

IMPLEMENTASI *LOAD BALANCING* METODE *NTH* UNTUK DISTRIBUSI TRAFIK PADA SMK MAQNA'UL ULUM SUKOWONO MENGGUNAKAN MIKROTIK

Muhammad Ghafur Hidayatullah

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Jember
Jl. Karimata No.49, Gumuk Kerang, Sumbersari, Kabupaten Jember, Jawa Timur 68121

ABSTRAK

SMK Maqna'ul Ulum Sukowono adalah salah satu instansi pendidikan. Dan hampir setiap proses belajar-mengajar memerlukan koneksi internet untuk memudahkan siswa mencari materi pembelajaran. Maka dari pada itu, SMK Maqna'ul Ulum Sukowono menginginkan suatu koneksi internet yang optimal dan handal dengan menggunakan jaringan indihome dan telkomsel. Jaringan indihome dan telkomsel berjalan sendiri – sendiri sehingga mengakibatkan terjadinya over load pada salah satu device yang membuat akses internet melambat. Oleh karena itu timbul solusi untuk menjadikan mikrotik sebagai *load balancer*. Mekanismenya yaitu mikrotik akan menandai paket yang ingin mengakses internet, lalu memilih jalur ISP mana yang akan dilewatinya dan menyetarakan beban pada kedua ISP tersebut. Berdasarkan metode pengembangan sistem yang digunakan, yaitu *Network Development Life Cycle* (NDLC), Jaringan indihome dan telkomsel sendiri berjalan sendiri – sendiri sehingga mengakibatkan terjadinya over load pada salah satu device yang membuat akses internet melambat. Penerapan *Nth load balancing* telah memberikan *bandwidth* yang optimal dengan rata – rata *download* 59.602 Mbps dan *upload* 27.564 Mbps dan membagi beban pada kedua *gateway* agar tidak terjadi *overload*. Lalu penulis menerapkan pula teknik *fail over*, yaitu dimana jika salah satu koneksi *gateway* sedang terputus, maka *gateway* lainnya otomatis akan menjadi *backup* yang akan menopang semua *traffic* jaringan.

Kata kunci : *load balancing*, *Nth*, Mikrotik.

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan akses internet saat ini sangat tinggi, baik untuk mencari informasi, artikel maupun pengetahuan terbaru. Banyak sekolah yang telah mengintegrasikan jaringan internet kedalam proses belajar mengajar. Itu diharapkan agar siswa dapat dengan mudah mencari materi dan memahami pelajaran. Seiring dengan bertambahnya pengguna internet tersebut, agar jaringan benar-benar optimal, selain pengaturan *IP address* perlu juga dilakukan pengaturan routing. *Device* yang digunakan untuk proses routing disebut *router*. Namun karena harga dari *router* relatif mahal, oleh karena itu ada alternatif *hardware* lain yaitu Mikrotik. Mikrotik *RouterOS* merupakan sistem operasi yang mampu membuat komputer menjadi *router* atau sering disebut *PC Router*. Sistem operasi tersebut mencakup berbagai fitur lengkap untuk *wireline* dan *wireless*, antara lain adalah

bandwidth management, *proxy server*, *hotspot*, *load balancing* dan sebagainya.

Untuk saat ini topologi dari suatu jaringan LAN umumnya menggunakan topologi *star* (bintang). Dimana karakteristik dari topologi *star* (bintang) yaitu mempunyai banyak *client* yang dihubungkan ke satu *server* atau *switch*. Oleh karena itu tidak menutup kemungkinan, *client* akan mengalami kepadatan jalur transfer data atau akses yang tidak lancar.

Di Indonesia sendiri para penyedia layanan internet atau yang lebih dikenal dengan ISP (*Internet Service Provider*), tidak dapat menyediakan layanan internet yang murah dan handal. Banyak kelebihan dan kekurangan antara satu *provider* dengan *provider* lainnya. Terlebih untuk suatu daerah yang tidak cukup terjangkau oleh *provider* tersebut.

SMK Maqna'ul Ulum Sukowono adalah salah satu instansi pendidikan yang telah

menjadikan Multimedia sebagai salah satu kejuruan yang ada di sekolah tersebut. Dan hampir setiap proses belajar-mengajar juga memerlukan koneksi internet untuk memudahkan siswa mencari materi pembelajaran. Maka dari pada itu, SMK Maqna'ul Ulum Sukowono menginginkan suatu koneksi internet yang optimal dan handal dengan menggunakan jaringan indihome dan telkomsel.

Pada saat penggunaan indihome kecepatan 2 Mbps mengalami kendala yaitu kecepatan jaringan lambat yang disebabkan oleh banyaknya pengguna yang mengakses. Jaringan lambat tersebut (2 Mbps) tergantikan oleh indihome kecepatan 20 Mbps, tetapi pada jaringan ini juga mengalami beberapa kendala seperti kurang stabilnya kecepatan dan faktor alam (hujan, petir dan angin). Jaringan indihome dan telkomsel sendiri berjalan sendiri – sendiri sehingga mengakibatkan terjadinya over load pada salah satu device yang membuat akses internet melambat.

