



**ANALISA KEANDALAN SISTEM DAN PERANCANGAN
JARINGAN INTERNET BERBASIS MIKROTIK
ROUTER OS MENGGUNAKAN
METODE *LOAD BALANCE* DAN *FAILOVER***

SKRIPSI

Oleh :
Achmad Nurul Fauzie
NIM 141910201083

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO STRATA 1
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**ANALISA KEANDALAN SISTEM DAN PERANCANGAN
JARINGAN INTERNET BERBASIS MIKROTIK
ROUTER OS MENGGUNAKAN
METODE *LOAD BALANCE* DAN *FAILOVER***

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh :
Achmad Nurul Fauzie
NIM 141910201083

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO STRATA 1
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Dengan ini saya persembahkan skripsi kepada:

1. Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang.
2. Kedua orang tua tercinta, Abi Achmad Soetrisno, Ummi Lailatul Qadariyah, serta adik-adik Khosyi Fauziyah dan Humairoh Nur Fauziah atas kasih sayang, pengorbanan, dan kesabaran yang tiada tara serta doa yang selalu menyertai.
3. Guru – guru mulai SD Negeri 1 Dawuhan, SD Negeri 2 Dawuhan, SMP Thafidz, SMA Tahfidz, Dextaraizer dan dosen-dosen Teknik Elektro Universitas Jember. Terima kasih untuk ilmu dan pengalaman yang telah diajarkan selama ini.
4. Karma Squad yang selalu menemani waktu kosong untuk Gaming Always.
5. Rekan-rekan satu DPU dan DPA yang selalu menemani saya berjuang mulai awal pengerjaan skripsi hingga selesai.
6. Keluarga Teknik UNEJJ 2014 yang selalu membantu, menyemangati dan selalu mendampingi saya selama pengerjaan skripsi ini.
7. Almamater Teknik Elektro Universitas Jember.

MOTTO

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang berilmu beberapa derajat. Dan Allah maha mengetahui apa yang kamu kerjakan.

(QS. Al-Mujadalah: 11)

“Barangsiapa yang mempermudah urusan orang yang mengalami kesulitan, maka Allah akan mempermudah urusannya di dunia dan di akhirat”

(HR. Ibnu Majah).

”Barang siapa yang keluar untuk mencari ilmu maka ia berada di jalan Allah hingga ia pulang”.

(HR. Turmudzi)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama: Achmad Nurul Fauzie

NIM : 141910201083

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul ”Analisa Keandalan Sistem dan Perancangan Jaringan Internet Berbasis Mikrotik Router OS Menggunakan Metode *Load Balance* dan *Failover*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 25 Desember 2018

Yang menyatakan,

Achmad Nurul Fauzie

NIM 141910201083

SKRIPSI

**ANALISA KEANDALAN SISTEM DAN PERANCANGAN JARINGAN
INTERNET BERBASIS MIKROTIK *ROUTER* OS MENGGUNAKAN
METODE *LOAD BALANCE* DAN *FAILOVER***

**Achmad Nurul Fauzie
NIM 141910201083**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Widya Cahyadi, S.T, M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Widyono Hadi, M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul "Analisa Keandalan Sistem dan Perancangan Jaringan Internet Berbasis Mikrotik Router OS Menggunakan Metode Load Balance dan Failover" telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

Hari : Rabu
Tanggal : 19 Desember 2018
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,



Widya Cahyadi, S.T., M.T.
NIP 19851110 201404 1 001

Sekretaris,



Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP 19610414 198902 1 001

Anggota I,



Dodi Setiabudi, S.T., M.T.
NIP 19840531 200812 1 004

Anggota II,



Andrita Ceriana Eska, S.T., M.T.
NIP 760014640

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Jember,

Dr.Ir. Entin Hidayah, M.U.M
NIP 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Analisa Keandalan Sistem dan Perancangan Jaringan Internet Berbasis Mikrotik Router OS Menggunakan Metode *Load Balance* dan *Failover* : Achmad Nurul Fauzie, 141910201083: 2018: 75 halaman: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Pada jaringan yang mempunyai banyak *user*, diperlukan suatu *management bandwidth* agar suatu jaringan tidak terjadi suatu monopoli penggunaan jaringan internet sehingga semua pengguna bisa menggunakan jatah *bandwidth* yang seimbang. *Load Balancing* dan *Failover* merupakan salah satu metode pembagian *bandwidth* yang banyak digunakan.

Router yang digunakan pada penelitian perancangan jaringan internet ini adalah menggunakan *Router* Mikrotik yang mana Operasi Sistem Mikrotik *Router OS* sudah *include* dengan *Router*. Adapula cara yang dapat digunakan yaitu menggunakan sebuah PC untuk diinstal Operasi Sistem Mikrotik *Router OS*, menggunakan PC sangat tidak efisien dikarenakan lebih banyak resource yang digunakan dibandingkan menggunakan *Router* yang sudah *include* dengan Mikrotik *RouterOS*.

Pada penelitian sebelumnya tentang load balancing dan failover dapat dilihat pada skripsi yang berjudul “Implementasi Load Balancing dan Failover Menggunakan Mikrotik *Router OS* Berdasarkan Multihomed Gateway Pada Warung Internet Diga” yang mana membahas tentang 2 ISP yang diperlukan untuk warnet jaman sekarang menggunakan metode load balancing dan failover pembagian bandwidth yang sama dan ketika salah satu koneksi terputus maka akan digantikan dengan koneksi yang lain, maka dari penelitian tersebut penulis mengambil 2 jaringan yang berbeda yaitu jaringan indihome dan 4G pada penelitian ini.

Pada penelitian sebelumnya yang berjudul “ Analisa Keandalan Jaringan Local Area Network (LAN) PT. Chevron Pacific Indonesia- Duri Menggunakan Distribusi Weibull” menggunakan dua parameter untuk menganalisa keandalan

sistem, laju kegagalan dan MTTF (*Mean Time To Failure*) merupakan parameter yang digunakan pada penelitian tersebut. Pada penelitian ini akan menggunakan dua parameter tersebut untuk menganalisa keandalan perancangan jaringan internet ini.

Penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa nilai fungsi probabilitas berbanding lurus dengan nilai jumlah kumulatif, semakin tinggi nilai dijumlah kumulatif maka fungsi peluang kumulatif juga semakin tinggi, ini dikarenakan pengaruh nilai jumlah kumulatif merupakan salah satu parameter dari perhitungan fungsi peluang kumulatif. Nilai keandalan yang didapatkan adalah sebesar 0,8204, berdasarkan acuan *Croanbach Alpha Reliability* dapat disimpulkan bahwa keandalan jaringan internet Indihome dan 4G menggunakan metode *Load Balance* dan *Failover* dengan menggunakan satu *user* adalah sangat baik (sangat andal).

SUMMARY

System reliability analysis And design of Network-based Internet Mikrotik Router OS using the method of Load Balance And Failover: Achmad Nurul Fauzie, 141910201083: 2018: 75 pages: Department of electrical engineering faculty of Engineering University of Jember.

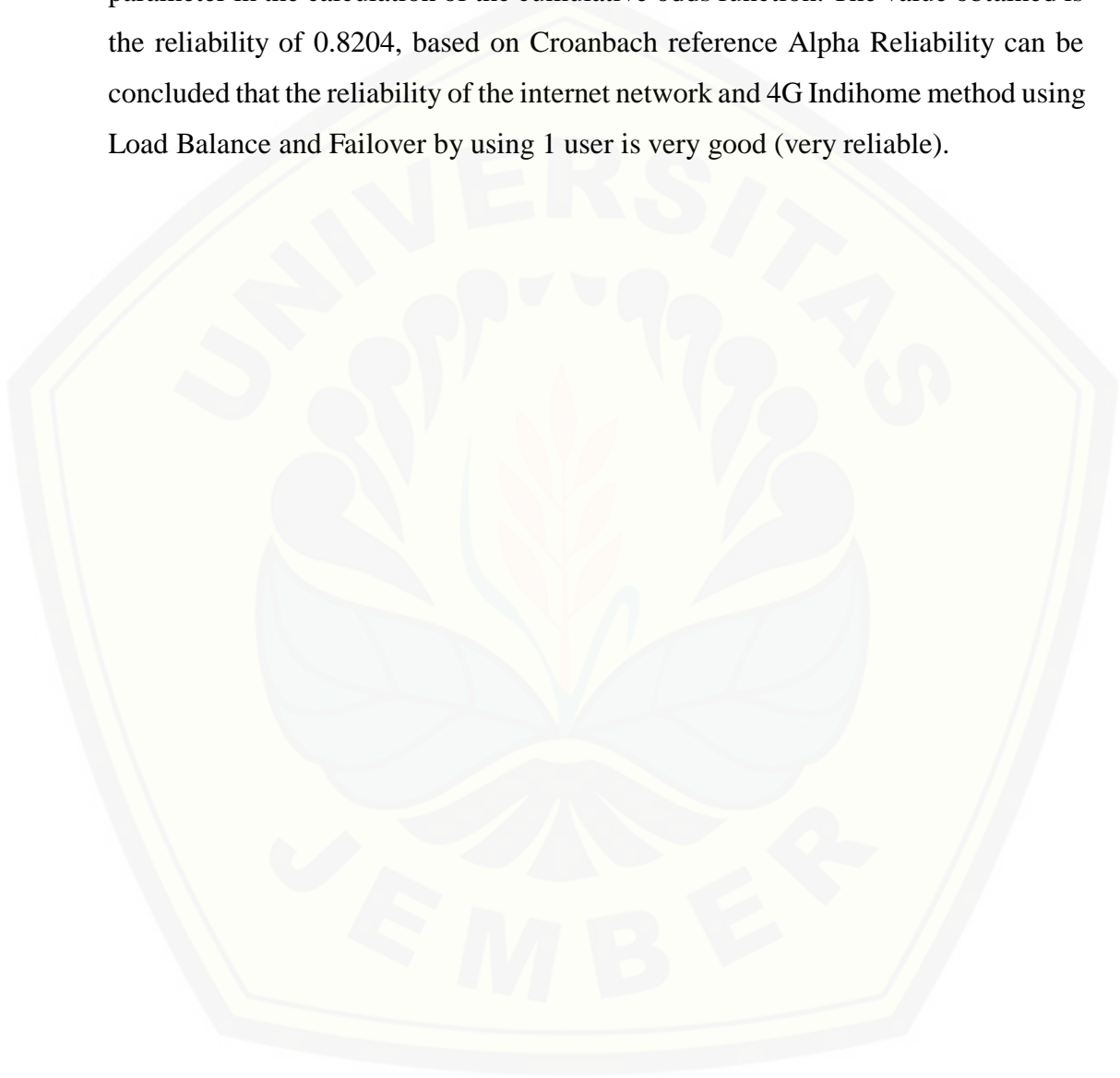
On a network have a lot of user, needed a management bandwidth that a network does not occur a monopoly the use of the internet network so that all users can use allocation bandwidth a balanced. Load balancing and failover is one of the methods the division of the bandwidth much used.

The Routers used in the research design of this internet network is using Mikrotik Router Operating System which the Mikrotik *RouterOS* already include with the Router. There are ways that you can use IE to use a PC to install Mikrotik Router OS operating system, using the PC is not very efficient because the more the used resource than using the *Router* that already include with Mikrotik Router OS.

In previous research about load balancing and failover can be seen on a thesis entitled "the implementation of Load Balancing and Failover Using Mikrotik Router OS based on the Gateway On Multihomed Internet cafes Diga," which discusses the about 2 isp required for today's Internet Cafe using the method of load balancing and failover partition of the same bandwidth and when one connection fails it will be replaced with another, then connections from the author's research take 2 different networks namely indihome and 4G network on this research.

In previous research, entitled "analysis of the reliability of the Network a Local Area Network (LAN) PT Chevron Pacific Indonesia-Weibull Distribution Using Spines" using two parameters to analyze the reliability of the system, the rate of failure and MTTF (Mean Time To Failure) is a parameter that is used in such research. This research will use the two parameters to analyze the reliability of the design of this internet network.

The research that has been done can be seen that the probability function value is directly proportional to the amount of the cumulative value, the higher the cumulative amount in value then the function cumulative odds also are getting high, this is due to the influence of the value of the number of It is one of cumulative parameter in the calculation of the cumulative odds function. The value obtained is the reliability of 0.8204, based on Croanbach reference Alpha Reliability can be concluded that the reliability of the internet network and 4G Indihome method using Load Balance and Failover by using 1 user is very good (very reliable).



PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisa Keandalan Sistem dan Perancangan Jaringan Internet Berbasis Mikrotik *Router OS* Menggunakan Metode Load Balance dan Failover”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember. Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr.Ir. Entin Hidayah M.U.M selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Bapak Widya Cahyadi, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing utama dan Bapak Ir. Widyono Hadi, M.T., selaku dosen pembimbing anggota yang telah rela meluangkan waktu, pikiran serta motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Dodi Setiabudi, S.T., M.T., selaku dosen penguji utama dan Bapak Andrita Ceriana Eska, S.T., M.T., selaku dosen penguji anggota yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun sehingga sangat membantu terhadap penyempurnaan skripsi ini.
4. Bapak R. B. Moch. Gozali S.T., M.T., selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing dan menanamkan rasa disiplin dan tanggung jawab dengan apa yang dilakukan selama penulis menjadi mahasiswa.
5. Bapak Widya Cahyadi, S.T., M.T., selaku Komisi Bimbingan S1 yang telah membantu penulisan skripsi secara administratif.
6. Kedua orang tua tercinta, Abi Achmad Soetrisno, Ummi Lailatul Qadariyah, serta adik-adik Khosyi Fauziyah dan Humairoh Nur Fauziah atas kasih sayang, pengorbanan, dan kesabaran yang tiada tara serta doa yang selalu menyertai.
7. Karma Squad yang selalu menemani waktu kosong untuk Gaming Always.
8. Rekan-rekan satu DPU dan DPA yang selalu menemani saya berjuang mulai awal pengerjaan skripsi hingga selesai.

9. Keluarga Teknik Elektro UNEJ 2014 yang selalu membantu, menyemangati dan selalu mendampingi saya selama pengerjaan skripsi ini.
10. Serta seluruh pihak yang telah membantu dalam mengerjakan skripsi ini yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 25 Desember 2018

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----------|
| HALAMAN SAMPUL..... | i |
| HALAMAN JUDUL | ii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN..... | iii |
| HALAMAN MOTTO | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN..... | v |
| HALAMAN PEMBIMBING..... | vi |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | vii |
| RINGKASAN | viii |
| SUMMARY..... | x |
| PRAKATA | xii |
| DAFTAR ISI..... | xiv |
| DAFTAR GAMBAR..... | xvii |
| DAFTAR TABEL..... | xix |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 3 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA..... | 4 |
| 2.1 Bandwidth | 4 |
| 2.2 Mikrotik Router OS..... | 4 |
| 2.2.1 Router RB750 | 5 |
| 2.2.2 Wireless Indoor RBcAPL-2 nD | 6 |
| 2.2.3 Wireless Indoor RBmAPL-2nD (mAP-Lite) | 8 |
| 2.2.4 Router Wireless RB951Ui-2ND (hAP)..... | 9 |
| 2.3 Load Balance | 11 |
| 2.4 ECMP (Equal COSt Multi Path)..... | 12 |
| 2.5 Kabel LAN | 12 |
| 2.6 Failover..... | 13 |

| | |
|--|-----------|
| 2.7 Keandalan Sistem | 14 |
| 2.8 Laju Kegagalan..... | 15 |
| 2.9 MTTF (<i>Mean Time to Failure</i>) | 15 |
| 2.10 Trafik Jam Sibuk..... | 16 |
| BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN | 17 |
| 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian | 17 |
| 3.1.1 Waktu Penelitian | 17 |
| 3.1.2 Tempat Penelitian..... | 18 |
| 3.2 Ruang Lingkup Penelitian..... | 18 |
| 3.3 Jenis dan Sumber Data | 18 |
| 3.1.1 Alat dan Bahan | 18 |
| 3.4 Perancangan Alat | 19 |
| 3.4.1 Perancangan Desain Alat..... | 19 |
| 3.4.2 Perancangan Perangkat Keras | 20 |
| 3.4.3 Perancangan Perangkat Lunak | 22 |
| 3.5 Flowchart Rancang Bangun Jaringan Internet..... | 25 |
| 3.6 Flowchart Konfigurasi Mikrotik <i>Load Balance</i> dan <i>Failover</i> | 26 |
| 3.7 Pengujian Alat | 26 |
| BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN | 32 |
| 4.1 Pengambilan Waktu Jam Sibuk | 32 |
| 4.2 Perancangan Alat | 35 |
| 4.2.1 <i>Log In Router</i> Mikrotik | 37 |
| 4.2.2 Konfigurasi IP Perangkat | 38 |
| 4.2.3 Konfigurasi DHCP <i>Client</i> | 39 |
| 4.2.4 Konfigurasi DNS (<i>Domain Name Server</i>) | 40 |
| 4.2.5 Konfigurasi Route Indihome dan 4G | 42 |
| 4.2.6 Konfigurasi Mangle Indihome dan 4G..... | 43 |
| 4.2.7 Konfigurasi NAT Indihome dan 4G..... | 45 |
| 4.2.8 Konfigurasi Mark Route Indihome | 46 |
| 4.2.9 Konfigurasi IP Pengguna Secara Static..... | 47 |
| 4.2.10 Pengujian Ping Jaringan Mikrotik..... | 48 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2.11 Pengujian Ping Pengguna..... | 49 |
| 4.2.12 Pengujian Jaringan Telkomsel 4G..... | 51 |
| 4.2.13 Pengujian Jaringan Indihome | 52 |
| 4.2.14 Pengujian Load Balancing dan Failover | 53 |
| 4.3 Analisa Keandalan Sistem Jaringan Internet Indihome dan 4G.... | 55 |
| 4.3.1 Hasil Perhitungan Kumulatif Gangguan Jaringan..... | 55 |
| 4.3.2 Hasil Perhitungan Parameter Distribusi | 56 |
| 4.3.3 Analisa Data Fungsi Laju Kegagalan atau Fungsi Hazardous | 56 |
| 4.3.4 Hasil Perhitungan Nilai MTTF | 57 |
| 4.3.5 Analisa Keandalan (<i>Reliability</i>) Jaringan Internet Indihome dan Telkomsel 4G..... | 58 |
| BAB 5. PENUTUP | 59 |
| 5.1 Kesimpulan | 59 |
| 5.2 Saran..... | 59 |
| DAFTAR PUSTAKA | 61 |
| LAMPIRAN..... | 64 |
| A. Perhitungan..... | 64 |
| B. Dokumentasi Penelitian | 68 |
| C. <i>Script</i> Mikrotik..... | 72 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 2.1 | <i>Router RB750</i> | 5 |
| Gambar 2.2 | <i>Router Wireless Indoor RBcAPL-2nD</i> | 7 |
| Gambar 2.3 | <i>Router Wireless Indoor RBmAPL-2nD (mAP-Lite)</i> | 8 |
| Gambar 2.4 | <i>Router Wireless RB951Ui-2ND (hAP)</i> | 10 |
| Gambar 2.5 | <i>Load Balancing 2 ISP</i> | 12 |
| Gambar 2.6 | Macam – Macam Kabel LAN | 13 |
| Gambar 2.7 | Skema Metode <i>Failover</i> | 13 |
| Gambar 3.1 | Perancangan Topologi Jaringan Internet Mikrotik..... | 19 |
| Gambar 3.2 | Blok Diagram | 20 |
| Gambar 3.3 | <i>Router Mikrotik RB951Ui-2ND (hAP) dengan USB Port</i> | 21 |
| Gambar 3.4 | Tampilan Awal Winbox | 23 |
| Gambar 3.5 | Tampilan Mikrotik Melalui <i>Web Browser</i> | 23 |
| Gambar 3.6 | Flowchart Rancang Bangun Internet Berbasis Mikrotik..... | 25 |
| Gambar 3.7 | Flowchart Konfigurasi Mikrotik | 26 |
| Gambar 4.1 | Pengambilan menggunakan <i>nperf</i> pada jam 11.00..... | 29 |
| Gambar 4.2 | Diagram Hasil Pengukuran Waktu Jam Sibuk 4G..... | 31 |
| Gambar 4.3 | Grafik Hasil Penjumlahan Jam Sibuk 4G | 31 |
| Gambar 4.4 | <i>Router Wireless RB951Ui-2ND (hAP)</i> | 32 |
| Gambar 4.5 | Kabel LAN RJ45 3 Meter | 32 |
| Gambar 4.6 | Modem Indihome ZTE 609..... | 33 |
| Gambar 4.7 | Penggabungan 3 perangkat pada Modem Mikrotik | 33 |
| Gambar 4.8 | <i>Log In Router</i> Mikrotik Menggunakan WinBox..... | 34 |
| Gambar 4.9 | Skema Pengalamatan <i>Internet Protocol (IP)</i> | 36 |
| Gambar 4.10 | Konfigurasi <i>IP Address</i> di Mikrotik..... | 36 |
| Gambar 4.11 | Konfigurasi <i>DHCP Client</i> | 38 |
| Gambar 4.12 | Konfigurasi <i>Domain Name Server</i> | 39 |
| Gambar 4.13 | Konfigurasi <i>Routes 2</i> Jaringan | 40 |
| Gambar 4.14 | Konfigurasi <i>Chain</i> Pada <i>Mangle Rule</i> | 42 |
| Gambar 4.15 | Konfigurasi <i>Action</i> Pada <i>Mangle Rule</i> | 42 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.16 Konfigurasi Keseluruhan <i>Mangle</i> | 43 |
| Gambar 4.17 Konfigurasi NAT <i>Rule</i> Menggunakan <i>srcnat</i> | 44 |
| Gambar 4.18 Konfigurasi NAT <i>Rule Action Masquerade</i> | 44 |
| Gambar 4.19 Konfigurasi NAT <i>Rule 2 Jaringan</i> | 45 |
| Gambar 4.20 Konfigurasi <i>Route List</i> dengan <i>Routing Mark</i> | 45 |
| Gambar 4.21 Konfigurasi IP <i>User</i> Secara Static..... | 46 |
| Gambar 4.22 Pengujian PING Pada <i>Router</i> Mikrotik..... | 47 |
| Gambar 4.23 Sebelum Pengujian Jaringan <i>User</i> | 48 |
| Gambar 4.24 Hasil Pengujian Koneksi <i>User</i> | 49 |
| Gambar 4.25 Pengujian Jaringan 4G pada <i>Router</i> Mikrotik..... | 49 |
| Gambar 4.26 Pengujian Jaringan Internet pada <i>User</i> | 50 |
| Gambar 4.27 Pengujian Jaringan Indhome pada <i>Router</i> Mikrotik | 51 |
| Gambar 4.28 Pengujian Jaringan Indihome pada <i>User</i> | 51 |
| Gambar 4.29 Load Balancing pada Mikrotik..... | 52 |
| Gambar 4.30 <i>Failover</i> pada Mikrotik | 53 |
| Gambar 4.31 Grafik Fungsi Probabilitas Kumulatif | 57 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabel 2.1 | Skala Keandalan <i>Croanbach Alpha</i> | 15 |
| Tabel 3.1 | Rencana Kegiatan Tugas Akhir | 17 |
| Tabel 3.2 | Hasil Pengujian Traffik Jam Sibuk 4G Telkomsel | 27 |
| Tabel 3.3 | Fungsi Probabilitas Kumulatif | 28 |
| Tabel 3.4 | Nilai X dan Y | 28 |
| Tabel 3.5 | Nilai Fungsi Laju Kegagalan | 28 |
| Tabel 4.1 | Hasil Pengambilan Waktu Jam Sibuk 4G Telkomsel | 30 |
| Tabel 4.2 | Fungsi Probabilitas Kumulatif | 57 |
| Tabel 4.3 | Nilai X dan Y | 58 |
| Tabel 4.4 | Nilai Fungsi Laju Kegagalan | 59 |

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada jaringan yang mempunyai banyak *user*, diperlukan suatu *management bandwidth* agar suatu jaringan tidak terjadi suatu monopoli penggunaan jaringan internet sehingga semua pengguna bisa menggunakan jatah *bandwidth* yang seimbang. *Load Balancing* dan *Failover* merupakan salah satu metode pembagian *bandwidth* yang banyak digunakan.

QoS merupakan metode untuk menganalisis jaringan internet dengan parameter yang sering digunakan adalah latency dan throughput, dengan parameter tersebut mampu memberikan analisa yang baik, QoS merupakan aspek yang sering digunakan dalam menganalisa jaringan. QoS dapat diartikan sebagai cara untuk menganalisa jaringan internet dapat beroperasi dengan sangat baik.

Seiring dengan berkembangnya perusahaan - perusahaan *provider* (penyedia layanan internet) dan meningkatnya para pengguna internet di berbagai kalangan masyarakat, namun belum diimbangi dengan besarnya *bandwidth* yang disediakan oleh perusahaan *provider*. Sehingga menjadi kendala saat pengguna akan mengakses internet. Untuk mengatasinya dibutuhkan sebuah *router* yang mampu mengatur jaringan dengan baik terutama dalam pengaturan *bandwidth*-nya.

Router yang digunakan pada penelitian perancangan jaringan internet ini adalah menggunakan router Mikrotik yang mana Operasi Sistem Mikrotik RouterOS sudah *include* dengan router. Adapula cara yang dapat digunakan yaitu menggunakan sebuah PC untuk diinstal Operasi Sistem Mikrotik RouterOS, menggunakan PC sangat tidak efisien dikarenakan lebih banyak resource yang digunakan dibandingkan menggunakan Router yang sudah *include* dengan Mikrotik RouterOS.

