

**PENGGABUNGAN DUA KONEKSI *INTERNET SERVICE PROVIDER*
DENGAN TEKNIK *LOAD BALANCING* MENGGUNAKAN METODE
*EQUAL COST MULTI PATH***

(Skripsi)

Oleh:

MALIK ABDUL AZIZ



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRACT

COMBINATION OF TWO INTERNET SERVICE PROVIDER WITH LOAD BALANCING TECHNIQUE USING EQUAL COST MULTI PATH METHOD

By:

MALIK ABDUL AZIZ

Computer networks turn out to be one of the primary needs in life in this era of the globalization. Computer networks are often used simultaneously at certain times so that it can cause overload of bandwidth on the computer network. Overloaded bandwidth can cause disturbances such as networks that feel slower than usual, thus preventing workers from sending and downloading data with a computer network. This study discusses the merger of two service provider internet connections that is done by load balancing techniques using the equal cost multipath method. The stages that will be carried out are analysis, design, simulation or prototyping, implementation, monitoring, and management. The results of the implementation of the application of load balancing techniques with the equal cost multipath method get an increase in the QoS value which can be seen from the test parameters performed in the same time, namely the average throughput on all computers has increased 0.17%, the average delay for all computers has a decrease in quality of 0.9 milliseconds, the average jitter of all computers has increased the quality of 0.68 milliseconds, and the average packet loss in all computers experienced a 0.58% quality improvement. In addition to getting improvements to the QoS results the configuration of this study was made easier with the help of the web configuration made.

Keywords: Computer Network, Bandwidth, Internet Service Provider, Load Balancing, Equal Cost Multi Path.

ABSTRAK

PENGGABUNGAN DUA KONEKSI *INTERNET SERVICE PROVIDER* DENGAN TEKNIK *LOAD BALANCING* MENGGUNAKAN METODE *EQUAL COST MULTI PATH*

Oleh:

MALIK ABDUL AZIZ

Jaringan komputer berubah menjadi salah satu kebutuhan primer dalam kehidupan pada era globalisasi ini. Jaringan komputer sering kali digunakan secara bersamaan pada waktu tertentu sehingga dapat menimbulkan kelebihan beban *bandwidth* pada jaringan komputer tersebut. Kelebihan beban *bandwidth* dapat menyebabkan gangguan seperti jaringan yang terasa lebih lambat dari biasanya sehingga menghambat pekerjaan mengirim dan mengunduh data dengan jaringan komputer. Penelitian ini membahas penggabungan dua koneksi *internet service provider* yang dilakukan dengan teknik *load balancing* menggunakan metode *equal cost multi path*. Tahapan-tahapan yang akan dilakukan yaitu *analysis*, *design*, *simulation* atau *prototyping*, *implementation*, *monitoring*, dan *management*. Hasil implementasi dari penerapan teknik *load balancing* dengan metode *equal cost multi path* mendapatkan peningkatan dalam nilai QoS yang dapat dilihat dari pengujian parameter yang dilakukan dalam waktu yang sama yaitu rata-rata *throughput* pada seluruh komputer mengalami peningkatan 0,17%, rata-rata *delay* pada seluruh komputer mengalami penurunan kualitas 0,9 *milisecond*, rata-rata *jitter* seluruh komputer mengalami peningkatan kualitas 0,68 *milisecond*, dan rata-rata *packet loss* pada seluruh komputer mengalami peningkatan kualitas 0,58%. Selain mendapatkan peningkatan pada hasil QoS konfigurasi dari penelitian ini dipermudah dengan bantuan *web* konfigurasi yang dibuat.

Kata Kunci: Jaringan Komputer, *Bandwidth*, *Internet Service Provider*, *Load Balancing*, *Equal Cost Multi Path*.

**PENGGABUNGAN DUA KONEKSI *INTERNET SERVICE PROVIDER*
DENGAN TEKNIK *LOAD BALANCING* MENGGUNAKAN METODE
*EQUAL COST MULTI PATH***

Oleh
MALIK ABDUL AZIZ

Skripsi
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
SARJANA KOMPUTER

Pada
Jurusan Ilmu Komputer
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam



FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019

Judul Skripsi

: **PENGGABUNGAN DUA KONEKSI
INTERNET SERVICE PROVIDER
DENGAN TEKNIK LOAD BALANCING
MENGUNAKAN METODE EQUAL
COST MULTI PATH**

Nama Mahasiswa

: **Malik Abdul Aziz**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1417051085

Jurusan


: Ilmu Komputer

Fakultas

: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

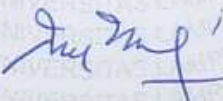
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Rico Andrian, S.Si., M.Kom.
NIP 19750627 200501 1 001


Muhammad Iqbal, S.Kom., M.Kom.
NIK 2317 0887 0226 101

2. Ketua Jurusan Ilmu Komputer


Dr. Ir. Kurnia Muludi, M.S.Sc.
NIP 19640616 198902 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Rico Andrian, S.Si., M.Kom.**

Sekretaris : **Muhammad Iqbal, S.Kom., M.Kom.**

Penguji
Bukan Pembimbing : **Didik Kurniawan, S.Si., M.T.**

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Drs. Suratman, M.Sc.

NIP 19640604 199003 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **25 Februari 2019**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Penggabungan Dua Koneksi Internet Service Provider Dengan Teknik *Load Balancing* Menggunakan Metode *Equal Cost Multi Path*”** merupakan karya saya sendiri bukan hasil karya orang lain. Semua tulisan yang tertuang di skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila terbukti di kemudian hari bahwa skripsi saya merupakan hasil penjiplakan atau dibuat orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar yang telah saya terima.

Bandar Lampung, 25 Februari 2019



Malik Abdul Aziz
NPM. 1417051085

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung Provinsi Lampung pada tanggal 06 Oktober 1996, sebagai anak pertama dari dua bersaudara dengan ayah bernama Drs. Thobrani dan ibu bernama Mariyana Penulis memiliki seorang adik perempuan bernama Maharani Azzahra.

Penulis menyelesaikan Taman Kanak-Kanak (TK) pada tahun 2002 di TK Karya Utama Bandar Lampung, Sekolah Dasar (SD) di SD Negeri 3 Perumnas Way Kandis pada tahun 2008, Sekolah Menengah Pertama di MTs Negeri 2 Bandar Lampung pada tahun 2011, dan Sekolah Menengah Kejuruan di SMK Negeri 2 Bandar Lampung pada tahun 2014. Selama menempuh pendidikan tersebut, penulis aktif di organisasi OSIS (Organisasi Siswa Intra Sekolah) dan English Club SMK Negeri 2 Bandar Lampung.

Pada Tahun 2014, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif mengikuti beberapa kegiatan, antara lain:

1. Anggota Abacus Himakom 2014-2015.
2. Pada bulan Januari 2015 penulis mengikuti Karya Wisata Ilmiah di Desa Sidokaton, Kecamatan Gisting, Kabupaten Tanggamus.
3. Anggota Biro Kewirausahaan Himakom 2015-2016.
4. Sekretaris Biro Kewirausahaan Himakom 2016-2017.

5. Melaksanakan Kerja Praktik di Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Bagian Pengadaan Tanah Jalan TOL) Provinsi Lampung tanggal 16 Januari-24 Februari 2017.
6. Pada bulan Juli-September 2017, penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata selama 40 hari di Desa Gayam, Kecamatan Penengahan, Kabupaten Lampung Selatan.

PERSEMBAHAN

*Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, atas segala berkat, rahmat,
hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan
Namun saya tahu keberhasilan bukanlah akhir dari perjuangan
Tapi awal dari sebuah harapan dan cita-cita yang besar*

Kupersembahkan karya sederhana ini untuk:

*Kedua orang tua yang tak pernah berhenti memberikan doa, nasihat, semangat,
motivasi, dan kasih sayang yang amat besar bagi putra dan putri mereka.
Terimakasih selama ini telah mendidik, membesarkan, menjaga, melindungi,
memberikan kasih sayang, perhatian dan pengorbanan yang tak dapat
terbalaskan.*

*Teman-teman saya, yang selama ini selalu memberikan motivasi, dukungan, dan
suasana cerianya kebersamaan yang tidak akan pernah saya lupakan.*

Serta

Almamater Tercinta, Universitas Lampung

MOTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.”

(Q.S. Al-Insyirah: 5-6)

“Berdoalah (mintalah) kepadaKu (Allah SWT), Pastilah aku kabulkan untukmu”.

(QS. Al-Mukmin : 60)

“Laki-laki harus mempunyai tanggung jawab, kekuatan keputusan, dan ekonomi untuk menopang dan menjaga martabat kehidupan keluarga”

(Malik Abdul Aziz)

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat, rahmat, hidayah, dan kesehatan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Penelitian dilakukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Ilmu Komputer Universitas Lampung. Judul penelitian ini adalah, “Penggabungan Dua Koneksi *Internet Service Provider* Dengan Teknik *Load Balancing* Menggunakan Metode *Equal Cost Multi Path*”.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak menghadapi kesulitan. Namun, berkat bantuan dan motivasi dari berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan adik yang telah memberikan doa, dukungan dan motivasi serta memfasilitasi kebutuhan untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Rico Andrian S.Si., M.Kom., selaku pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan, ilmu, kritik, saran, dan nasihat sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
3. Bapak Muhammad Iqbal, S.Kom., M.Kom, sebagai pembimbing II yang telah memberikan ilmu, ide, saran, masukan, semangat dan membimbing penulis dalam pembuatan skripsi ini.

4. Bapak Didik Kurniawan, S.Si., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Ilmu Komputer sekaligus pembahas yang telah memberikan masukan dan saran yang bermanfaat dalam skripsi ini.
5. Bapak Dwi Sakethi, M.Kom sebagai pembimbing akademik penulis yang telah memberikan saran, motivasi, dan bimbingan selama menjalani masa perkuliahan di Jurusan Ilmu Komputer.
6. Bapak Dr. Ir. Kurnia Muludi, M.S.Sc., selaku Ketua Jurusan Ilmu Komputer Universitas Bandar Lampung.
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Ilmu Komputer yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat bagi penulis.
8. Ibu Ade Nora Maella selaku staf administrasi di Jurusan Ilmu Komputer yang telah membantu segala urusan administrasi selama kuliah.
9. Rekan-rekan seperjuangan Geng Tsaaah, Caroline, Ratu, Yudis, Adit, Yusi, Deddy, dan Frandhika yang telah memberikan penulis inspirasi dan keceriaan selama perkuliahan.
10. Leila Fauziah yang telah menemani, membantu, dan memberikan semangat dalam perjalanan kuliah dan skripsi selama ini.
11. Sdr. Windu Putra S dan Sdr. Muhammad Dani R yang tidak lelah mengajari penulis dalam menyelesaikan skripsi.
12. Rekan-rekan seperjuangan skripsi di kosan Avif dan Ferly yang telah memberikan kata-kata mutiara untuk menyelesaikan skripsi.
13. Teman-teman seperjuangan skripsi pembimbing Bapak Rico Andrian S.Si., M.Kom. yang telah membantu, memberikan masukan, dan bertukar pikiran selama menyelesaikan skripsi ini.