Dari penjabaran dan beberapa kendala tersebut, penulis berinisiatif menstabilkan jaringan tersebut dengan menggunakan *router* mikrotik RB 941 hp lite. Proses penstabilan jaringan indihome dan telkomsel dikenal dengan sebutan *load balancing*. *Load Balancing* merupakan Teknik untuk mendistribusikan beban trafik pada 2 atau lebih jalur koneksi seimbang agar trafik dapat berjalan optimal dan menghindari *over load* pada salah satu jalur koneksi.

Oleh karena itu timbul solusi untuk menggunakan dua ISP dan menjadikan mikrotik tersebut sebagai *load balancer*. *Load balancer* adalah perangkat yang digunakan untuk proses *load balancing*. Mikrotik dapat mengoptimalkan pembagian *bandwidth* pada setiap *client* yang ingin mengakses internet. Mekanismenya yaitu mikrotik akan menandai paket yang ingin mengakses internet, lalu menyetarakan beban pada kedua ISP dan akan memilih jalur ISP mana yang akan dilewatinya. Metode dalam *Load Balancing* antara lain *Static Route* dengan *Address List*, *Equal Cost Multi Path*, *Nth* dan *Per Connection Classifier*.

Penulis akan menggunakan metode *Nth* karena metode ini memiliki nilai lebih yaitu dapat membagi penyebaran paket data yang merata pada masing – masing *gateway*. Pada penelitian sebelumnya dengan menggunakan metode yang sama yaitu metode *Nth* diperoleh

hasil Penerapan *Nth load balancing* dengan *bandwidth* yang optimal. Serangkaian paparan yang telah disampaikan diatas, penulis timbul pemikiran dalam tugas akhirnya mengambil judul **“Implementasi Load Balancing Metode Nth Untuk Distribusi Trafik Pada SMK Maqna'ul Ulum Sukowono Menggunakan Mikrotik”**.

TINJAUAN PUSTAKA

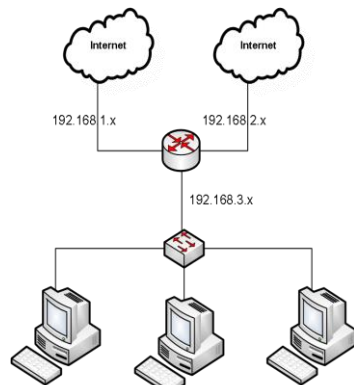
A. Load Balancing

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. (dewobroto, 2009).

Dengan mempunyai banyak *link* maka optimalisasi utilitas sumber daya, *throughput*, atau *response time* akan semakin baik karena mempunyai lebih dari satu *link* yang bisa saling mem-*backup* pada saat salah satu *link* koneksi *down* dan menjadi cepat pada saat *network* normal memerlukan realibilitas tinggi yang memerlukan 100 % koneksi *uptime* dan yang menginginkan *upstream* yang berbeda dan dibuat saling mem-*backup* (setiawan, 2009).

Selama ini banyak yang beranggapan salah, bahwa dengan menggunakan *load balancing* dua jalur koneksi, maka besar *bandwidth* yang akan didapatkan menjadi dua kali lipat dari *bandwidth* sebelum menggunakan *loadbalance* (akumulasi dari kedua *bandwidth* tersebut). Hal ini perlu diperjelas dahulu, bahwa *loadbalance* tidak akan menambah besar *bandwidth* yang diperoleh, tetapi hanya bertugas untuk membagi trafik dari kedua *bandwidth* tersebut agar dapat terpakai secara seimbang. Bahwa dalam penggunaan *load balancing* tidaklah seperti rumus matematika $1+1=2$ akan tetapi $1+1=1+1$.

Dalam sistem *load balancing*, proses pembagian bebannya memiliki teknik dan algoritma tersendiri. Pada perangkat *load balancing* yang kompleks biasanya disediakan bermacam-macam algoritma pembagian beban ini. Tujuannya adalah untuk menyesuaikan pembagian beban dengan karakteristik dari *server-server* yang ada di belakangnya.



Gambar Load balancing dengan dual ISP.

Dalam *load balancing* di mikrotik, hal-hal yang perlu diperhatikan dalam mengatur load balancing adalah *static route*, *policy route*, *firewall mangle* dan *firewall src-nat*. *Firewall mangle* adalah penandaan paket sebelum masuk routing, sedangkan *static route* dan *policy route* mengatur mengatur *uplink flow*, yaitu mengenai kebijakan *routing* atau rute jalur yang akan dilalui paket yang telah ditandai.

Ada berbagai metode *load balancing*, antara lain *static route* dengan *address list*, *Equal Cost Multi Path (ECMP)*, *Nth* dan *Per Connection Classifier (PCC)*. Setiap metode *load balancing* tersebut memiliki kekurangan maupun kelebihan tersendiri, namun lebih dari hal itu, yang paling terpenting dalam menentukan metode *load balancing* apa yang akan digunakan adalah harus terlebih dahulu mengerti karakteristik dari jaringan yang akan diimplementasikan. Berikut ini adalah sedikit pengertian dari masing-masing metode *load balancing* dan disertakan pula kekurangannya maupun kelebihanannya

1. *Static Route dengan Address List*

Static route dengan *address list* adalah metode *load balancing* yang mengelompokkan suatu *range IP address* untuk diatur agar dapat melewati salah satu *gateway* dengan menggunakan *static routing*.