Quality of Service (QoS) adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik melalui berbagai teknologi, termasuk *Frame Relay*, *Asynchronous Transfer Mode* (ATM), *Ethernet* dan 802.1 jaringan, SONET, dan IP-jaringan diarahkan agar dapat menggunakan salah satu yang mendasari teknologi. Tujuan utama dari QoS adalah untuk memberikan prioritas termasuk

dedicated bandwidth, dikendalikan *jitter* dan *latency* (diperlukan *real-time* dan interaktif lalu lintas), dan peningkatan kehilangan karakteristik. QoS menyediakan unsur blok bangunan yang akan digunakan untuk masa depan aplikasi bisnis di dalam kampus, WAN, dan penyedia layanan jaringan.

Pada penelitian sebelumnya yang berjudul “ Analisa Keandalan Jaringan Local Area Network (LAN) PT. Chevron Pacific Indonesia- Duri Menggunakan Distribusi Weibull” menggunakan dua parameter untuk menganalisa keandalan sistem, laju kegagalan dan MTTF (*Mean Time To Failure*) merupakan parameter yang digunakan pada penelitian tersebut. Pada penelitian ini akan menggunakan dua parameter tersebut untuk menganalisa keandalan perancangan jaringan internet ini.

Pada penelitian sebelumnya tentang *Load Balancing* dan *Failover* dapat dilihat pada skripsi yang berjudul “Implementasi Load Balancing dan Failover Menggunakan Mikrotik Router Os Berdasarkan Multihomed Gateway Pada Warung Internet Diga” yang mana membahas tentang 2 ISP yang diperlukan untuk warnet jaman sekarang menggunakan metode *load balancing* dan *failover* pembagian *bandwidth* yang sama dan ketika salah satu koneksi terputus maka akan digantikan dengan koneksi yang lain, maka dari penelitian tersebut penulis mengambil 2 jaringan yang berbeda yaitu jaringan indihome dan 4G pada penelitian ini.

Berdasarkan permasalahan diatas maka penulis akan membuat suatu peneltian yang mana membuat rancang bangun jaringan internet berbasis mikrotik dengan metode *load balancing* dan *failover*. Diharapkan dengan membuat rancang bangun ini dapat menjadi jaringan internet yang lebih optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana membuat rancang bangun internet berbasis mikrotik dengan metode *Load Balance* dan *Failover* ?
2. Bagaimana menganalisa keandalan sistem pada rancang bangun internet berbasis Mikrotik Router OS ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Membuat rancang bangun internet berbasis mikrotik dengan metode *Load Balance* dan *Failover*.
2. Menganalisis keandalan sistem pada rancang bangun internet berbasis Mikrotik Router OS

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian ini diharapkan dengan membuat rancang bangun ini dapat menjadi solusi terjadinya masalah *trouble* internet pada salah satu ISP dan menjadikan jaringan internet yang lebih optimal dalam *browsing*, *chatting*, dan *download*.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan tentang Mikrotik Router OS , metode *Load Balance*, metode *Failover*, *bandwidth*, kabel LAN, analisa keandalan sistem, laju kegagalan, MTTF dan jam sibuk TCBH. Pembahasan diatas akan dijelaskan di bawah ini antara lain :

2.1 *Bandwidth*

Ketika mengacu pada sambungan data, *bandwidth*, komunikasi kecepatan atau kecepatan koneksi adalah tingkat total maksimum transfer kabel jaringan atau perangkat. Pada dasarnya, ini adalah ukuran seberapa cepat data dapat dikirim melalui koneksi kabel atau nirkabel, biasanya ukuran dalam bit per detik.

Misalnya, bila Anda terhubung ke Internet menggunakan modem melalui saluran telepon, sistem operasi Anda mungkin menampilkan "Terhubung di 56 kbps" yang menunjukkan maksimal 56 kilobit data ditransfer setiap detik. Lebih banyak *bandwidth* komputer telah, semakin cepat akan dapat mengirim dan menerima informasi. Pengguna dengan koneksi *broadband*, lebih khusus serat optik *broadband*, bisa mendapatkan transfer kecepatan hingga 10 Gbps, yang merupakan hampir 180.000 kali lebih cepat daripada modem 56 kbps.

Kebanyakan koneksi *broadband asynchronous*, yang berarti ada kecepatan yang berbeda tergantung pada cara data bepergian. Kecepatan *download* atau menerima kecepatan adalah seberapa cepat komputer Anda bisa mendapatkan file dari Internet. Kecepatan *upload* atau mengirim kecepatan adalah seberapa cepat komputer Anda dapat mengirim file ke Internet. Kecepatan *download* hampir selalu lebih cepat daripada meng-upload kecepatan dengan hubungan ini.

2.2 Mikrotik RouterOS

MikroTik merupakan perusahaan di negara Latvia yang didirikan pada tahun 1996 yang mempunyai tujuan untuk mengembangkan router dan *wireless* sistem ISP. Perusahaan besar MikroTik sekarang menyediakan beberapa produk hardware dan software untuk konektivitas jaringan Internet di sebagian besar

negara di seluruh dunia. Banyak ujian dan pengalaman perusahaan MikroTik dalam menggunakan standar industri perangkat keras PC dan sistem *routing* lengkap, sangat memungkinkan pengguna pada tahun 1997 untuk membuat perangkat lunak yang diberi nama RouterOS yang menyediakan stabilitas efisien, kontrol, dan fleksibilitas untuk semua jenis data berbentuk GUI (*General User Interface*) dan routing. Pada tahun 2002 perusahaan memutuskan untuk membuat kita sendiri perangkat keras, dan merek RouterBOARD dilahirkan. Perusahaan besar Mikrotik ini memiliki marketing di sebagian besar dunia, dan pelanggan di mungkin setiap negara di planet ini. Perusahaan Mikrotik ini terletak di Kota Riga, kota ibukota Latvia dan perusahaan ini memiliki lebih dari 140 pegawai.

Beberapa macam Router Mikrotik yang sudah dilengkapi dengan Mikrotik RouterOS adalah sebagai berikut :

a. Router RB750

RB750 adalah produk *routerboard* yang sangat mudah dibawa dan diperuntukkan bagi penggunaan rumahan. Memiliki 5 buah *port ethernet* 10/100, dengan prosesor baru Atheros 400MHz. Sudah termasuk dengan lisensi level 4 dan adaptor 12V.



Gambar 2.1 Router RB750
(www.mikrotik.co.id)

Tabel 1. Spesifikasi dari Router RB750 (www.mikrotik.co.id)

| | |
|---------------------|---------------|
| <i>Product Code</i> | RB750 |
| <i>Architecture</i> | MIPS-BE |
| <i>CPU</i> | AR7241 400MHz |

| | |
|--------------------------|--------------|
| <i>Current Monitor</i> | no |
| <i>Main Storage/NAND</i> | 64MB |
| RAM | 32MB |
| SFP Ports | 0 |
| LAN Ports | 5 |
| Gigabit | No |
| Switch Chip | 1 |
| Integrated Wireless | 1 |
| Wireless Standarts | 802.11 b/g/n |
| Wireless Tx Power | 22dbm |
| Integrated Antenna | Yes |
| Antenna Gain | 2 x 1,5dBi |
| MiniPCIe | 0 |
| SIM Card Slots | No |
| USB | 0 |
| Power on USB | Yes |
| Memory Cards | No |
| Power Jack | 8-30V |
| 802.3af Support | No |
| POE Input | Yes |
| POE Output | Yes |
| Serial Port | No |
| Voltage Monitor | No |
| Temperature Sensor | No |
| Dimensions | 113x89x28mm |
| Operating System | RouterOS |
| Temperature Range | -20C .. +50C |
| RouterOS License | Level 4 |

b. *Wireless Indoor RBcAPL-2nD*

RBcAPL-2nD merupakan solusi *Wireless AP* untuk Jaringan Hotspot yang lebih *compact*. Memiliki 1 buah *port ethernet*, 1 buah *access point embedded 2,4*

GHz, *antenna embedded* 2 x 1.5 dBi. Sudah termasuk *power adaptor*. Desain Pemasangan *Access Point* di langit-langit.



Gambar 2.2 Router *Wireless Indoor* RBcAPL-2nD
(www.mikrotik.co.id)

Tabel 2. Spesifikasi Router *Wireless Indoor* RBcAPL-2nD (www.mikrotik.co.id)

| | |
|--------------------|----------------|
| Product Code | RBcAPL-2nD |
| Architecture | MIPS-BE |
| CPU | QCA9533 650MHz |
| Current Monitor | no |
| Main Storage/NAND | 16MB |
| RAM | 64MB |
| SFP Ports | 0 |
| LAN Ports | 5 |
| Gigabit | No |
| Switch Chip | 1 |
| Wireless Tx Power | 22dbm |
| Integrated Antenna | Yes |
| Antenna Gain | 2 x 1,5dBi |
| MiniPCIe | 0 |
| SIM Card Slots | No |
| USB | 0 |

| | |
|--------------------|--------------|
| Power on USB | Yes |
| Memory Cards | No |
| Power Jack | 8-30V |
| 802.3af Support | No |
| Serial Port | No |
| Voltage Monitor | No |
| Temperature Sensor | No |
| Dimensions | 113x89x28mm |
| Operating System | RouterOS |
| Temperature Range | -20C .. +50C |
| RouterOS License | Level 4 |

c. *Wireless Indoor RBmAPL-2nD (mAP-Lite)*

RBmAPL-2nD memiliki semua kebutuhan Wireless AP untuk personal. Memiliki 1 buah *port ethernet*, 1 buah *access point embedded 2,4 GHz*, *antenna embedded 1,5 dbi MIMO*. Sudah termasuk *power adaptor micro USB*.



Gambar 2.3 *Router Wireless Indoor RBmAPL-2nD (mAP-Lite)*

(www.mikrotik.co.id)

Tabel 3. Spesifikasi dari Router Wireless Indoor RBmAPL-2nD (mAP-Lite)

(www.mikrotik.co.id)

| | |
|--------------|------------|
| Product Code | RBmAPL-2nD |
| Architecture | MIPS-BE |

| | |
|--------------------|----------------|
| CPU | QCA9533 650MHz |
| Current Monitor | no |
| Main Storage/NAND | 16MB |
| RAM | 64MB |
| SFP Ports | 0 |
| LAN Ports | 5 |
| Gigabit | No |
| Switch Chip | 1 |
| Wireless Tx Power | 22dbm |
| Integrated Antenna | Yes |
| Antenna Gain | 2 x 1,5dBi |
| MiniPCIe | 0 |
| SIM Card Slots | No |
| USB | 0 |
| Power on USB | Yes |
| Memory Cards | No |
| Power Jack | 8-30V |
| 802.3af Support | No |
| Serial Port | No |
| Voltage Monitor | No |
| Temperature Sensor | No |
| Dimensions | 113x89x28mm |
| Operating System | RouterOS |
| Temperature Range | -20C .. +50C |
| RouterOS License | Level 4 |
| SIM Card Slots | No |
| USB | 0 |

d. *Router Wireless RB951Ui-2ND (hAP)*

RB951Ui-2nD memiliki semua kebutuhan *router* dan *gateway* untuk personal dan kantor. Memiliki 5 buah *port ethernet*, 1 buah *access point*

embedded 2,4 GHz, antenna embedded 1,5 dbi dan USB port. Sudah termasuk power adaptor.



Gambar 2.4 Router Wireless RB951Ui-2ND (hAP)

(www.mikrotik.co.id)

Tabel 4. Spesifikasi dari Router Wireless RB951Ui-2ND (hAP)

(www.mikrotik.co.id)

| | |
|--------------------|----------------|
| Product Code | RBcAPL-2nD |
| Architecture | MIPS-BE |
| CPU | QCA9533 650MHz |
| Current Monitor | no |
| Main Storage/NAND | 16MB |
| RAM | 64MB |
| SFP Ports | 0 |
| LAN Ports | 5 |
| Gigabit | No |
| Switch Chip | 1 |
| Wireless Tx Power | 22dbm |
| Integrated Antenna | Yes |
| Antenna Gain | 2 x 1,5dBi |
| MiniPCIe | 0 |
| SIM Card Slots | No |
| USB | 0 |

| | |
|--------------------|--------------|
| Power on USB | Yes |
| Memory Cards | No |
| Power Jack | 8-30V |
| 802.3af Support | No |
| Serial Port | No |
| Voltage Monitor | No |
| Temperature Sensor | No |
| Dimensions | 113x89x28mm |
| Operating System | RouterOS |
| Temperature Range | -20C .. +50C |
| RouterOS License | Level 4 |

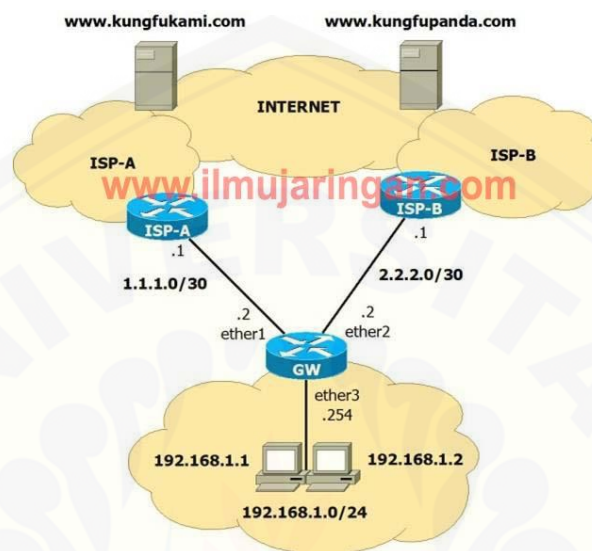
2.3 Load Balance

Load balancing adalah teknik untuk mendistribusikan beban trafik pada dua atau lebih jalur koneksi secara seimbang, agar trafik dapat berjalan optimal, memaksimalkan throughput, memperkecil waktu tanggap dan menghindari *overload* pada salah satu jalur koneksi. *Load balancing* digunakan pada saat sebuah server telah memiliki jumlah user yang telah melebihi maksimal kapasitasnya. *Load balancing* juga mendistribusikan beban kerja secara merata di dua atau lebih komputer, *link* jaringan, CPU, *hard drive*, atau sumber daya lainnya, untuk mendapatkan pemanfaatan sumber daya yang optimal.