14. Teman-teman satu grup Mobile Legend dan PUBG yang tidak pernah mengajak bermain saat penulis sedang fokus mengerjakan skripsi.
15. Semua pihak yang secara langsung dan tidak langsung yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.
16. Teman-teman Ilmu Komputer 2014, yang telah berjuang bersama-sama dalam menjalankan studi di Jurusan Ilmu Komputer Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, akan tetapi sedikit harapan semoga skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan terutama bagi rekan-rekan Ilmu Komputer.

Bandar Lampung, 25 Februari 2019

Malik Abdul Aziz

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR TABEL	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Jaringan Komputer.....	5
B. Manfaat Jaringan Komputer.....	5
C. Klasifikasi Jaringan Komputer.....	6
D. <i>Transmission Control Protocol / Internet Protocol (TCP/IP)</i>	6
E. <i>Internet Protocol Address (IP Address)</i>	7
F. <i>Internet Service Provider (ISP)</i>	8
G. Mikrotik.....	8
H. <i>Load Balancing</i>	8
I. <i>Equal Cost Multi Path (ECMP)</i>	9
J. <i>Routing</i>	9
K. <i>Open Shortest Path First (OSPF)</i>	10
L. <i>Graphical Network Simulator (GNS3)</i>	10
M. <i>Quality of Service (Qos)</i>	11
N. <i>Wireshark</i>	13

O. <i>Hypertext Preprocessor (PHP)</i>	13
P. <i>Web Server</i>	14
Q. <i>Unified Modeling Language (UML)</i>	14
R. <i>Network Development Life Cycle (NDLC)</i>	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
A. Tahapan Penelitian	17
B. Analisis Kebutuhan	18
C. Desain Sistem dan Jaringan	19
D. Simulasi atau <i>Prototyping</i>	33
E. Implementasi	35
F. <i>Monitoring</i>	36
G. <i>Management</i>	36
H. Waktu dan Tempat Penelitian	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
A. Tahapan Pengujian	38
1. Menentukan Parameter Pengujian Jaringan	38
2. Pengujian Simulasi Jaringan Baru Menggunakan <i>Software</i> GNS3	39
3. Pengujian Simulasi Jaringan Lama Menggunakan <i>Software</i> GNS3	40
4. Analisis Kinerja Jaringan Menggunakan <i>Software</i> Wireshark	41
B. Hasil Pengujian Jaringan Lama dan Baru	41
1. Hasil Pengujian Rata-rata <i>Throughput</i>	41
2. Hasil Pengujian Rata-rata <i>Delay</i>	42
3. Hasil Pengujian Rata-rata <i>Jitter</i>	44
4. Hasil Pengujian <i>Packet Loss</i>	45
C. <i>Monitoring</i>	46
1. <i>Monitoring</i> Jalur yang Dilalui Saat Kedua ISP Berjalan	46
2. <i>Monitoring</i> Jalur yang Dilalui Saat Salah Satu ISP Mati	47
3. <i>Monitoring Bandwidth</i>	47
D. <i>Management</i>	48
1. <i>Management User dan Password</i> MikroTik	48
2. <i>Management Klien</i> MikroTik	49
E. Implementasi <i>Web Konfigurasi Load Balancing</i>	50

1. Halaman <i>Login</i>	51
2. Halaman Tambah IP <i>Address</i>	52
3. Halaman Daftar IP <i>Address</i>	53
4. Halaman Tambah IP <i>Route</i>	54
5. Halaman Daftar IP <i>Route</i>	55
6. Halaman Tambah IP NAT	56
7. Halaman Daftar IP NAT	57
8. Halaman Tambah DNS	58
9. Halaman Daftar DNS	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	61
A. Kesimpulan	61
B. Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	65

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. <i>Network Development Life Cycle</i>	16
Gambar 2. Tahapan Penelitian <i>Network Development Life Cycle</i>	17
Gambar 3. Perancangan Topologi Fisik Jaringan yang Diusulkan.....	19
Gambar 4. Perancangan Topologi <i>Logic</i> Jaringan yang Diusulkan.....	20
Gambar 5. <i>Usecase Diagram</i> Sistem Konfigurasi <i>Load Balancing</i>	20
Gambar 6. <i>Activity Diagram</i> Login.....	21
Gambar 7. <i>Activity Diagram</i> Tambah IP Address.....	22
Gambar 8. <i>Activity Diagram</i> Daftar IP Address.....	23
Gambar 9. <i>Activity Diagram</i> Tambah IP Route.....	23
Gambar 10. <i>Activity Diagram</i> Daftar IP Route	24
Gambar 11. <i>Activity Diagram</i> Tambah IP NAT	24
Gambar 12. <i>Activity Diagram</i> Daftar IP NAT	25
Gambar 13. <i>Activity Diagram</i> Tambah DNS	25
Gambar 14. Perancangan Antarmuka <i>Login</i>	26
Gambar 15. Perancangan Antarmuka Tambah IP Address	27
Gambar 16. Perancangan Antarmuka Daftar IP Address	28
Gambar 17. Perancangan Antarmuka Tambah IP Route	29
Gambar 18. Perancangan Antarmuka Daftar IP Route	29
Gambar 19. Perancangan Antarmuka Tambah IP NAT	30
Gambar 20. Perancangan Antarmuka Daftar IP NAT	31
Gambar 21. Perancangan Antarmuka Tambah DNS	32
Gambar 22. Perancangan Antarmuka Daftar DNS	32
Gambar 23. Simulasi dengan GNS3	33
Gambar 24. Topologi Jaringan Baru Pada GNS3	39

Gambar 25. Topologi Jaringan Lama	40
Gambar 26. Data Hasil Pengujian <i>Throughout</i>	42
Gambar 27. Data Hasil Pengujian <i>Delay</i>	43
Gambar 28. Data Hasil pengujian <i>Jitter</i>	44
Gambar 29. Data Hasil Pengujian <i>Packet Loss</i>	45
Gambar 30. <i>Monitoring</i> Jalur Saat Jaringan Normal	46
Gambar 31. <i>Monitoring</i> Jalur Saat Salah Satu ISP Mati	47
Gambar 32. <i>Monitoring Bandwidth</i> MikroTik	48
Gambar 33. <i>Management User</i> Konfigurasi MikroTik	49
Gambar 34. <i>Management</i> Klien Yang Terhubung	50
Gambar 35. Halaman <i>Login</i>	51
Gambar 36. Halaman Tambah IP <i>Address</i>	52
Gambar 37. Halaman Daftar IP <i>Address</i>	53
Gambar 38. Halaman Tambah IP <i>Route</i>	54
Gambar 39. Halaman Daftar IP <i>Route</i>	55
Gambar 40. Halaman Tambah IP NAT	56
Gambar 41. Halaman Daftar IP NAT	57
Gambar 42. Halaman Tambah DNS	58
Gambar 43. Halaman Daftar DNS	59

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kategori <i>Throughput</i>	11
Tabel 2. Kategori <i>Delay</i>	12
Tabel 3. Kategori <i>Jitter</i>	12
Tabel 4. Kategori <i>Packet Loss</i>	13
Tabel 5. Konfigurasi ISP 1	33
Tabel 6. Konfigurasi ISP 2	34
Tabel 7. Konfigurasi <i>Router</i> MikroTik... ..	34
Tabel 8. Konfigurasi <i>Client</i>	35
Tabel 9. Parameter Pengujian	39

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penggunaan jaringan komputer sudah seperti kebutuhan primer yang sangat membantu bagi kehidupan masyarakat saat ini, contohnya saja di dalam perkuliahan kita sangat membutuhkan jaringan komputer untuk mencari materi-materi tentang perkuliahan, ujian *online*, pendaftaran administrasi dan di dalam pekerjaan kita mebutuhkan jaringan komputer untuk mengirim data, mengunduh data dan mencari informasi yang berkaitan dengan pekerjaan tersebut. Penggunaan koneksi jaringan komputer sering kali digunakan secara bersamaan pada jam-jam tertentu. Banyaknya penggunaan jaringan komputer secara bersamaan dapat menimbulkan *traffic* yang berlebih dalam jaringan komputer tersebut. *Traffic* yang berlebih dalam jaringan komputer dapat menimbulkan sistem kerja jaringan komputer menjadi lebih lambat sehingga dapat mengganggu pekerjaan sehari-hari.

Permasalahan *traffic* yang berlebih pada jaringan dapat diatasi dengan cara menggabungkan dua koneksi *internet service provider* menggunakan teknik *Load Balancing*, sehingga beban jaringan dibagi ke dalam dua koneksi *internet service provider* yang berbeda. *Load Balancing* adalah teknik untuk

membagi beban jaringan melalui beberapa *link network* yang tersedia untuk meningkatkan *throughput*, mengurangi *response time*, dan menghindari penumpukan *traffic* yang *overload*. Selain dapat membagi beban melalui beberapa jalur yang ada, maka *router gateway* dapat meningkatkan kualitas jaringan karena dapat menerapkan *redundancy* (Towidjojo, 2016).

Penelitian yang telah dilakukan pada *load balancing* dengan metode *equal cost multi path* dari perspektif algoritmik, pada tahun 2017 telah dilakukan penelitian oleh Marco Chiesa, Guy Kindler, Michael Schapira yang membahas cara kerja teknik *load balancing* dengan metode *equal cost multi path* penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan metode *equal cost multi path* sulit diterapkan tetapi dapat mengoptimalkan beban jalur koneksi meskipun *traffic* penggunaan koneksi di dalam satu jaringan berlebihan. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Amandeep Kaur Sidhu dan Supriya Kinger yang membahas tentang *Analysis of Load Balancing Techniques in Cloud Computing* pada tahun 2013 menyimpulkan bahwa *load balancing* sangat dibutuhkan untuk mendistribusikan kelebihan beban kerja secara merata. Penelitian yang akan dilakukan adalah Penggabungan Dua Koneksi *Internet Service Provider* dengan Teknik *Load Balancing* Menggunakan Metode *Equal Cost Multi Path*.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menggabungkan dua ISP (*Internet Service Provider*) menjadi sebuah akses internet yang baik dengan menggunakan teknik *Load Balancing*.
2. Bagaimana cara menggunakan metode ECMP (*Equal Cost Multi Path*) ke dalam *Load Balancing* agar dapat mengatasi ketika salah satu ISP mengalami gangguan.

C. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penggabungan ISP dilakukan hanya menggunakan dua koneksi ISP yang berbeda.
2. Penggabungan ISP ini dilakukan menggunakan *routerboard* MikroTik dengan metode ECMP (*Equal Cost Multi Path*) dengan *fail over*.
3. Analisis kinerja jaringan untuk mendapatkan hasil yang baik menggunakan parameter *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *paket loss*.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menjaga koneksi internet agar tidak mengalami *traffic bandwidth* berlebih.
2. Menjaga koneksi internet agar tetap stabil saat salah satu ISP mengalami gangguan.
3. Mengetahui kinerja jaringan setelah dilakukan implementasi ECMP dengan *fail over*.

E. Manfaat

Manfaat dari Penggabungan Dua Koneksi *Internet Service Provider* dengan Teknik *Load Balancing* Menggunakan Metode *Equal Cost Multi Path* yaitu dapat mendistribusikan *traffic* yang berlebih pada dua jalur koneksi *internet service provider* secara seimbang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Jaringan Komputer

Jaringan komputer adalah suatu sistem yang dapat menghubungkan satu komputer dengan komputer lainnya menggunakan suatu media transmisi. Secara umum jaringan komputer dapat diartikan sebagai kumpulan komputer yang saling terhubung dan dapat berkomunikasi serta berbagi sumber daya (Ramadhan, 2006).

B. Manfaat Jaringan Komputer

1. Jaringan komputer memungkinkan seseorang atau lembaga mengakses *file* yang dimilikinya yang telah mendapatkan izin.
2. Jaringan komputer memungkinkan proses pengiriman dan penerimaan data dengan cepat.
3. Jaringan komputer memungkinkan *sharing hardware*.

Jaringan komputer dapat mengurangi biaya operasional seperti kertas, pengiriman surat, dan pembelian *hardware* (Hafiarny & Yani, 2005).

C. Klasifikasi Jaringan Komputer

Berdasarkan luas jangkauannya jaringan dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu :

1. *Local Area Network* (LAN)

Jaringan LAN merupakan jaringan komputer yang luasnya mencakup area lokal/gedung tertentu. Jaringan LAN biasanya dipakai oleh instansi/perusahaan dan beroperasi secara mandiri.

2. *Metropolitan Area Network* (MAN)

Jaringan MAN merupakan jaringan komputer yang luasnya mencakup area dalam satu kota tertentu. Jaringan MAN terbentuk oleh beberapa jaringan LAN.

3. *Wide Area Network* (WAN)

Jaringan WAN adalah jaringan komputer yang luasnya mencakup beberapa kota ataupun beberapa negara. Jaringan WAN terbentuk dari gabungan beberapa jaringan MAN dan dihubungkan melalui *router* (Arifin, 2010).

D. *Transmission Control Protocol / Internet Protocol* (TCP/IP)

TCP/IP adalah protokol yang sangat penting peranannya. Protokol ini digunakan oleh komputer yang ada di dalam jaringan untuk saling berkomunikasi dan protokol ini dipakai untuk meneruskan (*routing*) informasi pada jaringan (Wijaya, 2007).

E. Internet Protocol Address (IP Address)

IP *address* merupakan alamat jaringan yang diberikan kepada salah satu *hardware* jaringan yang menggunakan TCP/IP untuk memberikan identitas kepada *hardware* jaringan tersebut (Wijaya, 2007).

IP *address* yang digunakan sebagai standar penggunaan di dalam sebuah jaringan adalah IP *address* versi empat yang menggunakan format 32 bit. Pembagian kelas-kelas IP *address* didasarkan dalam dua hal yaitu *network id* dan *host id* dari suatu IP *address* (Syahputra, 2002).

a. IP Address Kelas A

IP *address* kelas A biasanya digunakan dalam jaringan yang memungkinkan penggunaan jumlah *host* yang besar. IP *address* kelas A selalu diawali dengan bit 0 sehingga IP *address* kelas A selalu bernilai antara 0-127. IP *address* ini dapat menampung kurang lebih 16 juta *host*. *Default gateway* yang dimiliki IP kelas ini adalah 255.0.0.0.

b. IP Address Kelas B

IP *address* kelas B biasanya digunakan dalam jaringan yang sedang ataupun besar. IP *address* kelas ini selalu bernilai antara 128-191. IP *address* ini dapat menampung lebih kurang 65000 *host*. *Default gateway* yang dimiliki IP kelas ini adalah 255.255.0.0.

c. IP Address Kelas C

IP *address* kelas C ini biasanya digunakan dalam jaringan yang lebih kecil seperti LAN. IP *address* kelas ini selalu bernilai antara 192-233. IP *address* ini dapat menampung lebih kurang 254 *host*. *Default gateway* yang dimiliki IP kelas ini adalah 255.255.255.0.

F. *Internet Service Provider (ISP)*

ISP (*Internet Service Provider*) adalah perusahaan atau badan usaha yang bisnis utamanya adalah menawarkan jasa penyimpanan dan distribusi informasi melalui internet untuk sampai kepada *end user* (Heckmann, 2006).

G. Mikrotik

Mikrotik adalah *router* yang memiliki sistem operasi berbasis Linux. Mikrotik sering kali digunakan untuk berbagai jaringan komputer yang ada pada saat ini, mulai dari *routing* statis, *routing* dinamis, *hotspot*, *firewall*, VPN, DHCP, DNS *Chace*, *Web Proxy*, dan beberapa fungsi lainnya. Produk yang dikeluarkan oleh Mikrotik terdiri dari banyak versi, seperti *router indoor*, *wireless router indoor/outdoor*, *embedded 2,4GHz* atau *5,xGHz*, antena *indoor/outdoor*, dan lain sebagainya (Hardana & Irvantino, 2011).

H. *Load Balancing*

Load balancing adalah suatu konsep pembagian beban *traffic* data, yang mana data tersebut menuju ke alamat *network* tujuan yang sama dengan menggunakan lebih dari satu pilihan jalur data. Syarat agar *traffic* data dapat dibagi ke beberapa jalur adalah nilai matriks dari jalur yang menuju ke alamat *network* tujuan yang sama mempunyai nilai yang sama. Namun ada salah satu *protocol routing* yang dapat menerapkan mekanisme *load balancing* walaupun pilihan jalur untuk menuju *network* mempunyai nilai matriks yang berbeda (Nugroho, 2016).

I. *Equal Cost Multi Path (ECMP)*

Equal Cost Multi Path (ECMP) merupakan istilah yang digunakan untuk menggambarkan kemampuan *protocol routing* untuk meneruskan suatu jalur ke jalur lainnya. Hal ini memungkinkan peningkatan *bandwidth* dan kegagalan salah satu jalur koneksi pada gabungan dua atau lebih koneksi tidak mempengaruhi jalur lalu lintas lainnya (Tate, Bogard, Holenia, Oglazza, & Tong, 2010).

ECMP merupakan salah satu metode *load balancing* yang dikembangkan dari metode *round robin load balancing*, ECMP adalah pemilihan jalur secara bergantian pada *gateway*. Misalnya kita memiliki dua jalur yang berbeda maka paket yang akan keluar melewati kedua *gateway* tersebut dengan beban yang sama. Konfigurasi ECMP mementingkan perbandingan jalur yang ada di dalam sebuah jaringan (Burgess, 2009).

J. *Routing*

Routing merupakan sebuah konsep yang digunakan dalam memilihkan jalur bagi sebuah paket agar paket tersebut dapat sampai ke perangkat yang dituju. *Routing* dilakukan oleh perangkat penghubung yang dinamakan sebagai *router*. *Router* menggunakan informasi rute yang telah tersimpan di dalam tabel *routing* untuk melakukan fungsi *routing* itu sendiri. Informasi tentang alamat *network* yang tersimpan di dalam tabel *routing* dapat diklasifikasikan menjadi dua bagian, yaitu alamat *network* yang terhubung langsung dan tidak terhubung langsung dengan sebuah *router*. Informasi rute yang terhubung langsung dengan perangkat *router* akan otomatis tercatat langsung dalam tabel

routing dengan syarat proses pemberian alamat *ip* sudah dilakukan dengan benar (Nugroho, 2016).

K. *Open Shortest Path First (OSPF)*

Open Shortest Path First (OSPF) merupakan *protocol routing* yang dikembangkan oleh IETF (*Internet Engineering Task Force*) pada tahun 1987. Penggunaan OSPF ini sifatnya adalah terbuka, artinya vendor pembuat perangkat *router* mana saja dapat menggunakan *routing* OSPF. Perkembangan *routing* OSPF lebih didasarkan pada perkembangan jaringan internet yang semakin besar. *Routing* OSPF ini cocok diterapkan pada jaringan skala besar karena OSPF ini tidak seperti *Routing Information Protocol (RIP)* yang hanya dapat menampung 15 *hop*, *routing* OSPF ini tidak mengenal lagi jumlah *hop* (Nugroho, 2016).

L. *Graphical Network Simulator (GNS3)*

GNS3 adalah simulator jaringan grafis yang dapat dijalankan pada sistem operasi *Windows* dan *Linux*. GNS3 merupakan hasil dari kolaborasi beberapa orang berbakat seperti Christopher Fillot, Jeremy Grossmann, dan Julien Duponchele. GNS3 memungkinkan kita untuk mendesain dan menguji jaringan secara virtual pada komputer tidak terkecuali dalam menerapkan sistem operasi jaringan seperti Cisco, MikroTik, Arista, dan Vyatta. Aplikasi ini seringkali digunakan oleh pelajar yang membutuhkan pengalaman dalam membangun jaringan (Neumann, 2015).

M. *Quality of Service (Qos)*

Qos merupakan kemampuan suatu jaringan dalam memberikan pelayanan sesuai standar dengan kapasitas jaringan. QoS diartikan sebagai pengukuran performa jaringan (Wulandari, 2016). QoS memiliki beberapa parameter sebagai berikut:

1. *Throughput*

Throughput merupakan kecepatan transfer data yang efektif. *Throughput* merupakan jumlah paket yang diterima selama beberapa interval waktu yang ditentukan dibagi oleh durasi interval waktu tersebut.