Metode ini sering digunakan pada warnet yang membedakan PC untuk *browsing* dan PC untuk *game online*. Mikrotik akan menentukan jalur *gateway* yang dipakai dengan membedakan *src-address* pada paket data.

2. *Equal Cost Multi Path (ECMP)*

Equal Cost Multi Path (ECMP) adalah pemilihan jalur keluar secara bergantian pada

gateway. Contoh jika ada dua *gateway* dia akan melewati kedua *gateway* tersebut dengan beban yang sama (*equal cost*) pada masing-masing *gateway*.

Nilai dari *equal cost* dapat pula didefinisikan secara asimetris atau tidak seimbang pada saat *routing*. Ini dikarenakan jika diantara kedua ISP memiliki kecepatan koneksi yang berbeda jauh. Contoh jika kedua *gateway* mempunyai kecepatan koneksi sebesar 1 Mbps dan 3 Mbp, maka pada saat konfigurasi *routing* akan menjadi "*ip route add dst-address=0.0.0.0/0 gateway=10.10.0.1, 10.10.0.2, 10.10.0.2, 10.10.0.2 check-gateway=ping*" yang diartikan bahwa *gateway* pertama dan kedua berbanding 1:3.

3. *Nth*

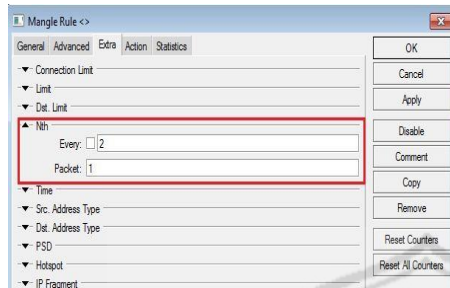
Nth bukanlah sebuah singkatan, melainkan *Nth* adalah sebuah integer (bilangan ke-N). *Nth* menggunakan algoritma *round robin* yang menentukan pembagian pemecahan *connection* yang akan di-*mangle* ke rute yang dibuat untuk *load balancing*.

Pada dasarnya koneksi yang masuk ke proses di *router* akan menjadi satu arus yang sama, walaupun mereka datang dari interface yang berbeda. Maka pada saat menerapkan metode *Nth*, tentunya akan memberikan batasan ke *router* untuk hanya memproses koneksi dari sumber tertentu saja. Ketika *router* telah membuat semacam antrian baru untuk batasan yang kita berikan diatas, baru proses *Nth* dimulai.

Di dalam *Nth* terdapat variabel yang harus dimengerti, yaitu

1. *Every*: Angka *every* adalah jumlah kelompok yang ingin dihasilkan. Jadi bila administrator ingin membagi alur koneksi yang ada menjadi 2 kelompok yang nantinya akan di *load balance* ke 2 koneksi yang ada, maka angka *every* = 2.
2. *Packet*: Angka *packet* adalah jumlah koneksi yang akan ditandai atau di-*mangle*. Jika ingin membuat 2 kelompok, tentunya harus membuat 2 *mangle rules*. Pada *rules* tersebut, angka untuk *Every* haruslah sama, namun untuk angka *packet* harus berubah. Untuk 2 kelompok, berarti angka *packet* untuk 2 *rules* tersebut adalah 1 dan 2.
3. *Counter*: *Counter* atau disebut penghitung atau pencacah biner. Mulai dari mikrotik

- versi 3.x nilai *counter* tidak didefinisikan langsung oleh administrator. Setiap *rules* memiliki *counter* sendiri. Ketika *rules* menerima paket, maka *counter* untuk aturan saat itu akan otomatis bertambah satu. Dan jika nilai *counter* sama dengan nilai “every”, maka paket akan dicocokkan dan *counter* akan diatur ke nilai awal.



Gambar 2.6 Nth load balancing

- Per Connection Classifier (PCC)**
Per Connection Classifier (PCC) merupakan metode yang menspesifikasikan suatu paket menuju ke *gateway* koneksi tertentu. PCC mengelompokkan trafik koneksi yang melalui atau keluar masuk *router* menjadi beberapa kelompok. Pengelompokan ini bisa dibedakan berdasarkan *src-address*, *dst-address*, *src-port* dan atau *dst-port*. Mikrotik akan mengingat-ingat jalur *gateway* yang telah dilewati diawal trafik koneksi, sehingga pada paket-paket data selanjutnya yang masih berkaitan akan dilewatkan pada jalur *gateway* yang sama dengan paket data sebelumnya yang sudah dikirim.