Load Balancer (perangkat *load balancing*) menggunakan beberapa peralatan yang sama untuk menjalankan tugas yang sama. Hal ini memungkinkan pekerjaan dilakukan dengan lebih cepat dibandingkan apabila dikerjakan oleh hanya 1 peralatan saja dan dapat meringankan beban kerja peralatan, serta mempercepat waktu *respons*. *Load Balancer* bertindak sebagai penengah di antara layanan utama dan pengguna, di mana layanan utama merupakan sekumpulan server/mesin yang siap melayani banyak pengguna.

Disaat *Load Balancer* menerima permintaan layanan dari *user*, maka permintaan tersebut akan diteruskan ke server utama. Biasanya *Load Balancer* dengan pintar dapat menentukan server mana yang memiliki *load* yang lebih rendah

dan *respons* yang lebih cepat. Bahkan bisa menghentikan akses ke server yang sedang mengalami masalah dan hanya meneruskannya ke server yang dapat memberikan layanan. Hal ini salah satu kelebihan yang umumnya dimiliki *load balancer*, sehingga layanan seolah tidak ada gangguan di mata pengguna.



Gambar 2.5 *Load Balancing 2 ISP*
(www.ilmujaringan.com)

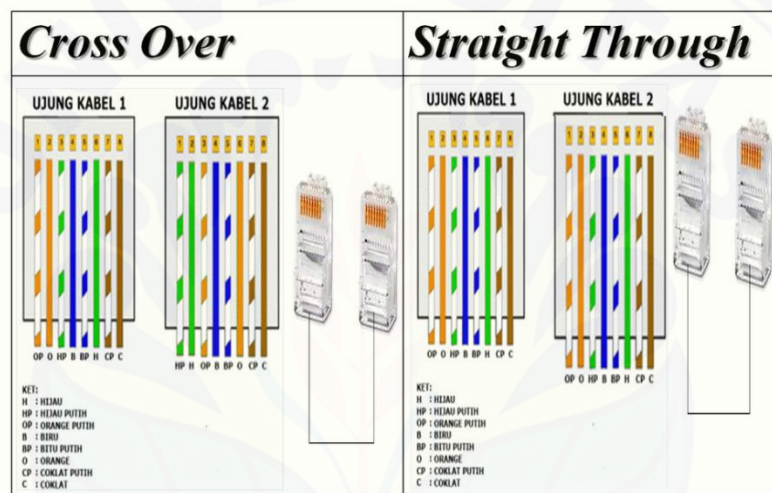
2.4 ECMP (*Equal Cost Multi Path*)

Equal Cost Multi Path (ECMP) adalah strategi routing di mana berikutnya-hop paket *forwarding* untuk tujuan tunggal dapat terjadi selama beberapa "jalan terbaik" yang mengikat untuk tempat teratas dalam perhitungan metrik *routing*. *Equal Cost Multi Path* (ECMP) adalah pemilihan jalur keluar secara bergantian pada *gateway*. Contohnya jika ada dua *gateway*, dia akan melewati kedua *gateway* tersebut dengan beban yang sama (*Equal Cost*) pada masing-masing *gateway*. Berbagai protokol *routing*, termasuk *Open Shortest Path First* (OSPF), *Intermediate System to Intermediate System* (ISIS), *Enhanced Interior Gateway Routing Protocol* (EIGRP), dan *Border Gateway Protocol* (BGP) memungkinkan ECMP *routing*. Beban yang menyeimbangkan antara jalur ECMP dilakukan pada IOS-XE berbasis objek CEF yang disebut *load balance*.

2.5 Kabel LAN

Kabel Ethernet adalah salah satu bentuk yang paling populer jaringan kabel yang digunakan pada jaringan kabel. Kabel Ethernet menghubungkan perangkat bersama-sama dalam jaringan area lokal, seperti PC, *router* dan *switch*.

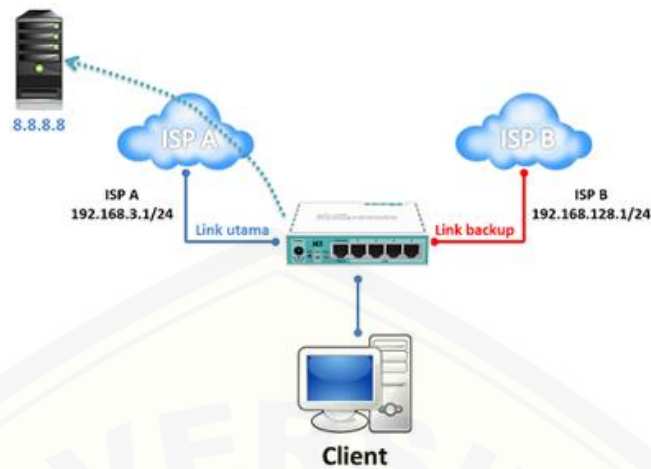
Mengingat bahwa ini adalah kabel fisik, mereka memiliki keterbatasan mereka, keduanya dalam jarak bahwa mereka dapat meregangkan dan masih membawa sinyal yang tepat, dan daya tahan mereka. Inilah salah satu alasan ada berbagai jenis kabel Ethernet; untuk melakukan beberapa tugas khususnya situasi.



Gambar 2.6 Macam – Macam Kabel LAN (www.emerer.com)

2.6 Failover

Failover menurut bahasa adalah *Fail* “kegagalan” dan *over* “lebih” secara bahasa bisa diartikan kegagalan yang berlebihan tetapi disini tidak mengartikan *failover* tersebut seperti itu, *failover* adalah istilah dalam bahasa jaringan internet yang mana sebuah metode untuk memberikan cadangan jaringan internet pada user yang menggunakan.



Gambar 2.7 Skema Metode *Failover* (mikrotik.co.id)

Secara teori *failover* menerima 2 *gateway* dari 2 ISP yang berbeda pada router mikrotik kemudian menjadikan salah satu jaringan internet sebagai cadangan ketika jaringan yang diutamakan mati. Pada penelitian ini menggunakan metode *failover* sebagai cadangan ketika salah satu jaringan internet tersebut mati.

2.7 Keandalan Sistem

Keandalan adalah suatu penerapan perancangan pada komponen sehingga komponen dapat melaksanakan fungsinya dengan baik, tanpa kegagalan, sesuai rancangan atau proses yang dibuat. Keandalan merupakan probabilitas bahwa suatu sistem mempunyai performansi sesuai dengan fungsi yang diharapkan dalam selang waktu dan kondisi operasi tertentu. Secara umum keandalan merupakan ukuran kemampuan suatu komponen beroperasi secara terus menerus tanpa adanya kerusakan, tindakan perawatan pencegahan yang dilakukan dapat meningkatkan keandalan sistem.

Fokus utama dari perancangan sistem keandalan adalah karakteristik kekuatan tekanan komponen. Bagian-bagian komponen dirancang dan dihasilkan untuk bekerja dengan cara yang spesifik ketika beroperasi dibawah kondisi normal. Jika kekuatan ditambahkan akan memaksakan beban elektrik, karena berhubungan dengan variasi, getaran, guncangan, kelembaban dan sebagainya, kemudian kegagalan yang tak terduga akan terjadi dan sistem keandalan menjadi kurang diantisipasi. Selain itu juga, jika komponen digunakan melewati batas normal maka

kelelahan akan terjadi, komponen yang gagal akan menjadi lebih banyak dari yang diharapkan. Bagaimanapun juga kondisi-kondisi tekanan akan mengakibatkan penurunan keandalan, menyebabkan peningkatan kebutuhan pemeliharaan dan dibawah kondisi tekanan akan menimbulkan biaya yang mahal sebagai hasil atas kelebihan perancangan.

Menurut George and Mallery (2003), dalam menentukan nilai dari keandalan yang diperoleh dalam perhitungan, maka nilai tersebut diskalakan (tingkat keandalan). Dalam pemberian skala dapat menggunakan acuan Croanbach Alpha Reliability seperti yang terdapat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.1 Skala Keandalan Croanbach Alpha

| Nilai Croanbach Alpha | Tingkat Keandalan |
|---------------------------|-------------------|
| $\alpha \geq 0.20$ | Tidak Andal |
| $0.20 > \alpha \geq 0.40$ | Kurang Andal |
| $0.40 > \alpha \geq 0.60$ | Cukup Andal |
| $0.60 > \alpha \geq 0.80$ | Andal |
| $0.80 > \alpha \geq 1.00$ | Sangat Andal |

Merujuk : George and Mallery, 2003

2.8 Laju Kegagalan

Laju kegagalan (λ) adalah banyaknya kegagalan per satuan waktu. Laju kegagalan dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara banyaknya kegagalan yang terjadi selama selang waktu tertentu dengan total waktu operasi komponen atau sistem. Laju kegagalan terhadap waktu dapat dinyatakan dalam persamaan 1. (Ebeling, 1997).

2.9 MTTF (*Mean Time to Failure*)

Mean Time To Failure (MTTF) merupakan nilai rata-rata waktu kegagalan yang akan datang dari sebuah sistem. Untuk sistem yang dapat direparasi, maka MTTF adalah masa kerja suatu komponen saat pertama kali digunakan atau dihidupkan sampai unit tersebut akan rusak kembali atau perlu di periksa kembali.

2.10 Trafik Jam Sibuk

Banyak macam metode dari jam sibuk tersebut diantaranya terdapat *Time Consisten Busy Hour* yaitu periode satu jam dalam 1 hari dimana trafiknya tertinggi (paling sibuk) dalam jangkan waktu tertentu.

Pada penelitian ini menggunakan metode TCBH untuk menentukan waktu pengambilan data analisa keandalan sistem jaringan internet menggunakan dua metode yaitu *load balance* dan *failover*.



BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang tempat dan waktu, ruang lingkup, jenis dan sumber data, serta metode pengumpulan data.

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Waktu Penelitian

Proyek akhir Analisa Keandalan Sistem Dan Perancangan Jaringan Internet Berbasis Mikrotik Router OS Menggunakan Metode *Load Balance* dan *Failover* ini akan dilaksanakan selama empat bulan, mulai bulan September 2018 sampai bulan Desember 2018.

Tabel 3.1 Rencana Kegiatan Tugas Akhir

| No | Rencana Kegiatan | September | | | | Oktober | | | | November | | | | Desember | | | |
|----|--------------------|-----------|---|---|---|---------|---|---|---|----------|---|---|---|----------|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Pembuatan Proposal | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Studi Pustaka | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Seminar | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Pembuatan Alat | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Pengujian Hasil | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Seminar Hasil | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Ujian Alat | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Pembuatan Laporan | | | | | | | | | | | | | | | | |

3.1.2 Tempat Penelitian

Pelaksanaan pembuatan alat dan pengujian alat akan dilaksanakan di Kos Putra MASTIM 71 yang beralamat di Jln. Mastrip Timur no.71, Sumpersari, Jember.

3.2 Ruang Lingkup Kegiatan

Untuk memperjelas, menyederhanakan dan menghindari meluasnya masalah maka diberi batasan masalah sebagai berikut :

- a. Router Mikrotik yang digunakan menggunakan lesensi level 4.
- b. ISP (*Internet Service Provider*) menggunakan jaringan internet IndiHome dan Jaringan 4G (Telkomsel).
- c. *Client* hanya menggunakan kabel LAN untuk mengakses internet.
- d. Metode *Load Balancing* yang digunakan adalah ECMP (*Equal Cost Multi Path*).
- e. Metode keandalan hanya menggunakan MTTF.
- f. Pengguna pada penelitian ini hanya satu.
- g. Konfigurasi IP dilakukan *static* pada pengguna.