Tabel 1. Kategori *Throughput*

Kategori	<i>Throughput</i>	Indeks
Sangat Baik	100 %	4
Baik	75 %	3
Sedang	50 %	2
Buruk	<25 %	1

Persamaan perhitungan *throughput* :

$$Throughput = \frac{\text{Paket data yang diterima}}{\text{Lama Pengiriman}} \dots\dots (1)$$

2. *Delay*

Delay merupakan lama waktu yang dibutuhkan data dari pengirim ke penerima data.

Tabel 2. Kategori *Delay*

Kategori	<i>Delay</i>	Indeks
Sangat Baik	<150 ms	4
Baik	150 ms s/d 300 ms	3
Sedang	300 ms s/d 450 ms	2
Buruk	<450 ms	1

Persamaan perhitungan *delay* :

$$Delay = \frac{Total\ Delay}{Total\ Paket\ Data\ yang\ Diterima} \dots\dots (2)$$

3. *Jitter*

Jitter biasanya disebut dengan variasi *delay* yang diakibatkan oleh panjang antrian, pengolahan data, dan waktu penghimpunan ulang paket data di akhir pengiriman.

Tabel 3. Kategori *Jitter*

Kategori	<i>Jitter</i>	Indeks
Sangat Baik	0 ms	4
Baik	0 ms s/d 75 ms	3
Sedang	75 ms s/d 125 ms	2
Buruk	125 ms s/d 225 ms	1

Persamaan perhitungan *jitter* :

$$Jitter = \frac{Total\ Variasi\ Delay}{Total\ Paket\ Data\ yang\ Diterima} \dots\dots (3)$$

4. *Packet Loss*

Packet Loss merupakan suatu kondisi dimana hilangnya paket data pada saat pengiriman data.

Tabel 4. Kategori *Packet Loss*

Kategori	<i>Packet Loss</i>	Indeks
Sangat Baik	0 %	4
Baik	3 %	3
Sedang	15 %	2
Buruk	25 %	1

Perhitungan *Packet Loss* :

$$Packet\ Loss = \frac{Paket\ Data\ yang\ Dikirim - Paket\ Data\ yang\ Diterima}{Paket\ Data\ yang\ Dikirim} \dots\dots (4)$$

N. *Wireshark*

Wireshark adalah salah satu alat yang digunakan untuk memahami data yang diambil dari suatu jaringan. Data yang ditangkap disajikan dalam bentuk paket dan dianalisis di dalam *wireshark*. *Wireshark* adalah alat bantu untuk menganalisa protokol jaringan, yang bersifat *open source*, *wireshark* dapat digunakan pada semua sistem operasi. *Wireshark* pertama-tama menangkap data dari *interface* jaringan dan kemudian membagi paket tersebut menjadi *frames*, *segments*, dan *packets*. *Wireshark* kemudian menginterpretasikan dan menyajikan data dalam konteks pengalamatan protokol dan data (Bullock & Parker, 2017).

O. *Hypertext Preprocessor (PHP)*

Hypertext Preprocessor atau yang biasa disebut dengan PHP merupakan suatu program yang difungsikan dalam pembangunan suatu *website*. PHP sebenarnya satu kesatuan dengan HTML (*Hypertext Markup Language*), maksudnya adalah HTML digunakan sebagai kerangka *layout* sedangkan PHP

digunakan dalam prosesnya sehingga dengan adanya PHP suatu *website* akan mudah untuk dilakukan *maintenance* (Saputra, 2011).

P. *Web Server*

Web Server merupakan sebuah perangkat lunak yang mengelola dan mengatur program yang dijalankan oleh *browser* dan dikirimkan kembali ke *browser* tersebut. *Browser* sendiri merupakan perangkat lunak yang menjalankan suatu program *script web*. Setiap program yang menggunakan *web server* bekerja dengan menerima permintaan HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) dari klien dan merespon permintaan klien tersebut. Jika terjadi suatu kesalahan dalam permintaan klien tersebut atau terjadi kesalahan saat *web server* melayani permintaan klien, *web server* akan mengirimkan respon kesalahan berupa dokumen HTML atau teks yang memberikan penjelasan tentang kesalahan-kesalahan yang terjadi (Supardi, 2010).

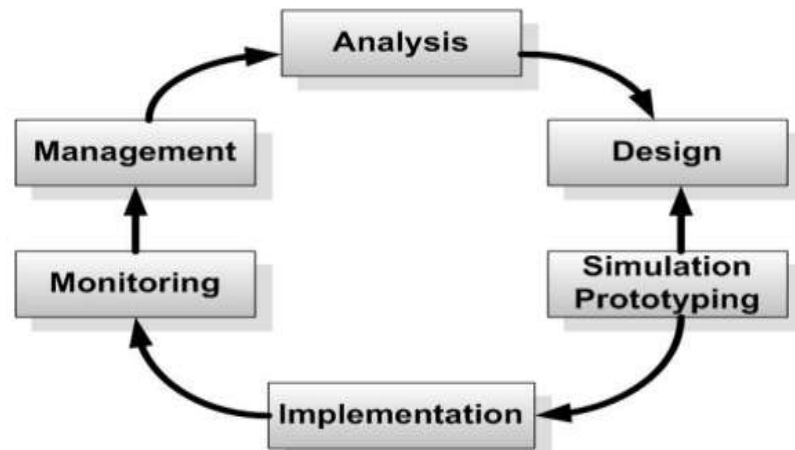
Q. *Unified Modeling Language (UML)*

Unified Modeling Language adalah standar dalam melakukan suatu desain dan pengembangan perangkat lunak. *Unified Modeling Language* dapat berupa *pseudo-code*, *actual-code*, gambar, *diagram* atau sebuah langkah-langkah sehingga dapat mendeskripsikan fungsi dari suatu sistem yang akan dibuat. Dalam pembuatan suatu perangkat lunak terdapat perancangan UML, *Usecase* dan *Activity diagram* yang ada pada UML digunakan untuk menggambarkan fungsi-fungsi yang tersedia pada sistem yang akan dibangun (Kim & Miles, 2006).

R. *Network Development Life Cycle (NDLC)*

Network Development Life Cycle adalah salah satu metode yang merupakan pendekatan proses dalam komunikasi data yang menggambarkan siklus dalam membangun sebuah jaringan komputer. Beberapa tahapan dalam NDLC yaitu: *analysis, design, simulation/prototyping, implementation, monitoring, management* (Goldman & Rawles, 2001).

1. Tahapan *analysis* dilakukan untuk menganalisis kebutuhan dan topologi jaringan.
2. Tahapan *design* dilakukan perancangan topologi jaringan yang akan dibangun dari data yang telah diperoleh.
3. Tahapan *simulation/prototyping* dilakukan pembuatan bentuk simulasi dengan bantuan *software* simulasi di bidang *networking*.
4. Tahapan *implementation* menerapkan hasil *design* yang telah dibuat.
5. Tahapan *monitoring* dilakukan untuk melihat hasil kinerja dari implementasi yang telah dilakukan
6. Tahapan *management* dilakukan untuk mengatur agar sistem yang dibuat berjalan dengan baik.



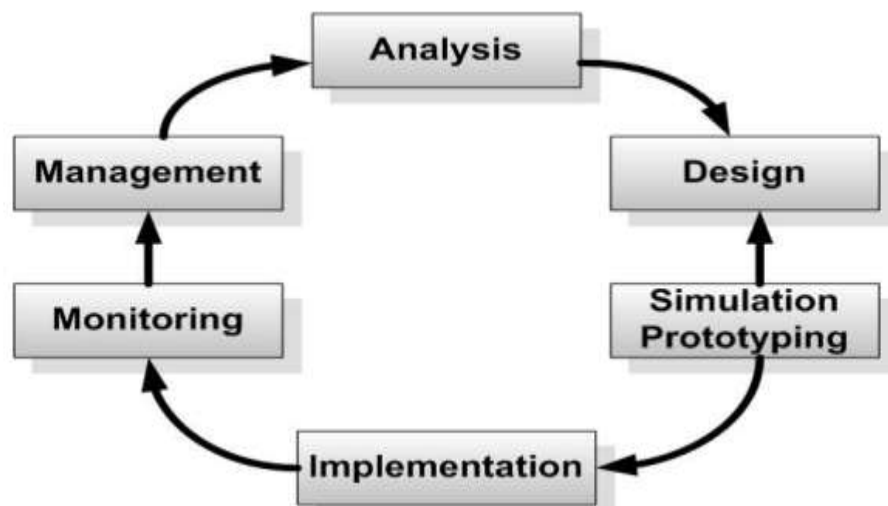
Gambar 1. *Network Development Life Cycle* (Applied Data Communication, A business-Oriented Approach, James E. Goldman, Philips T. Rawles, 2001, John Wiley & Sons)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian merupakan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian. Tahapan penelitian yang dilakukan dalam Penggabungan Dua Koneksi *Internet Service Provider* Dengan Teknik *Load Balancing* Menggunakan Metode *Equal Cost Multi Path* menggunakan metode NDLC di tunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Tahapan Penelitian *Network Development Life Cycle* (*Applied Data Communication, A business-Oriented Approach*, James E. Goldman, Philips T. Rawles, 2001, John Wiley & Sons)

B. Analisis Kebutuhan

Perangkat yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

A. Perangkat Keras

1. Laptop Toshiba L840 dengan spesifikasi *Processor* Intel(R) Core(TM) i5-3210M CPU @ 2,50GHz, *Harddisk* 500GB, dan RAM 4GB.
2. *Router* MikroTik dengan spesifikasi *Processor* 650MHz, 4 *Port Fast Ethernet*, *Build-in Wireless* 2.4GHz.
3. *Internet Service Provider*.