B. Internet Service Provider

Internet Service Provider (ISP) merupakan perusahaan atau badan usaha yang menjual koneksi internet atau sejenisnya kepada pelanggan. ISP sangat identik dengan jaringan telepon, karena ISP menjual koneksi atau access internet melalui jaringan telepon. Seperti salah satunya adalah Telkomnet instant dari Telkom. Perkembangan teknologi ISP tidak hanya dengan menggunakan jaringan telepon tetapi dapat menggunakan teknologi lain seperti fiber optic, wireless. ISP juga mempunyai jaringan secara domestic maupun internasional sehingga pelanggan atau pengguna dari sambungan yang disediakan oleh ISP dapat terhubung ke jaringan internet global. Jaringan berupa media transmisi yang dapat mengalirkan data yang menggunakan kabel dan radio frequency (Rf).

C. Mikrotik

Mikrotik merupakan sistem operasi jaringan (*operating system network*) yang digunakan untuk keperluan *firewall*. Mikrotik menjadikan *router network* yang handal yang dilengkapi dengan berbagai fitur dan *tools*, baik untuk jaringan kabel maupun wireless. Mikrotik OS berbasis Linux yang diperuntukkan sebagai *network router*, didesain untuk memberikan kemudahan bagi penggunaanya. Administrasinya biasa dilakukan melalui *Windows Application* (Winbox). Berdasarkan fungsi dan cara kerjanya Mikrotik Router bisa di bedakan menjadi dua yaitu perangkat lunak (*software*) dan perangkat keras (*hardware*). Di sebuah *routerboard* seperti sebuah personal computer (PC) mini yang terintegrasi karena dalam satu board tertanam prosesor, RAM (*Random Access Memory*), ROM (*Read Only Memory*), dan Memori Flash. Penggunaan mikrotik *routerboard* pada perangkat *software* menggunakan aplikasi winbox yang bisa dioperasikan pada komputer sehingga dapat membagi koneksi internet pada user. Mikrotik *routerboard* memiliki fitur yang sangat lengkap diantaranya : *Firewall* dan *Nat*, *Routing*, *Hotspot*, *Point to Point Tunneling Protocol*, *DNS server*, *DHCP server*, Manajemen *Bandwidth*, Konfigurasi Keamanan dll.

D. Routing

Routing Sebuah mekanisme yang digunakan untuk mengarahkan dan menentukan jalur yang akan dilewati paket dari satu *device ke device* yang berada di jaringan lain. Proses routing yang dilakukan oleh host cukup sederhana. Jika host tujuan terletak di jaringan yang sama atau terhubung langsung. IP datagram dikirim langsung ke tujuan. Apabila *routing host* menuju jaringan yang berbeda (internet), IP datagram dikirim ke default router. Router ini yang akan mengatur pengiriman IP selanjutnya, hingga sampai ke tujuannya, dalam suatu tabel routing terhadap: IP address tujuan, IP address *next hop* router (*gateway*), flag yang menyatakan jenis routing. Dalam proses meneruskan paket ke tujuan, IP router akan melakukan hal-hal berikut :

- Mencari di *table routing*, *entry* yang cocok dengan IP address tujuan. Jika

2. ditemukan, paket akan dikirim ke *next hop* router atau interface yang terhubung langsung dengannya.
3. Mencari di *table routing, entry* yang cocok dengan alamat jaringan dari tujuan jaringan. Jika ditemukan, paket dikirim ke *next hop* router tersebut.
4. Mencari *table routing, entry* data yang bertanda *default*, jika ditemukan paket dikirim ke router tersebut.

E. Network Address Translation

Network Address Translation (NAT) merupakan metode untuk menghubungkan lebih dari satu komputer ke jaringan internet dengan menggunakan satu alamat IP. Ada 3 jenis utama dari NAT, yaitu:

1. Source NAT atau SNAT

Dipergunakan untuk merubah *source address* dari suatu paket data. Sebagai contoh penggunaan SNAT adalah pada *gateway* internet, dimana ketika suatu host (pc) dalam LAN melakukan koneksi internet, yang terlihat dari internet adalah IP publiknya bukan IP lokalnya.

2. Destination NAT atau DNAT

Dipergunakan jika ingin meneruskan (redirect) paket dari IP public melalui firewall kedalam suatu host.

3. *Bidirectional* NAT atau Masquerade sama dengan SNAT, akan tetapi *MASQUERADE* biasanya dipergunakan jika menggunakan IP publik yang dinamis semacam koneksi ADSL, sedangkan SNAT biasa digunakan untuk IP statik seperti layanan *dedicated*.

METODE PENELITIAN

A. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data merupakan tahapan proses penelitian dalam pengembangan sistem. Penulis membutuhkan data yang tepat agar penelitian berlangsung sesuai dengan perumusan masalah yang sudah ditentukan. Metode pengumpulan data yang penulis lakukan yaitu studi pustaka, observasi dan studi literatur.

1. Studi Pustaka

Dalam tahapan ini yaitu melakukan pengumpulan bahanbahan yang berkaitan dengan judul skripsi, melalui membaca bukubuku dari

perpustakaan dan mencari referensi artikel serta *ebook* dari *internet*. Secara lengkapnya judul buku dan *website* dapat dilihat pada daftar pustaka.