3.3 Jenis dan Sumber Data

Jenis dan sumber data disini akan menjelaskan tentang keseluruhan alat yang akan dibuat, sebagai berikut :

a. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut :

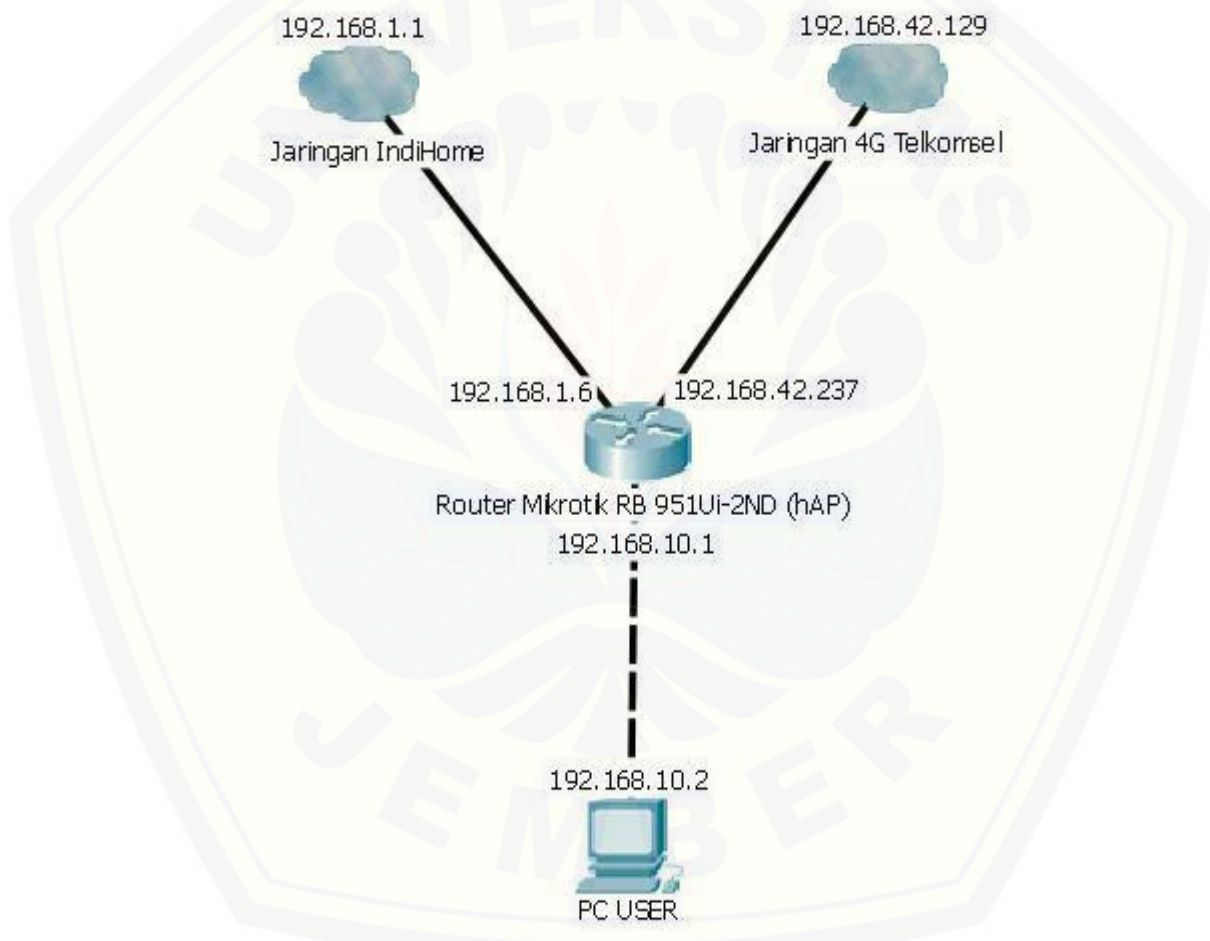
- 1) Router Mikrotik
- 2) Kabel UTP
- 3) Konektor RJ 45
- 4) Modem 4G
- 5) Jaringan Internet Indihome

Alat dan bahan yang digunakan diatas juga mencakup seperti tang *crimping*, tang potong, *network cable tester* dan lain – lain.

3.4 Perancangan Alat

3.4.1 Perancangan Desain Alat

Alat ini merupakan rancang bangun jaringan internet berbasis Mikrotik dengan metode *load balancing* menggunakan dua ISP dalam jaringan internetnya. Desain jaringan internetnya adalah dengan menggabungkan dua ISP kemudian dihubungkan pada router Mikrotik. Pada router mikrotik akan melakukan *setting* untuk menggabungkan dua ISP tersebut. Kemudian beberapa PC/Laptop akan dihubungkan pada router mikrotik menggunakan kabel LAN.

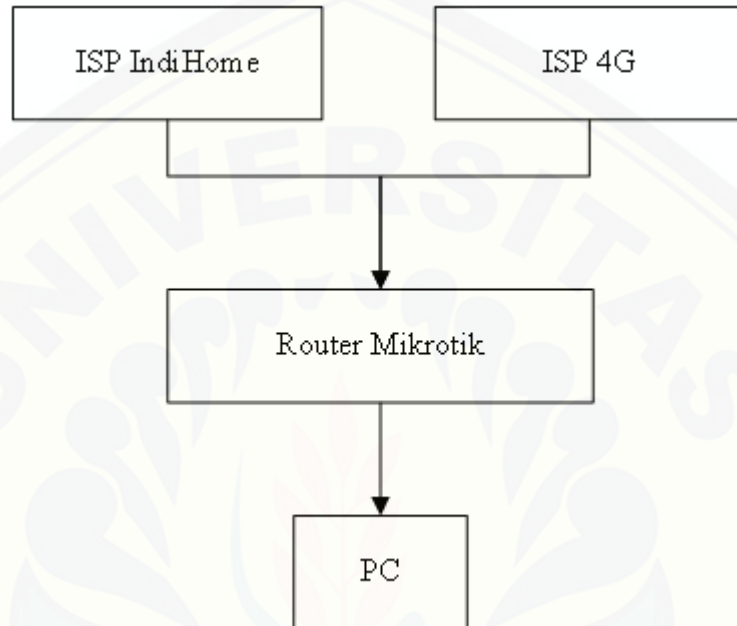


Gambar 3.1 Perancangan Topologi Jaringan Internet Mikrotik

3.4.2 Perancangan Perangkat Keras

Pada bagian ini akan dijelaskan berupa perencanaan perangkat keras yang digunakan.

a. Blok Diagram



Gambar 3.2 Blok Diagram

Gambar 3.2 blok diagram diatas menjelaskan tentang alur dari rancang bangun ini yaitu dari dua ISP jaringan dihubungkan menggunakan router mikrotik dengan metode *load balancing*, yang mana trafik jaringan akan membagi pada kedua *gateway* dengan beban yang sama. Metode yang digunakan adalah ECMP (*Equal Cost Multi Path*), ECMP diterapkan pada saat akan membagi trafik yang akan menuju internet melalui dua ISP, dan ECMP cukup dilakukan dengan melakukan konfigurasi *default route* dengan menggunakan beberapa *gateway* sekaligus. Meskipun nantinya Router Mikrotik akan memiliki beberapa *gateway* sekaligus, namun nilai *Administrative Distance* dari masing – masing *gateway* itu sama.

b. Router Mikrotik

Router Mikrotik yang digunakan adalah Router Wireless RB951Ui-2ND (hAP), RB951Ui-2nD memiliki semua kebutuhan router dan *gateway* untuk personal dan kantor. Mempunyai 5 buah *port ethernet*, 1 buah *access point embedded 2,4 GHz*, *antenna embedded 1,5 dbi* dan *USB port*.



Gambar 3.3 Router Mikrotik RB951Ui-2ND (hAP) dengan USB Port
(www.weblance.com.au)

Tabel 2. Spesifikasi dari Router Wireless RB951Ui-2ND (hAP)
(www.mikrotik.com)

| | |
|-------------------|-----------------------|
| Product Code | RB951Ui-2nD |
| Architecture | MIPS-BE |
| CPU | QCA9531-BL3A-R 650MHz |
| Current Monitor | no |
| Main Storage/NAND | 16MB |
| RAM | 64MB |
| SFP Ports | 0 |
| LAN Ports | 5 |
| Gigabit | No |

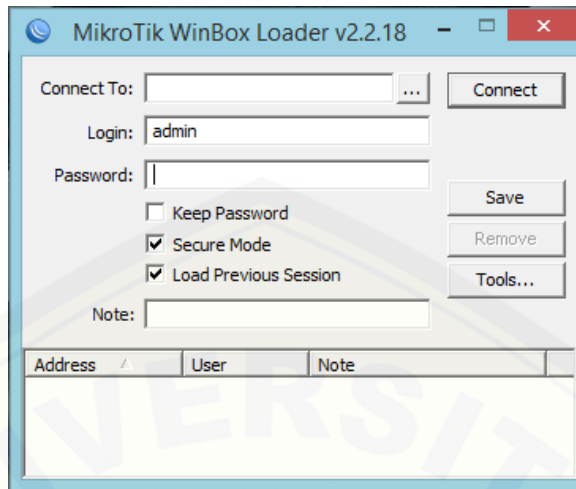
| | |
|---------------------|--------------|
| Switch Chip | 1 |
| Integrated Wireless | 1 |
| Wireless Standarts | 802.11 b/g/n |
| Wireless Tx Power | 22dbm |
| Integrated Antenna | Yes |
| Antenna Gain | 2 x 1,5dBi |
| MiniPCIe | 0 |
| SIM Card Slots | No |
| USB | 1 |
| Power on USB | Yes |
| Memory Cards | No |
| Power Jack | 8-30V |
| 802.3af Support | No |
| POE Input | Yes |
| POE Output | Yes, Port 5 |
| Serial Port | No |
| Voltage Monitor | No |
| Temperature Sensor | No |
| Dimensions | 113x89x28mm |
| Operating System | RouterOS |
| Temperature Range | -20C .. +50C |
| RouterOS License | Level 4 |

Pada *port* USB di Router mikrotik akan dipasangkan modem 4G untuk jaringan kedua setelah Indihome dan Mikrotik RouterOS hanya menggunakan lesensi level 4.

3.4.3 Perancangan Perangkat Lunak.

Pada Router Mikrotik dapat dikonfigurasi secara grafis maupun menggunakan perintah – perintah CLI (*Command Line Interface*), Mengkonfigurasi Router Mikrotik secara grafis dapat dilakukan dengan aplikasi *winbox* maupun melalui *web browser*.

1. Tampilan Winbox



Gambar 3.4 Tampilan Awal Winbox

Pada kolom “*Connect To*” diisi dengan IP dari Router Mikrotik atau MAC address dari Router Mikrotik. Winbox adalah sebuah utility yang digunakan untuk melakukan *remote* ke *server* mikrotik kita dalam mode GUI. Jika ingin menggunakan mode text untuk itu perintah pada winbox tersedia pada menu terminal di *winbox* itu sendiri.

2. Tampilan Mikrotik



Gambar 3.5. Tampilan Mikrotik Melalui Web Browser

(www.wiki.mikrotik.com)

Pada alamat *web browser* diisi dengan IP dari Router Mikrotik kemudian memilih menu yang dibutuhkan untuk *setting*.