B. Perangkat Lunak

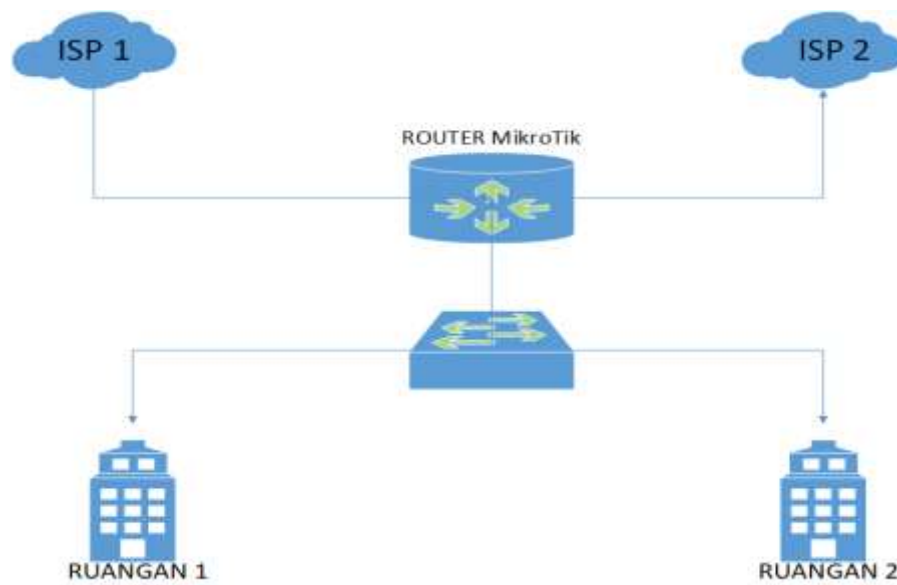
1. Sistem Operasi *Windows* 10.
2. Sistem Operasi MikroTik 6.33.
3. *WinBox* 3.11.
4. *Microsoft Visio*.
5. *Browser*.
6. *Balsamiq Mockup*.
7. *Apache Server*.
8. MySQL
9. GNS3 2.1.4.
10. *Star UML*.

C. Desain Sistem dan Jaringan

Proses desain sistem dan jaringan menjelaskan tentang alur kerja dari sistem dan jaringan yang akan dibuat untuk mempermudah dalam melakukan konfigurasi *load balancing* menggunakan metode *equal cost multi path*.

1. Perancangan Topologi Fisik Jaringan yang Diusulkan

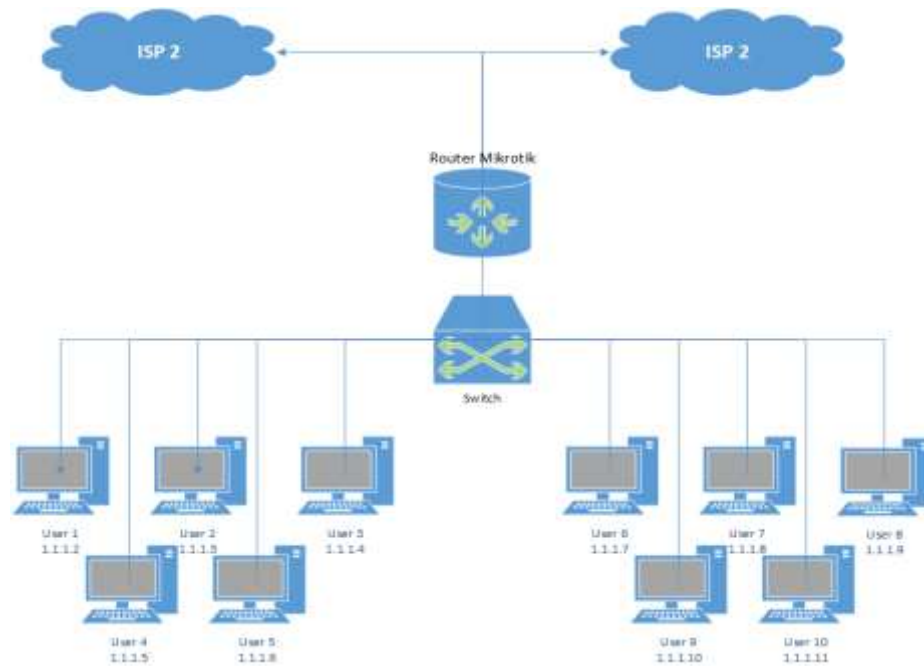
Perancangan topologi fisik berikut ini menjelaskan bagaimana topologi tersebut dapat diimplementasikan dalam sebuah instansi/perusahaan. Perancangan topologi fisik jaringan yang diusulkan ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Perancangan Topologi Fisik Jaringan yang Diusulkan

2. Perancangan Topologi *Logic* Jaringan yang Diusulkan

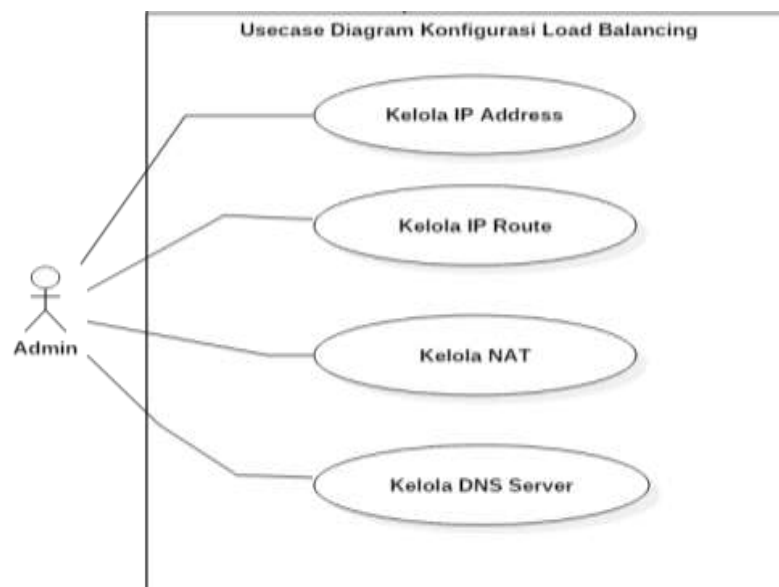
Perancangan topologi *logic* menjelaskan hal yang diperhatikan dalam konfigurasi saat implementasi. Perancangan topologi *logic* jaringan yang diusulkan ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Perancangan Topologi *Logic Jaringan* yang Diusulkan

3. *Usecase Diagram* Sistem Konfigurasi Load Balancing

Usecase diagram yang menjelaskan apa yang dapat dilakukan *Administrator* dalam menggunakan sistem ditunjukkan pada gambar 5.



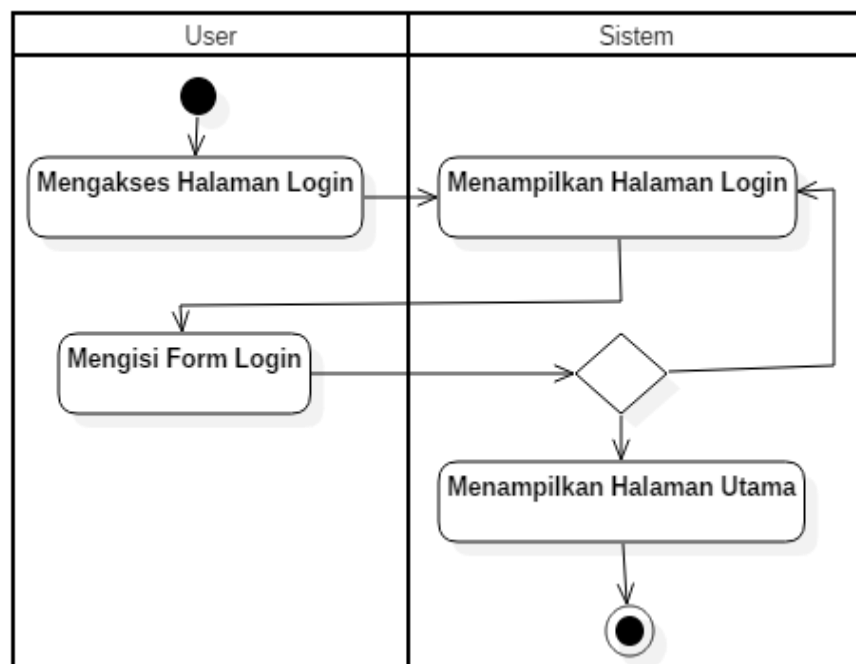
Gambar 5. *Usecase Diagram* Sistem Konfigurasi *Load Balancing*.

4. Activity Diagram Sistem Konfigurasi Load Balancing

Activity diagram digunakan untuk menggambarkan aliran kerja dari usecase sistem.

1. Activity Diagram Login

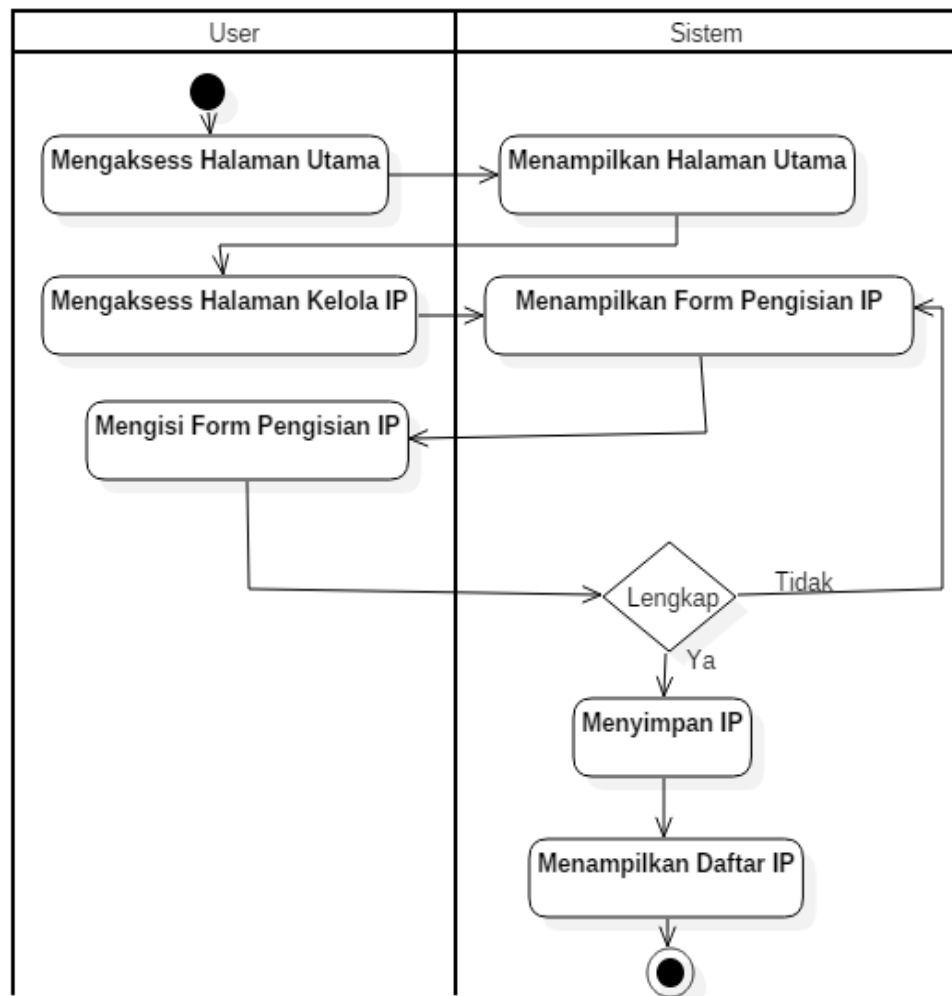
Activity diagram login yang dilakukan Administrator tertera pada gambar 6.