2. Studi Lapangan

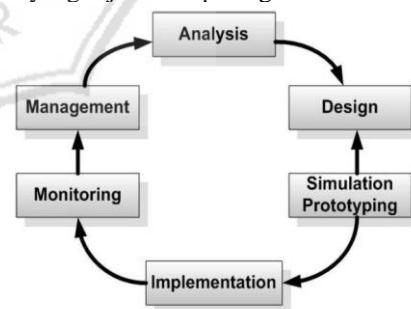
Penulis melakukan pengamatan langsung ke lapangan (observasi). Tahap ini diperlukan dalam penerapan sistem yang akan dibangun, dengan tujuan untuk memperoleh informasi mengenai sistem yang akan penulis kembangkan dan dengan ketersediaan alat jaringan yang telah ada.

3. Studi Literatur

Pada tahap ini penulis dalam melakukan perbandingan dan sebagai acuan pembelajaran dan simulasi ujian. Maka perlu dilakukan pengamatan terhadap penelitian sejenis yang telah dilakukan.

B. Metode Pengembangan Sistem Jaringan

Penulis melakukan pendekatan pengembangan sistem dengan menggunakan metode *Network Development Life Cycle* (NDLC) untuk mengimplementasikan konsep *load balancing* pada sebuah jaringan yang mempunyai perumusan masalah yang telah dibahas di bab 1. NDLC mempunyai beberapa alur kerja dalam mengembangkan suatu sistem jaringan, yang dijelaskan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Metodologi penelitian NDLC
(Sumber: Deris Stiawan, 2009)

Berikut adalah penjelasan dari masing-masing tahap dalam *Network Development Life Cycle* (NDLC):

1. Analysis

Tahap awal ini dilakukan analisa kebutuhan, analisa permasalahan yang muncul, analisa keinginan *user*, dan

analisa topologi jaringan yang sudah ada saat ini (Deris Stiawan, 2009).

Bisa dibilang pada tahap ini adalah pengumpulan data-data yang dibutuhkan untuk mengetahui perumusan masalah dan cara menyelesaikan masalah tersebut. Dalam hal ini yaitu mengidentifikasi sistem yang berjalan, lalu mengerti kekurangan dalam sistem tersebut dan mencoba untuk menganalisa suatu pengembangan sistem seperti apa yang cocok untuk diterapkan di sistem tersebut.

2. *Design*

Dari data-data yang didapatkan sebelumnya, tahap desain ini akan membuat gambar desain topologi jaringan interkoneksi yang akan dibangun, diharapkan dengan gambar ini akan memberikan gambaran seutuhnya dari kebutuhan yang ada.

Desain ini dapat berupa desain struktur topologi, desain alur proses, desain tata *layout* perkabelan, dan sebagainya yang akan memberikan gambaran jelas tentang *project* yang akan dibangun. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan aplikasi *Microsoft Office Visio* untuk membuat desain jaringan yang sudah ada dan yang akan dibuat.

3. *Simulation Prototype*

Simulation Prototipe Tahap ini bertujuan untuk melihat kinerja awal dari penelitian yang akan dilakukan sebagai bahan pertimbangan awal dari penelitian yang akan dilakukan sebagai bahan pertimbangan sebelum sistem diterapkan.

Biasanya tahap ini menggambarkan secara simulasi atau melakukan uji coba.

4. *Implementation*

Di tahapan ini akan memakan waktu lebih lama dari tahapan

sebelumnya. Dalam tahap implementasi, penulis menerapkan semua yang telah direncanakan dan dirancang sebelumnya. Pada tahapan inilah akan terlihat bagaimana sistem *load balancing* yang akan dibangun akan memberikan pengaruh terhadap sistem yang telah ada.

5. *Monitoring*

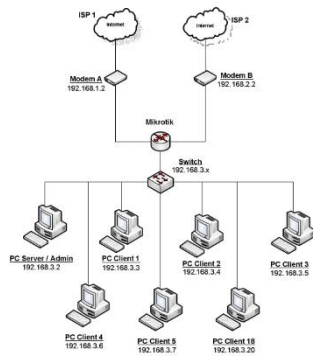
Setelah implementasi, tahapan *monitoring* merupakan tahapan yang penting agar jaringan komputer dan komunikasi dapat berjalan sesuai dengan keinginan dan tujuan awal dari penulis pada tahap awal analisis. Penulis akan menggunakan *tool-tool* yang ada di mikrotik yang berfungsi untuk *memonitor* lalu lintas data dengan membuat grafik dan meng-*capture* untuk mengukur besar penyebaran paket pada tiap-tiap ISP. Lalu dengan menggunakan aplikasi online yaitu di www.speedtest.net untuk mengukur kecepatan *bandwidth*. Kemudian membandingkan dengan sistem sebelum dan sesudah diterapkan *load balancing* di jaringan tersebut.