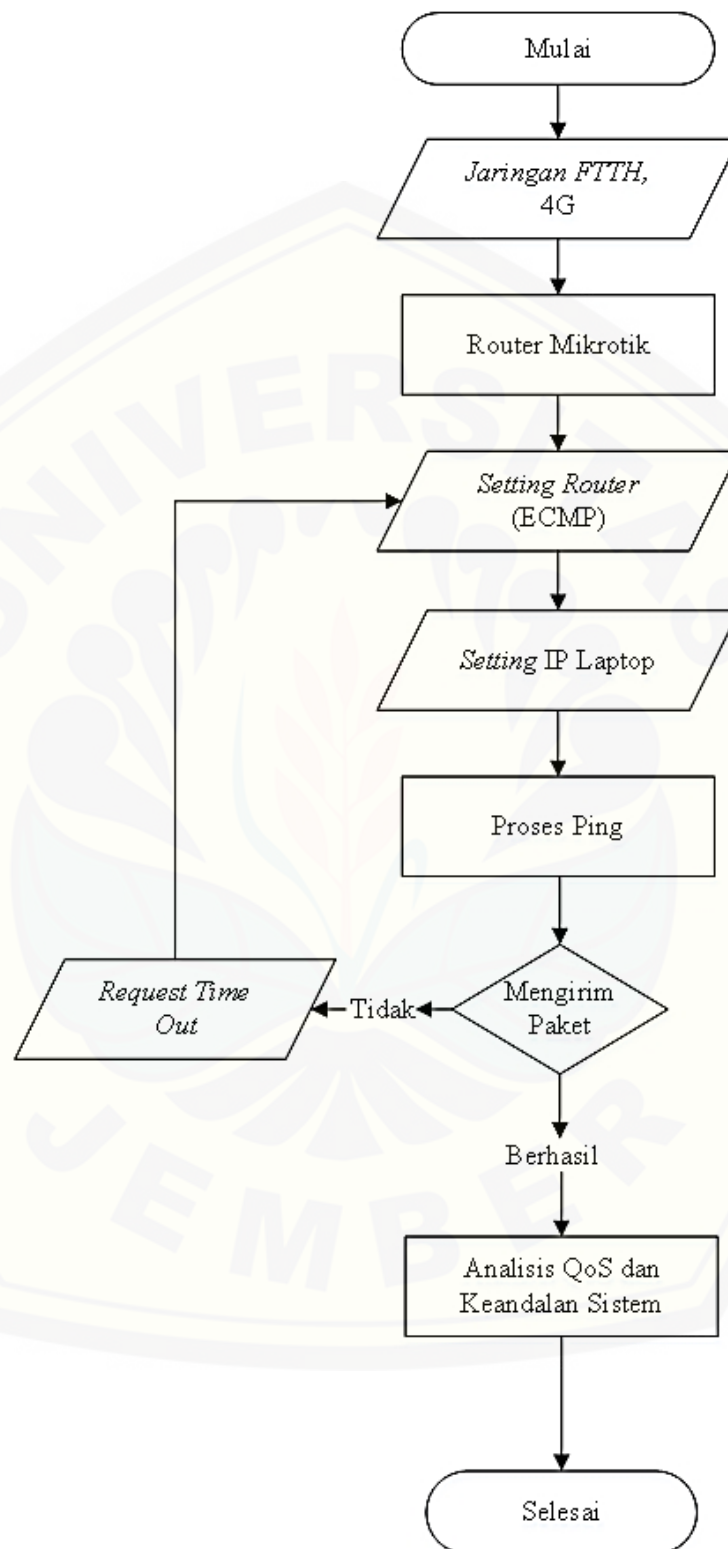
3. Instalasi Router Mikrotik

Ada dua cara untuk mendapatkan Router Mikrotik, pertama yaitu dengan cara menginstall pada *Personal Computer* (PC) biasa dan membeli *dedicated router*.

Cara pertama yaitu dengan menginstall pada PC dengan mengunduh file ISO pada website www.mikrotik.com atau www.mikrotik.co.id, perlu diingat juga bahwa *file* ISO ini mempunyai lesensi, untuk itu harus membayar agar mendapatkan lesensi.

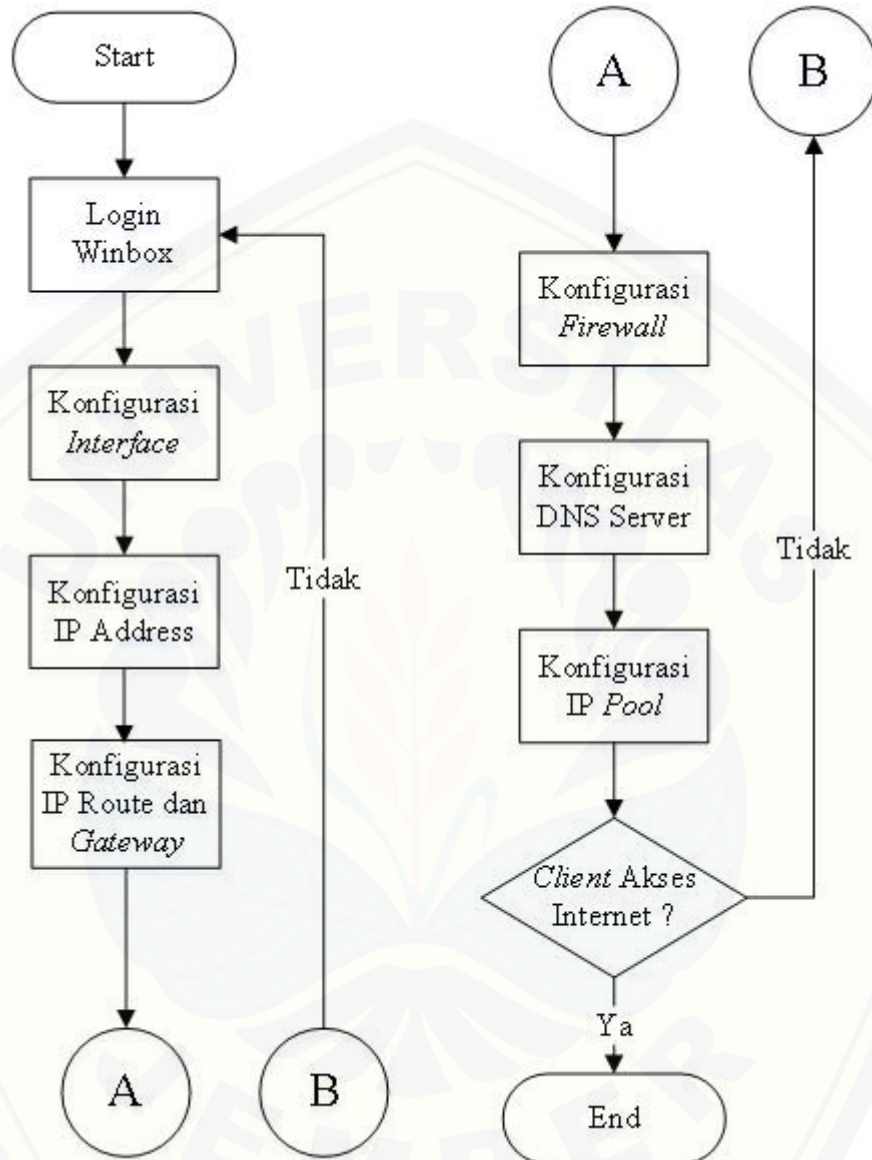
Cara kedua yaitu yang digunakan untuk penelitian ini, membeli *dedicated router*. Cara kedua ini relatif menguntungkan, karena membeli router yang sudah dilengkapi dengan RouterOS didalamnya. Jika ingin membeli *dedicated router* maka harus dipertimbangkan spesifikasinya untuk penelitian ini. Router Mikrotik yang digunakan pada penelitian ini mempunyai lisensi *level 4*.

3.5 Flowchart Rancang Bangun Jaringan Internet



Gambar 3.6 Flowchart Rancang Bangun Internet Berbasis Mikrotik

3.6 Flowchart Setting Mikrotik Load Balance dan Failover



Gambar 3.7 Flowchart Setting Mikrotik

3.7 Pengujian Alat

Alat ini akan diuji keandalan sistem yang mana menggunakan parameter laju kegagalan dan MTTF, kemudian akan dilakukan pengujian *Banwidth* pada alat ini menggunakan aplikasi mikrotik tersebut. Pada penelitian ini *input* data pada laju kegagalan adalah dimana jaringan mengalami *Request Time Out* (RTO) selama 5

hari waktu penelitian pada jam kerja kemudian dilakukan pengujian kecepataannya tersebut menggunakan aplikasi mikrotik.

Pengambilan waktu pengujian menggunakan metode Traffik Jam Sibuk 4G Telkomsel menggunakan aplikasi *nperf*, yang mana aplikasi *nperf* akan mendapatkan nilai atau *score* dari hasil waktu pengujian pada setiap jam kerja dari hari senin sampai jum'at.

Tabel 3.2 Hasil Pengujian Traffik Jam Sibuk 4G Telkomsel

| Jam Hari | 09.00 WIB | 10.00 WIB | 11.00 WIB | 12.00 WIB | 13.00 WIB | 14.00 WIB | 15.00 WIB | 16.00 WIB |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Senin | | | | | | | | |
| Selasa | | | | | | | | |
| Rabu | | | | | | | | |
| Kamis | | | | | | | | |
| Jum'at | | | | | | | | |
| Hasil | | | | | | | | |

Dari hasil diatas menggunakan Metode TCBH (*Time Consistent Busy Hour*), yaitu jam sibuk sama dengan 60 menit sehari yang mempunyai rata-rata traffik tertinggi. Traffik ini diukur pada waktu jam kerja, dengan mengabaikan waktu libur dan hari abnormal.

Kemudian pengujian SNR juga akan digunakan pada penelitian ini pada saat pengambilan file FTP dan HTTPS pada situs <http://old-releases.ubuntu.com> menggunakan aplikasi *Network Cell Info Lite*.

Pengujian ini menggunakan penggabungan 2 teknik yaitu dengan *Load Balancing* dan *Fail Over* yang mana QoS yang akan langsung diukur adalah *Bandwidth* dari Operasi Sistem Mikrotik yang dijalankan menggunakan *Windows*.Tabel dibawah dibuat agar mempermudah mendapatkan data nilai keandalan, ada beberapa tabel yang diperlukan yaitu tabel fungsi probabilitas kumulatif, nilai X dan Y, dan nilai fungsi laju kegagalan.

Tabel 3.3 Fungsi Probabilitas Kumulatif

| Hari | Jumlah RTO Tiap Hari | Jumlah Kumulatif RTO | Fungsi Peluang Kumulatif F(t) |
|--------|----------------------|----------------------|-------------------------------|
| Senin | | | |
| Selasa | | | |
| Rabu | | | |
| Kamis | | | |
| Jum'at | | | |

Tabel 3.4 Nilai X dan Y

| Hari | Fungsi Peluang Kumulatif F(t) | $X = \ln(t), t > 1$ | $Y = \ln 1/(1-F(t))$ |
|--------|-------------------------------|---------------------|----------------------|
| Senin | | | |
| Selasa | | | |
| Rabu | | | |
| Kamis | | | |
| Jum'at | | | |

Tabel 3.5 Nilai Fungsi Laju Kegagalan

| Hari | Shape Parameter (θ) | Scale Parameter (α) | Fungsi Laju Kegagalan $\lambda t(\%)$ |
|--------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| Senin | | | |
| Selasa | | | |
| Rabu | | | |
| Kamis | | | |
| Jum'at | | | |

Pada metode pengambilan data ini menggunakan laju kegagalan kemudian fungsi Hazardous dan yang terakhir adalah hasil perhitungan nilai MTTF dengan rumus yang sudah ada.

Pengambilan data laju kegagalan adalah dengan cara melihat nilai RTO pada jam sibuk yang telah dilakukan pada awal penelitian ini. Terdapat 5 hari yang

diambil analisisnya yaitu hari Senin, Selasa, Rabu, Kamis, dan Juma't. Semua hari tersebut merupakan pengambilan laju kegagalan yang diambil pada waktu jam 16.00WIB, yang mana jam tersebut merupakan jam sibuk dengan menggunakan metode TCBH (*Time Consicent Busy Hour*).

Menurut Ebeling (1997), laju kegagalan adalah banyaknya kegagalan per satuan waktu. Laju kegagalan dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara banyaknya kegagalan yang terjadi selama selang waktu tertentu dengan total waktu operasi dari suatu komponen, subsistem atau sistem.

Untuk perhitungan kumulatif gangguan jaringan dapat dihitung dengan cara Fungsi PeluangKumulatif yang mana ;

$$F(t), F(t) = i / (N + 1) \quad (3.1)$$

$F(t)$ = Fungsi Peluang Kumulatif

i = Jumlah Kumulatif RTO

N = Jumlah Keseluruhan RTO

Kemudian untuk perhitungan mencari nilai X dan Y adalah parameter dari distribusi keandalan ini, yang mana mrncari nilai X dan Y dengan cara ;

$$X = \ln(t), t > 1 \quad (3.2)$$

$$Y = \ln \ln 1 / (1 - F(t)) \quad (3.3)$$

Dengan rumus tersebut untuk mempermudah mendapatkan nilai shape parameter dan scale parameter. Setelah mendapatkan nilai X dan Y maka, selanjutnya mencari nilai shape parameter dengan cara sebagai berikut ;

$$\theta = \frac{\{n \cdot (X \cdot Y) - (X \cdot Y)\}}{\{n \cdot (X)^2 - (X)^2\}} \quad (3.4)$$

Nilai X dan Y tersebut sama seperti dengan persamaan 2 untuk rumus X dan persamaan 3 untuk rumus Y , persamaan 4 disederhanakan dengan memisahkan rumus X dan Y untuk mempermudah pertitungan nilai *shape* parameter (θ).

Kemudian dilanjutkan dengan mencari nilai *scale* parameter(α) yang mana dapat dicari dengan persamaan ;

$$\alpha = \frac{e^{Y-X}}{\theta} \quad (3.5)$$

Persamaan 5 merupakan rumus untuk mencari nilai dari *scale* parameter(α), mencari nilai tersebut dengan cara *exponensial* dari nilai Y-X kemudian dibagi dengan nilai *scale* parameter.