Gambar 6. Activity Diagram Login

2. Activity Diagram Tambah IP Address

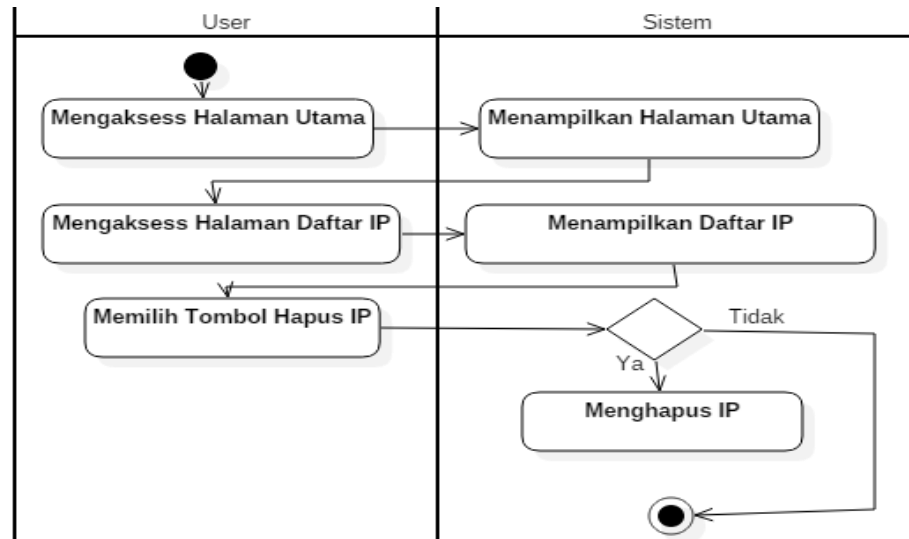
Activity diagram tambah IP address yang dilakukan oleh Administrator tertera pada Gambar 7.



Gambar 7. Activity Diagram Tambah IP Address

3. Activity Diagram Daftar IP Address

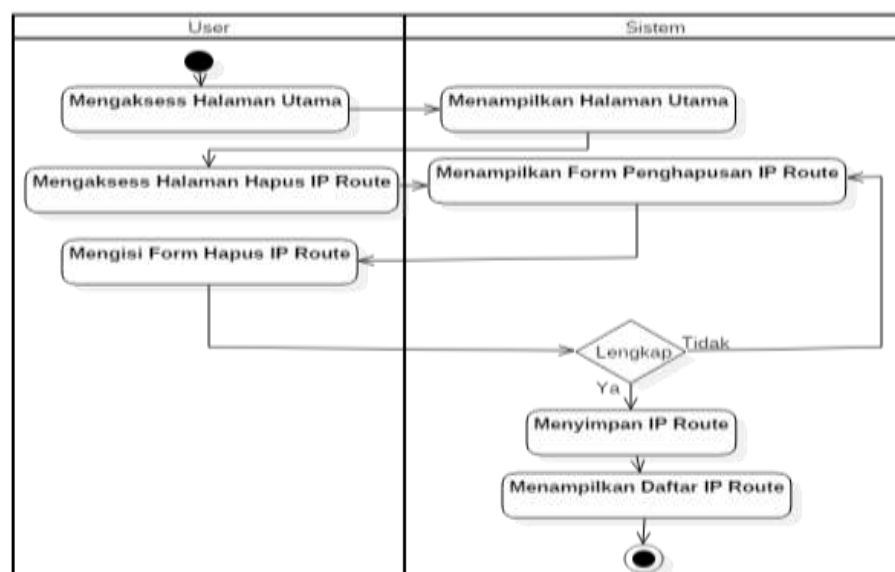
Activity diagram daftar IP address yang dilakukan oleh Administrator tertera pada Gambar 8.



Gambar 8. Activity Diagram Daftar IP Address

4. Activity Diagram Tambah IP Route

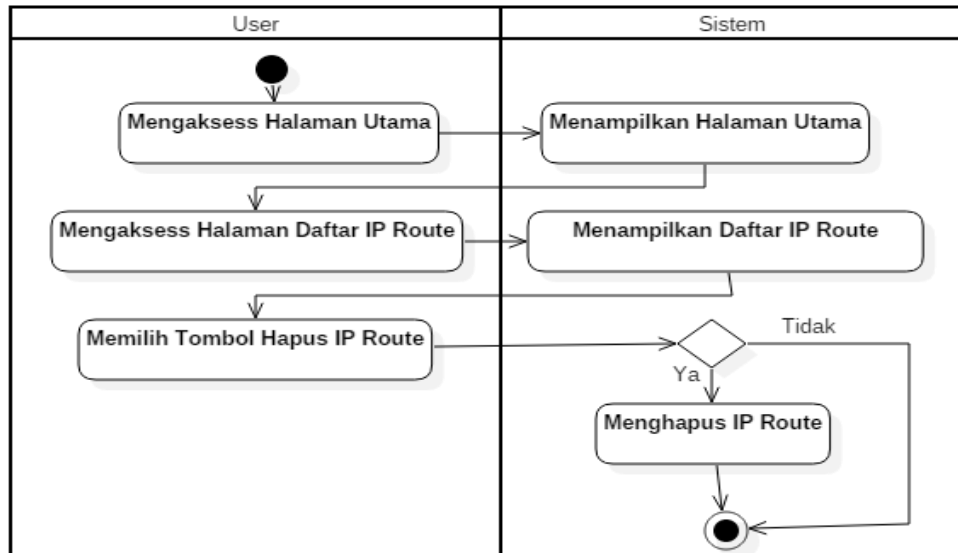
Activity diagram tambah IP route yang dilakukan oleh Administrator tertera pada Gambar 9.



Gambar 9. Activity Diagram Tambah IP Route

5. Activity Diagram Daftar IP Route

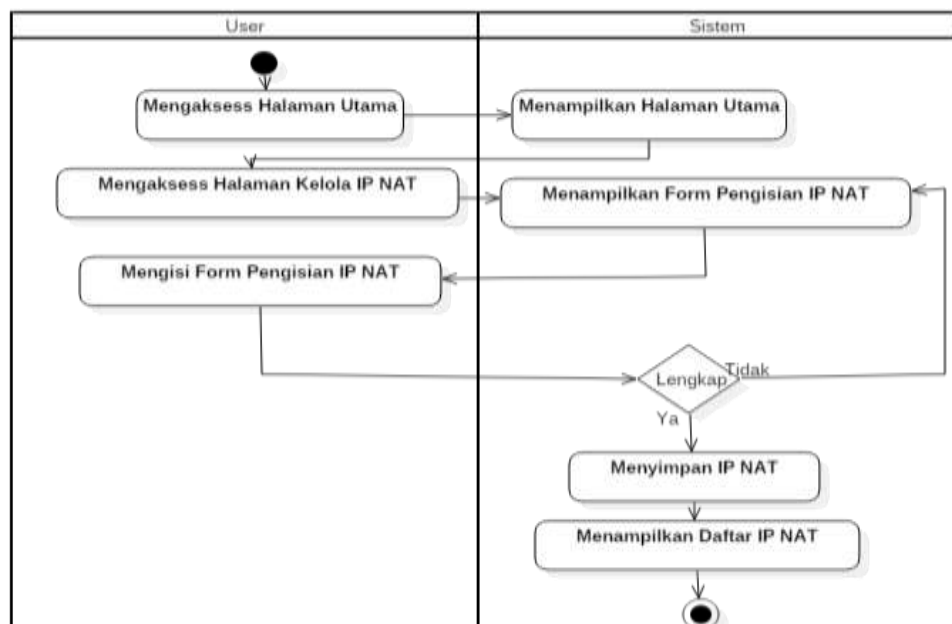
Activity diagram daftar IP route yang dilakukan oleh Administrator tertera pada Gambar 10.



Gambar 10. Activity Diagram Daftar IP Route

6. Activity Diagram Tambah IP NAT

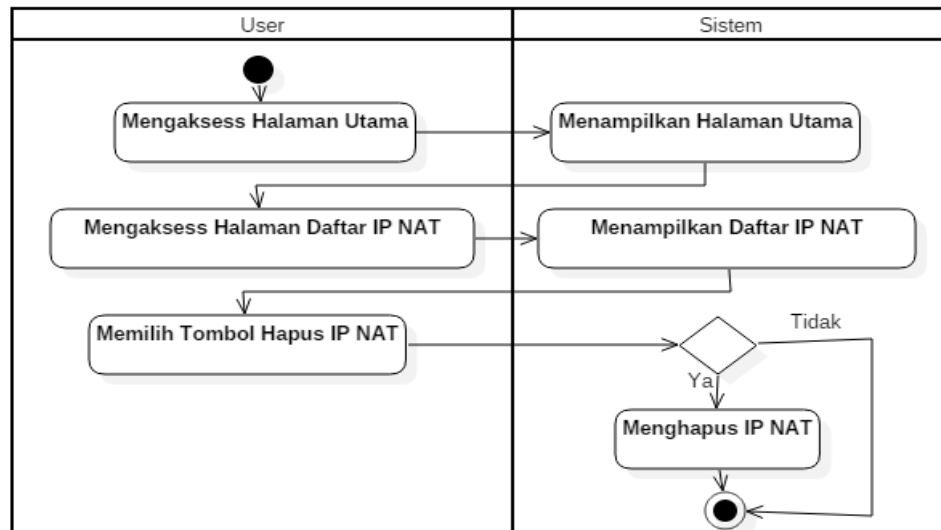
Activity diagram tambah IP NAT yang dilakukan oleh Administrator tertera pada Gambar 11.