6. *Management*

Di manajemen atau pengaturan, salah satu yang menjadi perhatian khusus adalah masalah kebijakan, yaitu dalam hal aktivitas, pemeliharaan dan pengelolaan dikategorikan pada tahap ini. Kebijakan perlu dibuat untuk membuat dan mengatur agar sistem yang telah dibangun dan berjalan dengan baik dapat berlangsung lama dan unsur *reliability* terjaga.

C. *Topologi Jaringan*

Dalam melakukan penelitian ini, penulis melakukan perancangan topologi jaringan yang tertuang dalam topologi jaringan.



Gambar 3.2 Topologi Jaringan

PEMBAHASAN

1. Pengujian Performa Load balancing

Pada tahap ini penulis akan menguji kualitas dari koneksi yang telah dibangun dengan menggunakan aplikasi bawaan dari mikrotik yaitu *torch*. dengan pengujian ini

akan diketahui *grade* dari kualitas *bandwidth* yang dihasilkan. Selain itu, informasi yang didapat ialah besar *download* dan *upload speed*.

Pada tahap ini akan penulis akan membandingkan kecepatan *bandwidth* antara ISP indihome dan modem kartu as sebelum dilakukan *Nth load balancing* lalu akan membandingkan dengan kedua ISP tersebut yang telah diimplementasikan *Nth load balancing*.

Pengujian akan dilakukan lima kali uji coba pada *server* yang sama, lalu data-data yang diterima akan dibuatkan tabel perbandingan. Adapun keterangan dari hasil pengujian, lebih jelas dapat dilihat pada lampiran.

Pengujian Indihome

Pengujian	Nama Komputer	Indihome		Total	
		Download (Mbps)	Upload (Mbps)	Download (Mbps)	Upload (Mbps)
1 Komputer	Komputer 1	4,9	0,20	4,9	0,20
2 Komputer	Komputer 1	2	0,07	5	0,18
	Komputer 2	3	0,11		
3 Komputer	Komputer 1	1,08	0,04	4,83	0,17
	Komputer 2	1,65	0,06		
	Komputer 3	2,1	0,07		
4 Komputer	Komputer 1	1,04	0,04	4,78	0,15
	Komputer 2	0,84	0,03		
	Komputer 3	1,09	0,03		
	Komputer 4	1,81	0,06		
5 Komputer	Komputer 1	0,61	0,03	2,63	0,16
	Komputer 2	0,57	0,02		
	Komputer 3	0,64	0,02		
	Komputer 4	0,70	0,03		
	Komputer 5	0,10	0,06		
Rata - rata				4,43	0,17

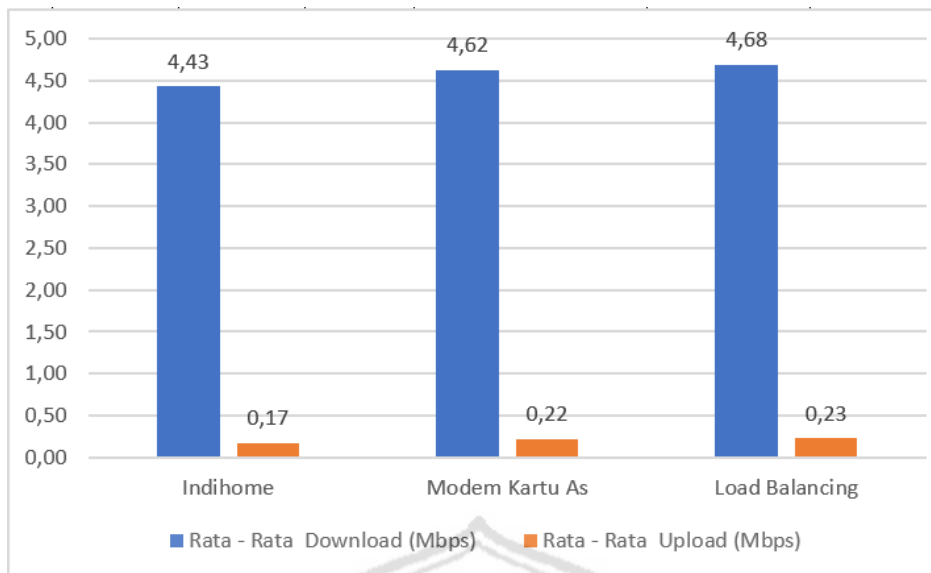
Pengujian Modem Kartu AS

Pengujian	Nama Komputer	Modem Kartu As		Total	
		Download (Mbps)	Upload (Mbps)	Download (Mbps)	Upload (Mbps)
1 Komputer	Komputer 1	4,8	0,24	4,8	0,24
2 Komputer	Komputer 1	2,5	0,12	5,2	0,22

	Komputer 2	2,7	0,10		
3 Komputer	Komputer 1	1,90	0,10	4,60	0,22
	Komputer 2	2	0,08		
	Komputer 3	0,70	0,03		
4 Komputer	Komputer 1	2	0,08	3,83	0,18
	Komputer 2	0,75	0,04		
	Komputer 3	0,19	0,01		
	Komputer 4	0,89	0,05		
5 Komputer	Komputer 1	0,56	0,03	4,65	0,23
	Komputer 2	0,43	0,02		
	Komputer 3	0,92	0,05		
	Komputer 4	1,78	0,08		
	Komputer 5	0,95	0,05		
Rata - rata				4,62	0,22