Setelah mendapatkan nilai θ dan α maka selanjutnya mencari nilai laju kegagalan dalam bentuk nilai persen yang dapat dicari dengan persamaan berikut ;

$$\lambda(t) = \frac{\theta}{\alpha} \cdot t^{\theta-1} \quad (3.6)$$

Dimana ;

$\lambda(t)$ = Fungsi Laju Kegagalan

θ = *Shape Parameter*

α = *Scale Parameter*

Setelah mengetahui nilai laju kegagalan dalam bentuk nilai persen maka, selanjutnya adalah nilai MTTF dengan menggunakan persamaan sebagai berikut ;

$$MTTF = \frac{1}{\lambda_{av}} \quad (3.7)$$

Dimana ;

λ_{av} = Laju Kegagalan (%/Hari)

MTTF = Waktu Rata – Rata Terjadi Kegagalan (Hari)

Setelah mengetahui nilai MTTF maka selanjutnya adalah menyimpulkan nilai keandalan dengan cara menghitung nilai *uptime* sesuai dengan acuan dari *Croanbach Alpha Reliability* yang mana menghitung nilai keandalannya dengan cara persamaan berikut ;

$$Uptime = \text{Jumlah Waktu} - MTTF \quad (3.8)$$

Dimana ;

Jumlah Waktu = 5 Hari Sesuai Waktu Sibuk

MTTF = Jumlah Kegagalan (Hari)

Setelah mengetahui nilai tersebut maka selanjutnya adalah menghitung nilai keandalan yang mana nanti hasilnya akan dibandingkan dengan tabel keandalan yang dibuat oleh Jhon Cristian 2013, persamaan berikut adalah persamaan mencari nilai keandalan yaitu :

$$Reliability = \text{nilai } uptime / \text{jumlah waktu} \quad (3.9)$$

Dimana ;

Reliability = Nilai Keandalan

Nilai *Uptime* = Hasil Sebelumnya

Jumlah Waktu = 5 Hari Sesuai Waktu Sibuk

Setelah ditemukan nilai keandalan sistem maka akan dikategorikan pada tabel keandalan yang mana terbagi menjadi 5 yaitu tidak andal, kurang andal, cukup andal, andal, dan yang terakhir sangat andal. Subbab selanjutnya akan membahas tentang hasil perhitungan kumulatif gangguan jaringan kemudian hasil perhitungan parameter Distribusi kemudian analisa dari data fungsi laju kegagalan setelah itu menghitung nilai dari MTTF menggunakan persamaan 3.7 kemudian analisa dan memberikan kesimpulan dari nilai keandalan menggunakan persamaan 3.8 dan 3.9 sebagai pengambil kesimpulan dari nilai MTTF tersebut.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang berjudul Analisa Keandalan Sistem dan Perancangan Jaringan Internet Berbasis Mikrotik *Router OS* Menggunakan Metode *Load Balance* dan *Failover* dapat disimpulkan bahwa :

1. Perancangan jaringan internet menggunakan metode *load balance* dan *failover* pada mikrotik harus dikonfigurasi menggunakan 4 konfigurasi *mangle* seperti pada gambar 4.13 dengan 2 input dan 2 output dengan aksi *mark connection* yang mana sekaligus berfungsi untuk mengaktifkan metode *failover* tersebut.
2. Nilai fungsi peluang kumulatif pada tabel 4.2 Dapat dilihat bahwa perbandingan antara jumlah kumulatif gangguan dengan fungsi peluang kumulatif adalah berbanding lurus. Semakin tinggi nilai dari jumlah kumulatif, maka fungsi peluang kumulatifnya juga semakin tinggi. Ini karena pengaruh nilai dari jumlah kumulatif merupakan salah satu parameter dari perhitungan fungsi peluang kumulatif.
3. Nilai keandalan yang didapatkan adalah sebesar 0,8204, berdasarkan acuan *Croanbach Alpha Reliability* dapat disimpulkan bahwa keandalan jaringan internet Indihome dan 4G menggunakan metode *Load Balance* dan *Failover* dengan menggunakan 1 user adalah sangat baik (sangat andal).

5.2 Saran

Pada penelitian ini terdapat beberapa kekurangan yang dapat disempurnakan untuk penelitian selanjutnya penulis memberikan beberapa saran untuk kemajuan penelitian selanjutnya, beberapa saran berikut adalah :

1. Penelitian selanjutnya dapat ditambah lebih dari 1 user untuk penelitian keandalan sistem tersebut dikarenakan masih penelitian yang baru untuk ini maka digunakan 1 user saja, selanjutnya diberikan lebih dari 1 user.

2. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan menggunakan metode *load balance* dengan menggunakan *limit bandwidth* yang cukup untuk analisa keandalanya tersebut.
3. Penelitian selanjutnya dapat ditambahkan metode keandalan yang lain dengan satu *user* yaitu MTBF dan MTTR.



DAFTAR PUSTAKA

- Afdhal Taufik A. Gani, H. A. (2010). Pengaturan Pemakaian *Bandwidth* Menggunakan Mikrotik Bridge. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 69-76.
- Banu Tito Raharjo, I. F. (2014). Pengukuran *Quality of Service* (QoS) Terhadap Kualitas *Video Conference* pada *Virtual Private Network* (VPN). Artikel Ilmiah Penelitian Mahasiswa Universitas Jember , 1-8.
- Handriyanto, Dwi Febrian., Kajian Penggunaan Mikrotik RouterOS™ Sebagai Router Pada Jaringan Komputer, Universitas Sriwijaya, Palembang, 2009.
- Jastin Siregar, I. T. (2016). Analisa Keandalan Jaringan Local Area Network (LAN) PT. Chevron Pacific Indonesia- Duri Menggunakan Distribusi Weibull. *Jom FTEKNIK*, 1-7.
- Kececioglu, D. B. (2002). *Reliability Engineering Handbook Vol.1*. Pennsylvania: DEStech Publications.
- McPherson, J. M. (2010). *Reliability Physics and Engineering*. New York: Springer Science+Business.
- Muarifah, Implementasi Mikrotik Sebagai Manajemen Bandwitdh, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta, 2008.
- Pereira, M., *Encyclopedia of Internet Technologies and Applications*, Information Science Publishing, 2007.
- Prakoso, B. (2014). Rekonfigurasi Jaringan Internet di Fakultas Teknik Universitas Jember untuk Peningkatan *Quality of Service*. Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa Universitas Jember, 1-9.
- R. Ajeng Herty, A. B. (2013). Analisis Availability Sistem Penanganan Gangguan Jaringan Speedy di PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk. *ELECTRANS*, 107-114.
- Rausand, M. (2004). *System Reliability Theory*. New Jersey: Jhon Wiley and Sons.

Towidjojo, R. (2016). Mikrotik Kungfu Kitab 1. Jasakom.

Towidjojo, R. (2016). Mikrotik Kungfu Kitab 2. Jasakom.

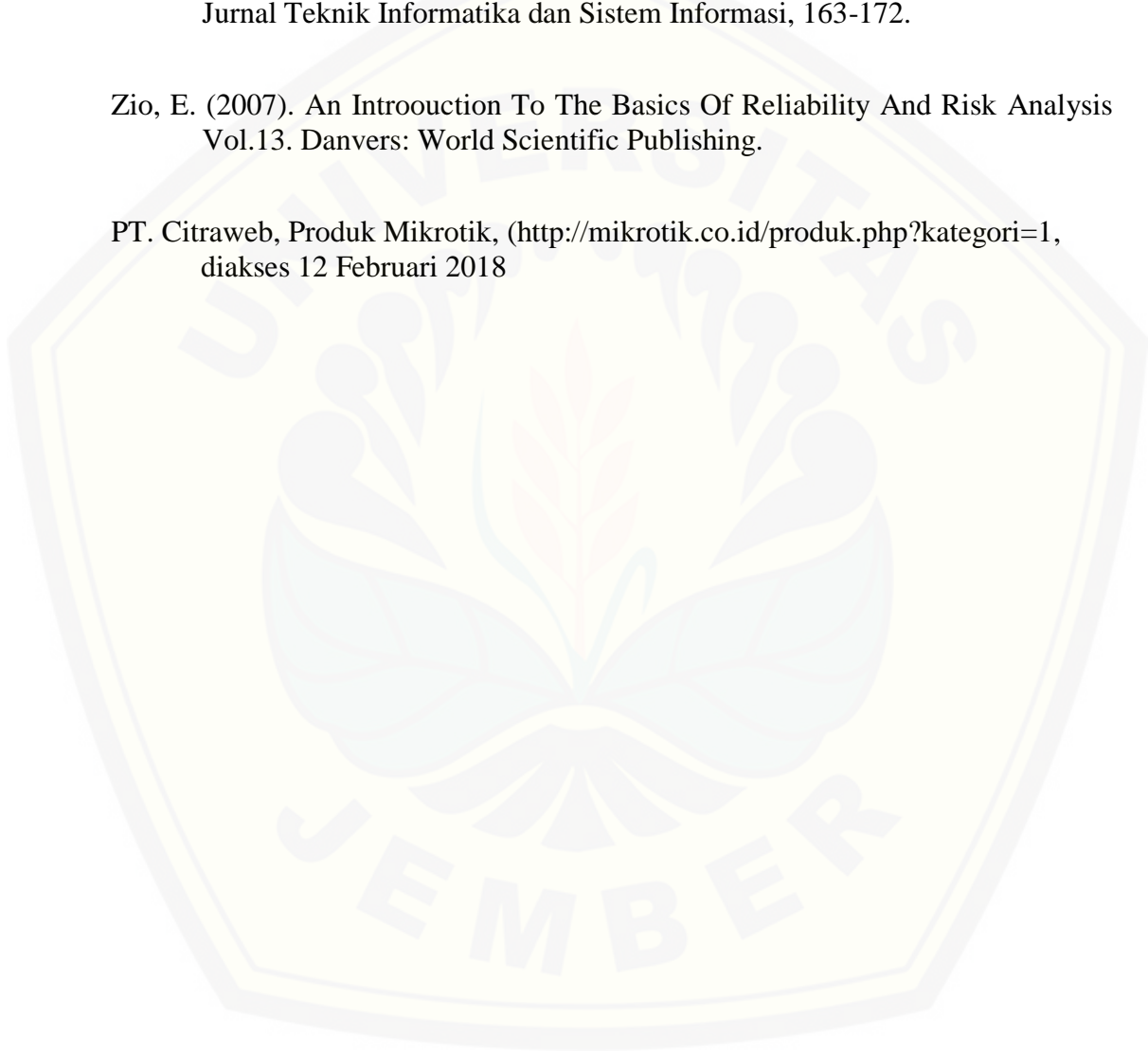
Towidjojo, R. (2016). Mikrotik Kungfu Kitab 3. Jasakom.

Towidjojo, R. (2016). Mikrotik Kungfu Kitab 4. Jasakom.

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, 163-172.

Zio, E. (2007). An Introouction To The Basics Of Reliability And Risk Analysis Vol.13. Danvers: World Scientific Publishing.

PT. Citraweb, Produk Mikrotik, (<http://mikrotik.co.id/produk.php?kategori=1>, diakses 12 Februari 2018



LAMPIRAN

A. Perhitungan

1. Perhitungan Fungsi Kumulatif Persamaan 3.1

- **Hari Pertama (Senin)**

$$\begin{aligned}F(t) &= i/(N+1) \\ &= 4/(27+1) \\ &= 0,14\end{aligned}$$

- **Hari Kedua (Selasa)**

$$\begin{aligned}F(t) &= i/(N+1) \\ &= 7/(27+1) \\ &= 0,25\end{aligned}$$

- **Hari Ketiga (Rabu)**

$$\begin{aligned}F(t) &= i/(N+1) \\ &= 12/(27+1) \\ &= 0,43\end{aligned}$$

- **Hari Keempat (Kamis)**

$$\begin{aligned}F(t) &= i/(N+1) \\ &= 19/(27+1) \\ &= 0,68\end{aligned}$$

- **Hari Kelima (Jum'at)**

$$\begin{aligned}F(t) &= i/(N+1) \\ &= 27/(27+1) \\ &= 0,96\end{aligned}$$

2. **Perhitungan Nilai X dan Y Persamaan 3.2 dan 3.3**

Cara mendapatkan nilai $t > 1$ adalah dengan membagi nilai $16/24 = 0,67$

- **Hari Pertama (Senin)**

$$\begin{aligned} X &= \ln(t) \\ &= \ln(1+0,67) \\ &= 0,51 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y &= \ln \ln 1/(1-F(t)) \\ &= \ln \ln 1/(0,86) \\ &= -1,8916 \end{aligned}$$

- **Hari Kedua (Selasa)**

$$\begin{aligned} X &= \ln(t) \\ &= \ln(2+0,67) \\ &= 0,98 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y &= \ln \ln 1/(1-F(t)) \\ &= \ln \ln 1/(0,75) \\ &= -1,2458 \end{aligned}$$

- **Hari Ketiga (Rabu)**

$$\begin{aligned} X &= \ln(t) \\ &= \ln(3+0,67) \\ &= 1,30 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y &= \ln \ln 1/(1-F(t)) \\ &= \ln \ln 1/(0,57) \\ &= -0,5760 \end{aligned}$$

- **Hari Keempat (Kamis)**

$$\begin{aligned} X &= \ln(t) \\ &= \ln(4+0,67) \\ &= 1,54 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y &= \ln \ln 1/(1-F(t)) \\ &= \ln \ln 1/(0,32) \\ &= 0,1305 \end{aligned}$$