Gambar 11. Activity Diagram Tambah IP NAT

7. Activity Diagram Daftar IP NAT

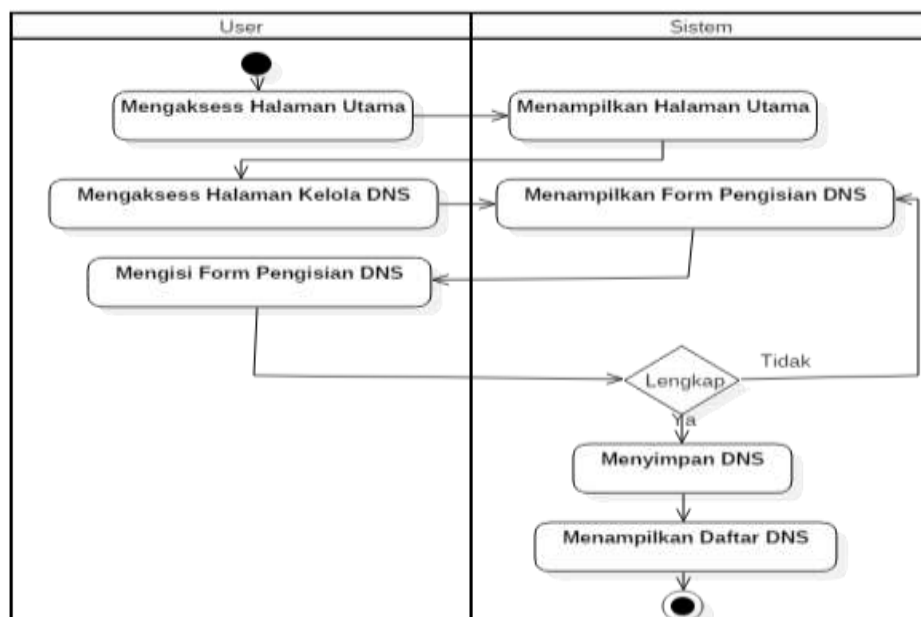
Activity diagram daftar IP NAT yang dilakukan oleh Administrator tertera pada Gambar 12.



Gambar 12. Activity Diagram Daftar IP NAT

8. Activity Diagram Tambah DNS

Activity diagram tambah DNS yang dilakukan oleh Administrator tertera pada Gambar 13.



Gambar 13. Activity Diagram Tambah DNS

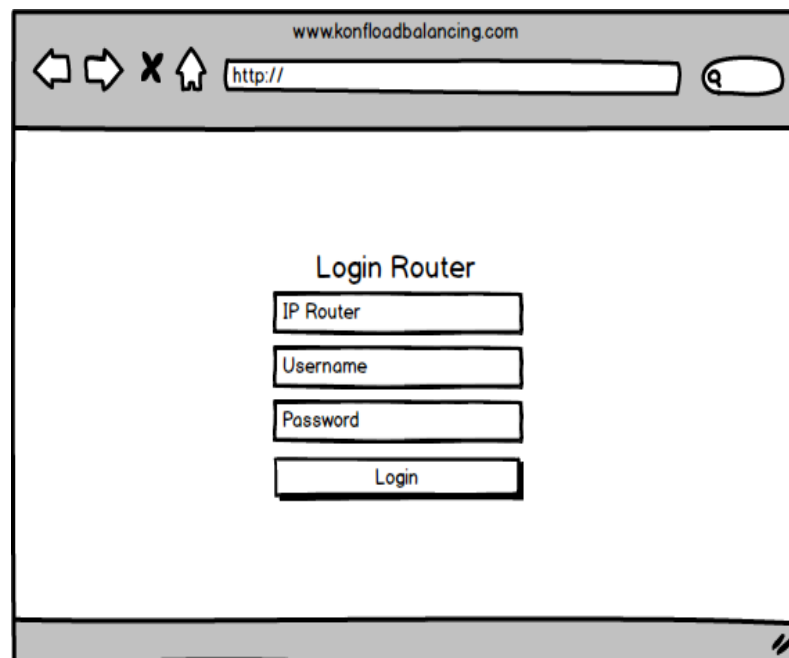
5. Perancangan Antarmuka

Perancangan antarmuka ini dilakukan untuk merancang tata letak dalam pembuatan sistem.

1. Antarmuka *Login*

Antarmuka *login* merupakan tampilan dari halaman untuk masuk kedalam *router* MikroTik, pada antarmuka ini disediakan *form* untuk mengisi IP *address router* MikroTik, *username*, dan *password*.

Antarmuka *login* dapat dilihat pada gambar 14.



The image shows a web browser window with the address bar displaying 'http://'. The main content area contains a form titled 'Login Router'. The form consists of four input fields stacked vertically: 'IP Router', 'Username', 'Password', and a 'Login' button. The browser's address bar also shows the URL 'www.konloadbalancing.com'.

Gambar 14. Perancangan Antarmuka *Login*

2. Antarmuka Tambah IP *Address*

Antarmuka tambah IP *address* merupakan tampilan dari halaman untuk menambahkan IP *address* pada MikroTik, pada antarmuka ini disediakan *form* untuk menambahkan IP *address* diantaranya IP *address* untuk mengisi IP, *netmask* untuk mengisi *netmask*,

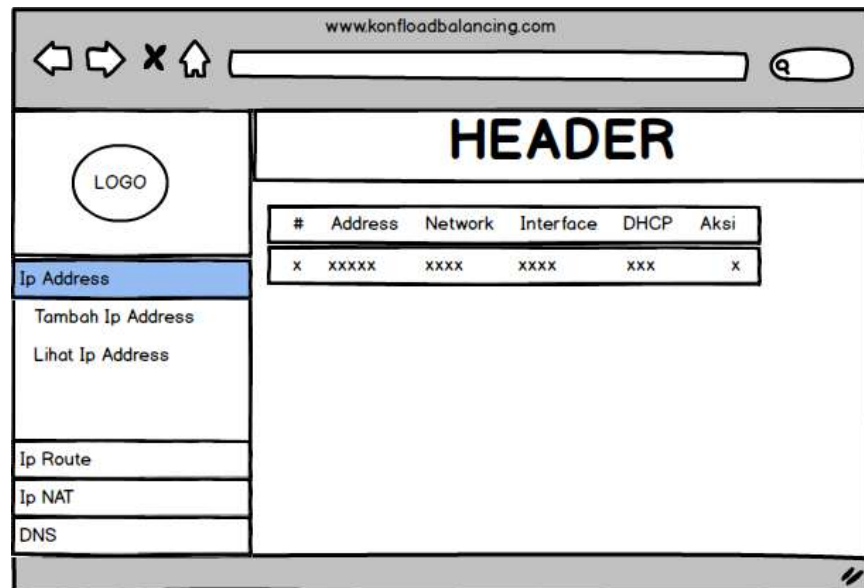
dan *interface* untuk mengisikan *interface* yang akan diisi IP *address*.

Antarmuka tambah IP *address* dapat dilihat pada gambar 15.

Gambar 15. Perancangan Antarmuka Tambah IP *Address*

3. Antarmuka Daftar IP *Address*

Antarmuka daftar IP *address* merupakan tampilan dari halaman untuk melihat daftar IP *address* yang ada pada MikroTik, pada antarmuka ini menampilkan daftar IP *address* yang telah ditambahkan pada MikroTik. Antarmuka daftar IP *address* dapat dilihat pada gambar 16.



Gambar 16. Perancangan Antarmuka Daftar IP Address

4. Antarmuka Tambah IP Route

Antarmuka tambah IP *route* merupakan tampilan dari halaman untuk menambahkan IP *route* pada MikroTik, pada antarmuka ini disediakan *form* untuk menambahkan IP *route* diantaranya *Dst-Address* untuk mengisi *dst-address*, *Gateway* untuk mengisi *gateway*, *Distance* untuk mengisi *distance*, *check-GW* untuk memilih tipe *check-gateway*. Antarmuka tambah IP *route* dapat dilihat pada gambar 17.

Gambar 17. Perancangan Antarmuka Tambah IP Route

5. Antarmuka Daftar IP Route

Antarmuka daftar IP route merupakan tampilan dari halaman untuk melihat daftar IP route yang ada pada MikroTik, pada antarmuka ini menampilkan daftar IP route yang telah ditambahkan pada MikroTik. Antarmuka daftar IP route dapat dilihat pada gambar 18.

Dst-Address	Gateway	Gateway Status	Distance	ADS	Aksi
xxxxxx	xxxxxx	xxxx	xx	xx	x

Gambar 18. Perancangan Antarmuka Daftar IP Route

6. Antarmuka Tambah IP NAT

Antarmuka tambah IP NAT merupakan tampilan halaman untuk menambahkan IP NAT pada MikroTik, pada antarmuka ini disediakan *form* untuk menambahkan IP NAT diantaranya *Interface* untuk mengisi *interface*, *Chain* untuk memilih tipe *chain*, *Action* untuk memilih tipe *action*. Antarmuka tambah IP NAT dapat dilihat pada gambar 19.

Gambar 19. Perancangan Antarmuka Tambah IP NAT

7. Antarmuka Daftar IP NAT

Antarmuka Daftar IP NAT merupakan tampilan dari halaman untuk melihat daftar IP NAT yang ada pada MikroTik, pada antarmuka ini menampilkan daftar IP NAT yang telah ditambahkan pada MikroTik. Antarmuka daftar IP NAT dapat dilihat pada gambar 20.

Gambar 20. Perancangan Antarmuka Daftar IP NAT

8. Antarmuka Tambah DNS

Antarmuka tambah DNS merupakan tampilan dari halaman untuk menambahkan DNS pada MikroTik, pada antarmuka ini disediakan *form* untuk menambahkan DNS diantaranya *Servers* untuk menambahkan *server*, *Allow-Remote* untuk menambahkan *allow-remote*. Antarmuka tambah DNS dapat dilihat pada gambar 21.