Pengujian Setelah Implementasi *Load Balancing*

Pengujian	Nama Komputer	Load Balancing		Total	
		Download (Mbps)	Upload (Mbps)	Download (Mbps)	Upload (Mbps)
1 Komputer	Komputer 1	5	0,22	5	0,22
2 Komputer	Komputer 1	2,1	0,08	4,8	0,22
	Komputer 2	2,7	0,14		
3 Komputer	Komputer 1	3,4	0,16	4,82	0,23
	Komputer 2	0,41	0,02		
	Komputer 3	1,01	0,04		
4 Komputer	Komputer 1	0,76	0,07	5,02	0,24
	Komputer 2	1,76	0,04		
	Komputer 3	2	0,10		
	Komputer 4	0,50	0,03		
5 Komputer	Komputer 1	3	0,11	3,75	0,22
	Komputer 2	0,23	0,01		
	Komputer 3	0,39	0,02		
	Komputer 4	0,11	0,07		
	Komputer 5	0,02	0,01		
Rata - rata				4,68	0,23



Grafik Pengujian Sebelum dan Setelah *Load Balancing*

Diketahui perbandingan kualitas koneksi dari sebelum dan sesudah diimplementasikan *Nth load balancing*. Dilihat dari hasil total *bandwidth* sebelum diimplementasikan *load balancing*, ISP indihome dalam koneksi 1 komputer memiliki total *download* 4.9 Mbps dan *upload* 0.20 Mbps, koneksi 2 komputer memiliki total *download* 5 Mbps dan *upload* 0.18 Mbps, koneksi 3 komputer memiliki total *download* 4.83 Mbps dan *upload* 0.17 Mbps, koneksi 4 komputer memiliki total *download* 4.78 Mbps dan *upload* 0.15 Mbps, koneksi 5 komputer memiliki total *download* 2.63 Mbps dan *upload* 0.16 Mbps. Dari pengujian diatas diketahui rata – rata *download* 4,43 Mbps dan *upload* 0,17 Mbps .sedangkan ISP modem kartu as dalam koneksi 1 komputer memiliki total *download* 4.8 Mbps dan *upload* 0.24 Mbps, koneksi 2 komputer memiliki total *download* 5.2 Mbps dan *upload* 0.22 Mbps, koneksi 3 komputer memiliki total *download* 4.60 Mbps dan *upload* 0.22 Mbps, koneksi 4 komputer memiliki total *download* 3.83 Mbps dan *upload* 0.18 Mbps, koneksi 5 komputer memiliki total *download* 4.65 Mbps dan *upload* 0.23 Mbps. Dari pengujian diatas diketahui rata – rata *download* 4,62 Mbps dan *upload* 0,22 Mbps

Setelah diimplementasikan *load balancing* terdapat perubahan meskipun perubahan tersebut kurang signifikan. Hasil pengujian dalam koneksi 1 komputer

memiliki total *download* 5 Mbps dan *upload* 0.22 Mbps, koneksi 2 komputer memiliki total *download* 4.8 Mbps dan *upload* 0.22 Mbps, koneksi 3 komputer memiliki total *download* 4.82 Mbps dan *upload* 0.23 Mbps, koneksi 4 komputer memiliki total *download* 5.02 Mbps dan *upload* 0.24 Mbps, koneksi 5 komputer memiliki total *download* 3.75 Mbps dan *upload* 0.22 Mbps. Dari pengujian diatas diketahui rata – rata *download* 4,43 Mbps dan *upload* 0,17 Mbps,

2. Pengujian Fail Over

Pada tahap ini melakukan pengujian Teknik *fail over* yang telah dibuat untuk mengetahui hasilnya menjadikannya salah satu *gateway* sebagai koneksi tunggal jika *gateway* yang lain dalam keadaan mati.

Diketahui perbandingan kualitas koneksi. Dilihat dari hasil rata – rata dari beberapa kali pengujian ISP indihome dalam koneksi 1 komputer memiliki total *download* 4.9 Mbps dan *upload* 0.20 Mbps, koneksi 2 komputer memiliki total *download* 5 Mbps dan *upload* 0.18 Mbps, koneksi 3 komputer memiliki total *download* 4.83 Mbps dan *upload* 0.17 Mbps, koneksi 4 komputer memiliki total *download* 4.78 Mbps dan *upload* 0.15 Mbps, koneksi 5 komputer memiliki total *download* 2.63 Mbps dan *upload* 0.16 Mbps. Dari pengujian diatas diketahui rata – rata *download* 4,43 Mbps dan *upload* 0,17 Mbps .sedangkan ISP modem kartu as dalam koneksi 1 komputer memiliki total

download 4.8 Mbps dan upload 0,24 Mbps, koneksi 2 komputer memiliki total download 5,2 Mbps dan upload 0,22 Mbps, koneksi 3 komputer memiliki total download 4,60 Mbps dan upload 0,22 Mbps, koneksi 4 komputer memiliki total download 3,83 Mbps dan upload 0,18 Mbps, koneksi 5 komputer memiliki total download 4,65 Mbps dan upload 0,23 Mbps. Dari pengujian diatas diketahui rata – rata download 4,62 Mbps dan upload 0,22 Mbps

Dari hasil pengujian penerapan teknik *fail over* dapat menjadikannya salah satu *gateway* sebagai koneksi tunggal jika *gateway* yang lain dalam keadaan mati.