- **Hari Kelima (Jum'at)**

$$\begin{aligned} X &= \ln(t) \\ &= \ln(5+0,67) \\ &= 1,73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y &= \ln \ln 1/(1-F(t)) \\ &= \ln \ln 1/(0,04) \\ &= 1,1690 \end{aligned}$$

3. Perhitungan *Shape Parameter* dan *Scale Parameter* Persamaan 3.4 dan 3.5

- **Mencari Nilai *Shape Parameter***

$$\theta = \frac{\{n \cdot (\ln(t) \cdot \ln \ln 1/1-F(t)) - (\ln(t) \cdot \ln \ln 1/1-F(t))\}}{\{n \cdot (\ln(t))^2 - (\ln(t))^2\}}$$

$$\theta = \frac{\{27 \cdot (\ln(t) \cdot \ln \ln 1/1-F(t)) - (\ln(t) \cdot \ln \ln 1/1-F(t))\}}{\{27 \cdot (\ln(t))^2 - (\ln(t))^2\}}$$

$$\theta = 1,649$$

- **Mencari Nilai *Scale Parameter***

$$\alpha = \frac{e^{Y-X}}{\theta}$$

$$\alpha = 2,843$$

4. Perhitungan Nilai Fungsi Kegagalan Pers 3.6

- **Hari Pertama (Senin)**

$$\lambda(t) = \frac{\theta}{\alpha} \cdot t^{\theta-1}$$

$$\lambda(t) = \frac{1,649}{2,843} \cdot 1^{1,649-1}$$

$$\lambda(t) = 0,58\%$$

- **Hari Kedua (Selasa)**

$$\lambda(t) = \frac{\theta}{\alpha} \cdot t^{\theta-1}$$

$$\lambda(t) = \frac{1,649}{2,843} \cdot 2^{1,649-1}$$

$$\lambda(t) = 0,909\%$$

- **Hari Ketiga (Rabu)**

$$\lambda(t) = \frac{\theta}{\alpha} \cdot t^{\theta-1}$$

$$\lambda(t) = \frac{1,649}{2,843} \cdot 3^{1,649-1}$$

$$\lambda(t) = 1,83\%$$

- **Hari Keempat (Kamis)**

$$\lambda(t) = \frac{\theta}{\alpha} \cdot t^{\theta-1}$$

$$\lambda(t) = \frac{1,649}{2,843} \cdot 4^{1,649-1}$$

$$\lambda(t) = 1,246\%$$

- **Hari Kelima (Jum'at)**

$$\lambda(t) = \frac{\theta}{\alpha} \cdot t^{\theta-1}$$

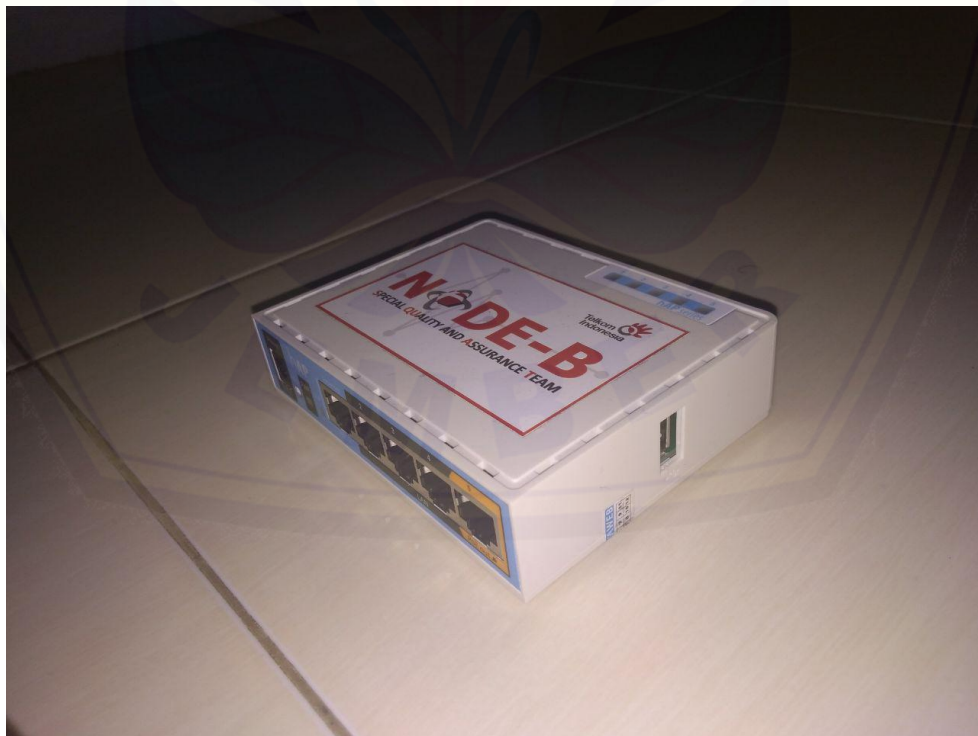
$$\lambda(t) = \frac{1,649}{2,843} \cdot 5^{1,649-1}$$

$$\lambda(t) = 1,648\%$$

B. Dokumentasi Penelitian



Gambar 1. Jaringan 4G Menggunakan USB Tethering



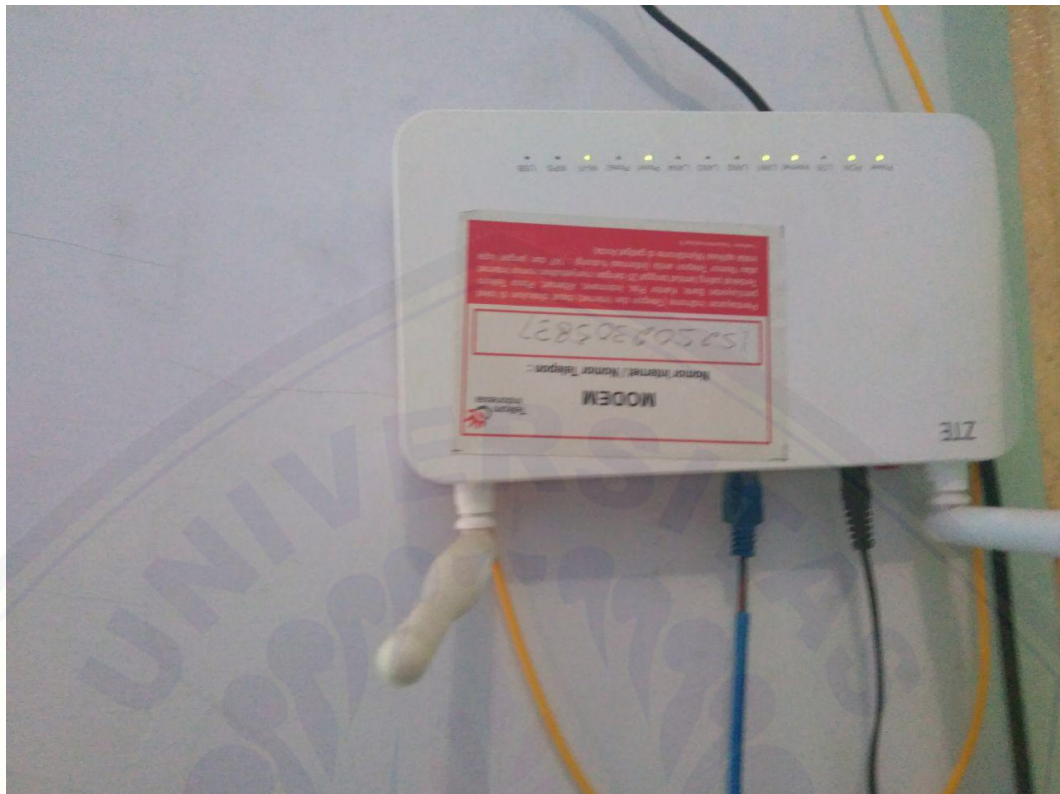
Gambar 2. Router Mikrotik RB951Ui-2ND (hAP)



Gambar 3. Router Jaringan Internet Indihome



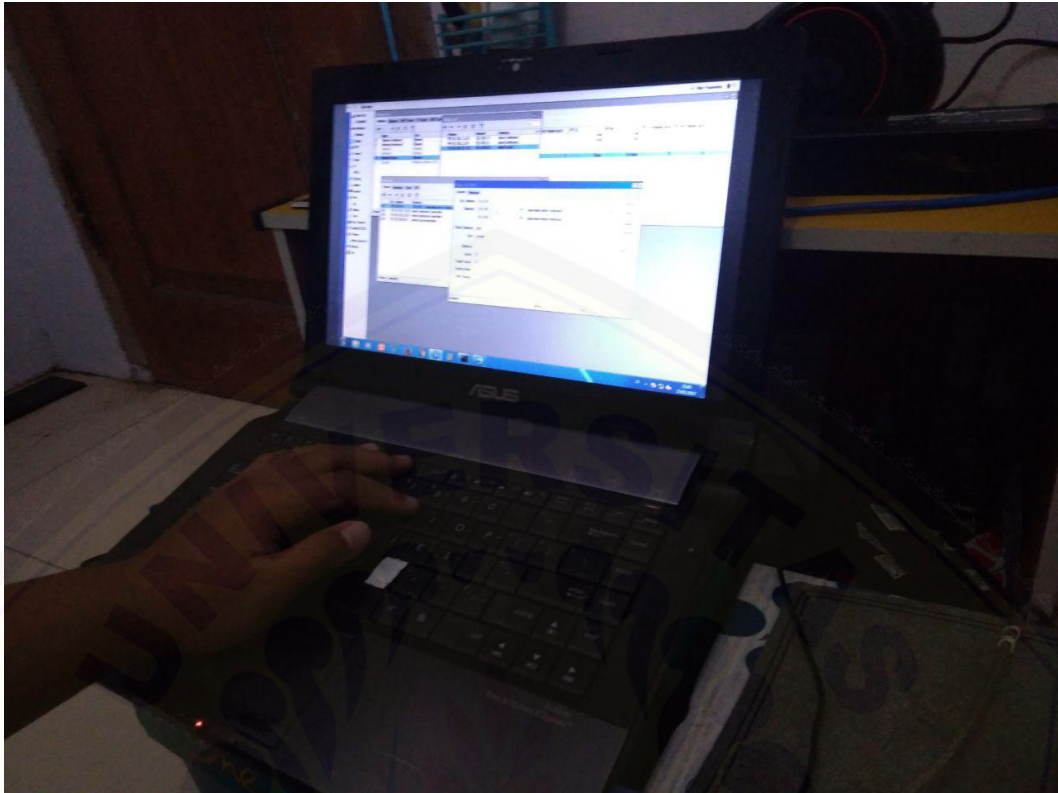
Gambar 4. Kabel LAN untuk Menghubungkan Antar Router



Gambar 5. Router Indihome Terhubung dengan Router Mikrotik



Gambar 6. Router Mikrotik Terhubung dengan Jaringan 4G dan Indihome



Gambar 7. Proses Konfigurasi dan Pengambilan Data

JEMBER

C. Script Mikrotik

```
# oct/18/2018 11:05:24 by RouterOS 6.35.4
# software id = DUXT-GASZ
#
/interface ethernet
set [ find default-name=ether1 ] name="██████████"
set [ find default-name=ether2 ] name="██████████"
/ip pool
add name=dhcp_pool1 ranges=██████████
/ip dhcp-server
add address-pool=dhcp_pool1 disabled=no interface="██████████" lease-time=\
    3d18h name=dhcp1
/ip address
add address=██████████ interface="ether2 user" network=██████████
/ip dhcp-client
add default-route-distance=0 dhcp-options=hostname,clientid disabled=no
add default-route-distance=0 dhcp-options=hostname,clientid disabled=no \
    interface="██████████"
/ip dhcp-server network
add address=██████████ dns-server=██████████ gateway=\
    ██████████
/ip dns
set allow-remote-requests=yes servers=██████████, ██████████
```

```
/ip firewall mangle
add action=mark-connection chain=input in-interface="██████████" \
    new-connection-mark=indihome
# lte1 not ready
add action=mark-connection chain=input in-interface=*7 new-connection-mark=\
    LTE
add action=mark-routing chain=output connection-mark=indihome \
    new-routing-mark=ke_indihome
add action=mark-routing chain=output connection-mark=LTE new-routing-mark=\
    ke_LTE
/ip firewall nat
add action=masquerade chain=srcnat out-interface="██████████"
# lte1 not ready
add action=masquerade chain=srcnat out-interface=*7
/ip route
add distance=1 gateway=██████████ routing-mark=ke_indihome
add distance=1 gateway=██████████ routing-mark=ke_LTE
add check-gateway=ping distance=1 gateway=██████████
/system clock
set time-zone-name=Asia/Jakarta
/system routerboard settings
set cpu-frequency=650MHz init-delay=0s protected-routerboot=disabled
```