Gambar 21. Perancangan Antarmuka Tambah DNS

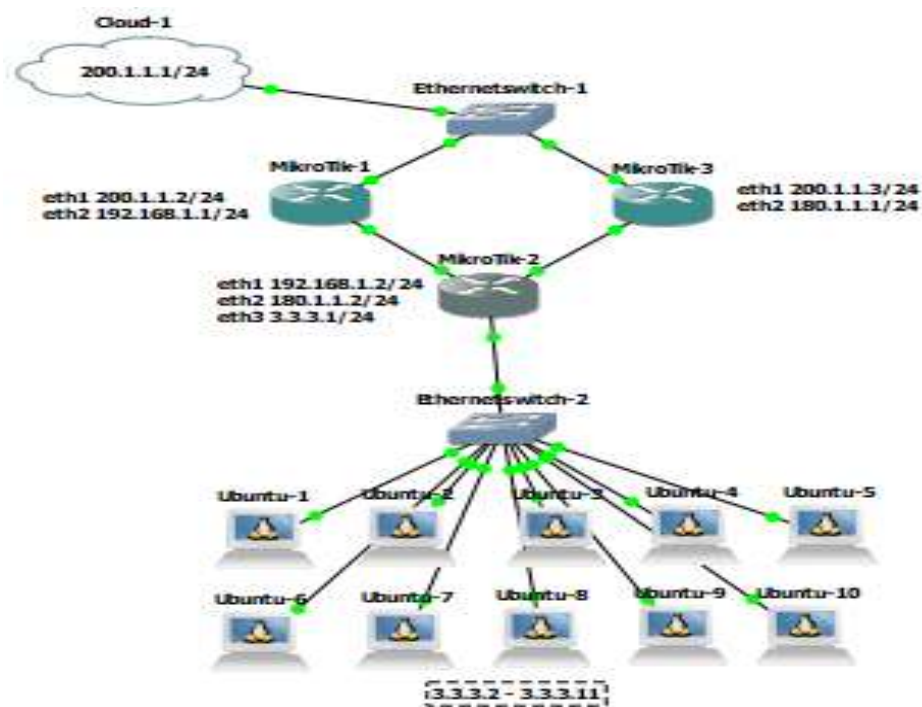
9. Antarmuka Daftar DNS

Antarmuka daftar DNS merupakan tampilan dari halaman untuk melihat daftar DNS yang ada pada MikroTik, pada antarmuka ini menampilkan daftar DNS yang telah ditambahkan pada MikroTik. Antarmuka daftar DNS dapat dilihat pada gambar 22.

Gambar 22. Perancangan Antarmuka Daftar DNS

D. Simulasi atau *Prototyping*

Proses simulasi atau *prototyping* ini melakukan simulasi tentang jaringan yang akan dibangun dengan menggunakan bantuan aplikasi *networking* GNS3, jaringan yang akan dibangun disimulasikan secara rinci dalam konfigurasinya dan sesuai dengan apa yang akan diimplementasikan seperti tertera pada gambar 23.



Gambar 23. Simulasi dengan GNS3

1. Konfigurasi ISP 1

Konfigurasi ISP 1 yang dilakukan dalam simulasi menggunakan bantuan aplikasi *networking* GNS3 dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Konfigurasi ISP 1

IP Address	192.168.1.1
Netmask	255.255.255.0

2. Konfigurasi ISP 2

Konfigurasi ISP 2 yang dilakukan dalam simulasi menggunakan bantuan aplikasi *networking* GNS3 dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Konfigurasi ISP 2

IP Address	180.1.1.1
Netmask	255.255.255.0

3. Konfigurasi *Router* Mikrotik

Konfigurasi *router* mikrotik dalam simulasi menggunakan bantuan aplikasi *networking* GNS3 dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Konfigurasi *Router* Mikrotik

Eth0 IP Address	192.168.1.2
Eth0 Netmask	255.255.255.0
Eth1 IP Address	180.1.1.2
Eth1 IP Netmask	255.255.255.0
Eth2 IP Address	3.3.3.1
Eth2 Netmask	255.255.255.0
Eth3 IP Address	3.3.3.1
Eth3 Netmask	255.255.255.0
IP Route Gateway	192.168.1.1 , 180.1.1.1
IP NAT <i>out interface</i>	Ether0, Ether1
IP DNS	192.168.1.1 , 180.1.1.1

```

[admin@]> ip address add address=192.168.1.2/24
interface=ether1

[admin@]> ip address add address=180.1.1.2/24
interface=ether2

[admin@]> ip address add address=3.3.3.1/24
interface=ether3

[admin@]> ip route add
gateway=192.168.1.1,180.1.1.1 check-gateway=ping

[admin@]> ip firewall nat add chain=srcnat out-
interface=ether1 action=masquerade

[admin@]> ip firewall nat add chain=srcnat out-
interface=ether2 action=masquerade

[admin@]> ip dns set servers=192.168.1.1,180.1.1.1
allow-remote-request=yes

```

Kode 1. Konfigurasi *Load Balancing* Dengan Metode ECMP

4. Konfigurasi *Client*

Konfigurasi *client* yang dilakukan dalam simulasi menggunakan bantuan aplikasi *networking* GNS3 dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 8. Konfigurasi *Client*

IP Address	1.1.1.2 – 1.1.1.17
Netmask	255.255.255.0
Gateway	1.1.1.1

E. Implementasi

Proses implementasi ini melakukan penerapan hasil perancangan jaringan dan sistem yang telah dibuat dalam tahapan sebelumnya. Tahapan implementasi ini akan menentukan keberhasilan jaringan dan sistem tersebut apakah bisa digunakan atau tidak.

Implementasi dikatakan berhasil jika memenuhi syarat sebagai berikut:

- a. *Load balancing* dengan metode ECMP (*Equal Cost Multi Path*) dalam kedua jaringan berhasil diterapkan.
- b. Jika salah satu ISP mengalami gangguan pengguna tetap bisa menggunakan internet.

F. *Monitoring*

Proses monitoring ini melakukan pengawasan dalam hasil implementasi yang meliputi:

- a. Pengujian *load balancing* yang diterapkan apakah sudah sesuai dengan yang sudah direncanakan.
- b. Pengujian *fail over* yang telah diterapkan apakah tidak mengalami kendala.

G. *Management*

Proses *management* ini melakukan pengawasan terhadap pengguna yang akan menggunakan jaringan yang telah diimplementasikan, perangkat yang digunakan dalam jaringan tidak mengalami kerusakan, dan memelihara performa dari hasil implementasi jaringan.

H. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Skripsi Jurusan Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung yang beralamatkan di Jalan Soemantri Bojonegoro No.1 Gedong Meneng, Bandar Lampung. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2018 sampai bulan Januari 2019.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Hasil yang diperoleh dari penelitian penggabungan dua koneksi *internet service provider* dengan teknik *load balancing* menggunakan metode *equal cost multi path* dapat disimpulkan bahwa:

1. Rata-rata nilai *throughput* pada pada klien 1 sampai 10 dalam pengujian jaringan setelah diterapkan *load balancing* menggunakan metode ECMP adalah 98,92%, sedangkan pada jaringan lama 98.75%, menurut standar TIPHON nilai jaringan baru dan jaringan termasuk dalam kategori baik dengan indeks 3.
2. Rata-rata nilai *delay* pada pada klien 1 sampai 10 dalam pengujian jaringan setelah diterapkan *load balancing* menggunakan metode ECMP adalah 6,20 *milisecond*, sedangkan pada jaringan lama 5,81 *milisecond*, menurut standar TIPHON nilai jaringan baru dan jaringan termasuk dalam kategori sangat baik dengan indeks 4.
3. Rata-rata nilai *jitter* pada pada klien 1 sampai 10 dalam pengujian jaringan setelah diterapkan *load balancing* menggunakan metode ECMP adalah 0,47 *milisecond*, sedangkan pada jaringan lama 1,15 *milisecond*, menurut standar TIPHON nilai jaringan baru dan jaringan termasuk dalam kategori baik dengan indeks 3.

4. Rata-rata nilai *packet loss* pada pada klien 1 sampai 10 dalam pengujian jaringan setelah diterapkan *load balancing* menggunakan metode ECMP adalah 0,56%, sedangkan pada jaringan lama 1,14%, menurut standar TIPHON nilai jaringan baru dan jaringan termasuk dalam kategori baik dengan indeks 3.
5. Teknik *load balancing* dengan metode *equal cost multi path* dapat mengganti jalur paket data ketika salah satu ISP mengalami gangguan.

B. Saran

Saran yang dapat dilakukan untuk penelitian selajutnya :

1. Membandingkan teknik *load balancing* dengan metode ECMP dengan metode *load balancing* lainnya untuk menghasilkan metode terbaik.
2. Menambahkan *web proxy* untuk menghemat pemakaian *bandwitdh*.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, H. 2010. *Merakit Sendiri Komputer Tahan Banting Modal Mulai 1 Jutaan*. Yogyakarta: MediaKom.
- Bullock, J., & Parker, J. T. 2017. *Wireshark For Security Professional*. Indianapolis: John Wiley & Sons, Inc.
- Burgess, D. 2009. *Learn RouterOS*. Lulu Press Inc.
- Goldman, J. E., & Rawles, P. T. 2001. *Applied Data Communication, A Business-Oriented Approach*. Chicester: John Wiley & Sons.
- Hafiarny, F., & Yani, A. 2005. *Mudah dan Murah Membangun Jaringan Internet dengan Linux Router Project Leaf*. Jakarta: PT Media Elex Computindo.
- Hardana, & Irvantino, I. 2011. *Konfigurasi Wireless Routerboard Mikrotik*. Yogyakarta: CV Andi Offset.
- Heckmann, O. 2006. *The Competitive Internet Service Provider*. Chicester: John Wiley & Sons Ltd.
- Kim, H., & Miles, R. 2006. *Learning UML 2.0*. United States of America: O'Reilly Media, Inc.
- Neumann, J. C. 2015. *THE BOOK OF GNS3 Build Virtual Network Labs using Cisco, Juniper, and More*. San Fransisco: William Pollock.
- Nugroho, K. 2016. *Router Cisco dan Mikrotik*. Bandung: Informatika.

Ramadhan, A. 2006. *Pengenalan Jaringan Komputer*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.

Saputra, A. 2011. *Trik dan Solusi Jitu Pemrograman PHP*. Jakarta: IKAPI.

Supardi, Y. 2010. *Web My Profile Dengan Joomla*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.

Syahputra, A. 2002. *Jaringan Berbasis Linux*. Yogyakarta: Andi Offset.

Tate, J., Bogard, N., Holenia, M., Oglazza, S., & Tong, S. 2010. *IBM b-type Data Center Networking: Design and Best Practices Introduction*. Chicago: International Business Machine Corporation.

Towidjojo, R. 2016. *Mikrotik Kung Fu*. Jakarta: Jasakom.

Wijaya, H. 2007. *Belajar Sendiri Exchange Server*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.

Wulandari, R. 2016. Analisis QoS (Quality Of Service) Pada Jaringan Internet (Studi Kasus : UPT Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon-LIPI). *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 162-164.