KESIMPULAN dan SARAN

Setelah melakukan serangkaian penelitian, maka pada bab ini penulis akan menguraikan kesimpulan yang dapat diambil dari rangkaian penelitian tersebut. Selain kesimpulan, penulis juga memberikan saran yang akan bermanfaat bagi pihak-pihak yang akan melanjutkan pengembangan penelitian tersebut.

Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh setelah melakukan tahapan-tahapan pada penelitian adalah sebagai berikut:

1. Beberapa kali dilakukan pengujian Nth *load balancing* telah memberikan *bandwidth* yang optimal dengan rata – rata download 4,68 Mbps dan upload 0,23 Mbps.
2. Beberapa kali dilakukan pengujian ISP indihome memiliki rata – rata download 4,43 Mbps dan upload 0,17 Mbps sedangkan ISP modem kartu as memiliki rata – rata download 4,62 Mbps dan upload 0,22 Mbps. Teknik *fail over* dapat menjadikannya salah satu *gateway* sebagai koneksi tunggal jika *gateway* yang lain dalam keadaan mati.

Saran

Berdasarkan kesimpulan - kesimpulan yang telah dikemukakan, dapat diajukan beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut, antara lain:

1. Memfungsikan fitur lain dari mikrotik yaitu *bandwidth management* agar dapat membagi secara rata *bandwidth* sesuai jumlah client yang aktif.

2. Dalam pemilihan ISP, diusahakan yang memiliki kualitas *bandwidth* dan *connection speed* yang hampir sama agar dalam *browsing* tidak terjadi koneksi yang lambat dikarenakan *response time* yang berbeda pada tiap ISP.

DAFTAR PUSTAKA

Ardiyanto, F. dkk. 2018. *Rancang Bangun Load Balancing Dua Internet Service Provider (Isp) Berbasis Mikrotik*. (Jurnal Surya Energy Vol. 3 No. 1. 2018). Palembang: Universitas Muhammadiyah.

Bhayangkara, F.J. dkk. 2014. *Implementasi Proxy Server Dan Load Balancing Menggunakan Metode Per Connection Classifier (Pcc) Berbasis Mikrotik (Studi Kasus : Shmily.net)*. (Jurnal Sarjana Teknik Informatika Vol. 2 No. 2. 2014). Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan.

Haris, S.A. dkk. 2018. *Menjaga Kestabilan Jaringan Load Balancing Nth Dengan Teknik Failover Pada PT. Jakarta Samudera Sentosa Jakarta*. (Jurnal Penelitian Ilmu Komputer, System Embedded & Logic Vol. 6 No. 1. 2018). Bekasi: STMIK Bina Insani.

Herlambang, M. dkk. 2008. *Panduan Lengkap Menguasai Router Masa Depan Menggunakan Mikrotik RouterOS*. Yogyakarta: ANDI.

Novianto, A. 2018. *Komputer dan Jaringan Dasar*. Jakarta: Erlangga

Nugroho, H. dkk. 2014. *Simulasi Management Bandwidth dan Load Balancing Server Menggunakan Clear OS Pada Virtual Box*. Akademi Teknik Telekomunikasi Sandhy Putra Jakarta.

- Ramandito, R. dkk. 2010. *Analisis Performance Jaringan Komputer Dengan Mekanisme Load Balancing Fail over*. (Jurnal Penelitian Teknik Elektro Vol. 3 No. 4. 2010). Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Saputro, D. dkk. 2008. *Membangun Server Internet dengan Mikrotik*. Yogyakarta: Gava Media.
- Sopandi, D. 2008. *Instalasi dan konfigurasi Jaringan Komputer*. Bandung: Informatika.
- Warman, I. dkk 2017. *Analisis Kinerja Load Balancing Dua Line Koneksi Dengan Metode Nth (Studi Kasus: Laboratorium Teknik Informatika Institut Teknologi Padang)*. (Jurnal TEKNOIF Vol. 5 No. 1. 2017). Padang: Institut Teknologi.
- Sugeng, Winarno. 2006. *Jaringan Komputer dengan TCP/IP*. Bandung: Informatika Bandung.
- Syafrizal, M. 2007. *Pengantar Jaringan Komputer*. Yogyakarta: ANDI.
- Syaputra, A.W. dkk. 2017. *Analisis Dan Implementasi Load Balancing Dengan Metode Nth Pada Jaringan Dinas Pendidikan Provinsi Jambi*. (Jurnal Manajemen Sistem Informasi Vol. 2, No.4. 2017). Jambi: STIKOM .

