lunak .....         | 48  |
| <b>Tabel 4. 1</b> Parameter QoS.....            | 101 |
| <b>Tabel 4. 2</b> Statistik Tambahan.....       | 101 |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 2. 1</b> Topologi Bus.....                                   | 21 |
| <b>Gambar 2. 2</b> Topologi Tree.....                                  | 23 |
| <b>Gambar 2. 3</b> Topologi Star .....                                 | 24 |
| <b>Gambar 2. 4</b> Topologi Ring .....                                 | 25 |
| <b>Gambar 2. 5</b> Topologi Mesh .....                                 | 26 |
| <b>Gambar 2. 6</b> Mikrotik.....                                       | 39 |
| <b>Gambar 2. 7</b> Kabel LAN .....                                     | 40 |
| <b>Gambar 2. 8</b> Switch .....                                        | 42 |
| <b>Gambar 2. 9</b> Router .....                                        | 43 |
| <b>Gambar 3. 1</b> Kerangka Penelitian.....                            | 50 |
| <b>Gambar 3. 2</b> Sistem Berjalan.....                                | 55 |
| <b>Gambar 3. 3</b> Sistem Usulan .....                                 | 57 |
| <b>Gambar 4. 1</b> Topologi Jaringan Lama .....                        | 61 |
| <b>Gambar 4. 2</b> Hasil Perancangan Topologi .....                    | 62 |
| <b>Gambar 4. 3</b> Tahapan Konfigurasi Load Balance Pada Mikrotik..... | 64 |
| <b>Gambar 4. 4</b> Hasil Konfigurasi Pada Router .....                 | 66 |
| <b>Gambar 4. 5</b> Hasil Konfigurasi Pada Router .....                 | 67 |
| <b>Gambar 4. 6</b> Konfigurasi DHCP Client 1 .....                     | 69 |
| <b>Gambar 4. 7</b> Konfigurasi DHCP Client 2.....                      | 70 |
| <b>Gambar 4. 8</b> Hasil Konfigurasi DHCP Client .....                 | 70 |
| <b>Gambar 4. 9</b> Konfigurasi IP Bridge Lan.....                      | 71 |
| <b>Gambar 4. 10</b> Konfigurasi DHCP Server .....                      | 72 |
| <b>Gambar 4. 11</b> Konfigurasi Routing Ether 1 .....                  | 74 |
| <b>Gambar 4. 12</b> Konfigurasi Routing Ether 2.....                   | 74 |
| <b>Gambar 4. 13</b> Konfigurasi Routing Bridge Lan .....               | 75 |
| <b>Gambar 4. 14</b> Konfigurasi Ip Route List .....                    | 75 |
| <b>Gambar 4. 15</b> Konfigurasi NAT Ether 1 .....                      | 77 |
| <b>Gambar 4. 16</b> Hasil Konfigurasi Firewall NAT.....                | 77 |
| <b>Gambar 4. 17</b> Konfigurasi Mark Connection ISP .....              | 80 |
| <b>Gambar 4. 18</b> Konfigurasi Mark Routing.....                      | 81 |
| <b>Gambar 4. 19</b> Konfigurasi Mark Connection Game Online.....       | 82 |

|                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Gambar 4. 20</b> Hasil Konfigurasi Mangle.....                   | 83  |
| <b>Gambar 4. 21</b> Konfigurasi Address List .....                  | 84  |
| <b>Gambar 4. 22</b> Konfigurasi Address List .....                  | 85  |
| <b>Gambar 4. 23</b> Konfigurasi Queue Tree game online .....        | 86  |
| <b>Gambar 4. 24</b> Konfigurasi Queue Tree Sosial Media.....        | 87  |
| <b>Gambar 4. 25</b> Konfigurasi Queue Tree Laptop .....             | 87  |
| <b>Gambar 4. 26</b> Konfigurasi Queue Tree.....                     | 88  |
| <b>Gambar 4. 27</b> Hasil Load Balancing .....                      | 90  |
| <b>Gambar 4. 28</b> Hasil Failover .....                            | 90  |
| <b>Gambar 4. 29</b> Hasil Capture Wireshark Sebelum Penerapan ..... | 92  |
| <b>Gambar 4. 30</b> Hasil Capture Wireshark.....                    | 93  |
| <b>Gambar 4. 31</b> Hitung Delay Sebelum Penerapan .....            | 95  |
| <b>Gambar 4. 32</b> Hasil Hitung Delay .....                        | 96  |
| <b>Gambar 4. 33</b> Hasil Hitung Jitter Sebelum Penerapan .....     | 98  |
| <b>Gambar 4. 34</b> Hasil Hitung Jitter.....                        | 99  |
| <b>Gambar 4. 35</b> Grafik Throughput .....                         | 102 |
| <b>Gambar 4. 36</b> Grafik Delay .....                              | 103 |
| <b>Gambar 4. 37</b> Grafik Jitter.....                              | 104 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                            |     |
|------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Lampiran 1</b> Lembar Persetujuan Pembimbing.....       | 116 |
| <b>Lampiran 2</b> Surat Rekomendasi Pembimbing.....        | 117 |
| <b>Lampiran 3</b> Lembar Bimbingan Dosen Pembimbing 1..... | 118 |
| <b>Lampiran 4</b> Lembar Bimbingan Dosen Pembimbing 2..... | 119 |
| <b>Lampiran 5</b> Plagiarisme .....                        | 120 |
| <b>Lampiran 6</b> Biodata Mahasiswa.....                   | 121 |
| <b>Lampiran 7</b> Publikasi Jurnal.....                    | 122 |

