



**ANALISIS METODE *PER CONNECTION CLASSIFIER* (PCC) DALAM
PENERAPAN *LOAD BALANCING***

Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir Memperoleh
Gelar Sarjana Komputer pada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Pembangunan Panca Budi
Medan

SKRIPSI

OLEH

NAMA : RIZKY AQMALSYAH BUGIS
NPM : 1514370461
PROGRAM STUDI : SISTEM KOMPUTER

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
MEDAN
2019**

ABSTRAK

RIZKY AQMALSYAH BUGIS

Analisis Metode *Per Connection Classifier* (PCC) Dalam Penerapan *Load Balancing*

2019

Metode *Per Connection Classifier* (PCC) bekerja dengan cara membagi/mengelompokkan trafik yang masuk atau keluar baik ke *router* ataupun dari *router* menjadi beberapa kelompok, pengelompokkan ini dibagi berdasarkan *source address*, *destination address*, *source port* dan *destination port*. Sedangkan *Load balancing* yaitu suatu teknik yang mendistribusikan beban trafik pada 2 atau lebih jalur koneksi yang dapat menyeimbangkan trafik hingga berjalan optimal, memperkecil waktu tanggap dan menghindari *overload* pada salah satu jalur koneksi. Perangkat yang mendukung untuk menerapkan *load balancing* metode PCC yaitu Mikrotik *Router*. Mikrotik *Router* adalah suatu perangkat atau sistem operasi yang dikhususkan untuk menangani *routing* dalam jaringan komputer.

Setelah dilakukannya penerapan metode *Per Connection Classifier* (PCC) dalam *load balancing* dilakukan uji coba QOS dari penerapan tersebut dengan cara menguji *delay*, *throughput*, dan *packet loss* dengan 3 buah komputer (*client*). Kemudian didapati hasilnya bahwa jika kedua *Internet Service Provider* (ISP) yang digunakan aktif maka metode *Per Connection Classifier* (PCC) yang diterapkan berhasil membagi beban hampir secara merata pada setiap komputer (*client*), berbeda halnya jika salah satu *Internet Service Provider* (ISP) dimatikan maka beban yang didapat oleh masing-masing komputer (*client*) tidak berimbang. Analisa *Per Connection Classifier* (PCC) yang dilakukan bila dalam penerapan *load balancing* tidak adanya metode *Per Connection Classifier* (PCC) maka penggunaan trafik dan permintaan jalur *gateway* untuk koneksi internet hanya menggunakan 1 beban *Internet Service Provider* (ISP) saja, jadi komputer (*client*) dapat menikmati koneksi internet hanya melalui salah satu *Internet Service Provider* (ISP) yang lebih dahulu digunakan. Jadi dapat disimpulkan *load balancing* tanpa adanya metode *Per Connection Classifier* (PCC) maka *load balancing* tidak bekerja dalam menyeimbangkan koneksi trafik untuk client akan tetapi menggunakan satu *Internet Service Provider* (ISP).

Kata Kunci : *Internet Service Provider* (ISP), *load balancing*, *Per Connection Classifier* (PCC).

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.1 Rumusan Masalah	2
1.2 Batasan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Analisis.....	4
2.2 Jaringan Komputer	5
2.3 <i>Internet Service Provider (ISP)</i>	7
2.4 <i>Load balancing</i>	8
2.5 <i>Per Connection Classifier (PCC)</i>	11
2.6 Mikrotik.....	13
2.7 <i>Quality of Service (QoS)</i>	16
2.8 <i>Wireshark</i>	17
2.9 <i>Flowchart</i>	18
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Tahap Penelitian	22
3.2 Metode Pengumpulan Data	22
3.3 Analisis Sistem Sedang Berjalan.....	23

3.4	Rancangan Penelitian	26
3.4.1	Anggaran Biaya.....	28
3.4.2	<i>Load Balance</i> PCC yang Akan Diterapkan.....	31
3.4.3	Penerapan Mikrotik <i>Router</i> dan <i>WinBox</i>	32
3.4.4	Penerapan dasar konfigurasi IP dan Jaringan ISP 1 dan ISP 2	32
3.4.5	Penerapan <i>Network Address Translation</i> (NAT) dan <i>Routes</i>	33
3.4.6	Penerapan <i>Mangle</i> dengan Metode PCC	33
3.4.7	Pengujian dengan melakukan <i>Quality of Service</i> (QoS).....	34
3.4.8	Hasil Pengujian QoS menggunakan Wireshark	37

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Kebutuhan Spesifikasi <i>Hardware</i> dan <i>Software</i>	49
4.2	Pengujian dan Pembahasan	51
4.2.1	Penerapan <i>Load Balance</i>	51
4.2.2	Penerapan <i>Mangle</i> Metode <i>Per Connection Classifier</i> (PCC).....	56
4.2.3	Pengujian dan Analisa Metode PCC dengan QoS	63

BAB V PENUTUP

5.1	Simpulan	74
5.2	Saran.....	75

DAFTAR PUSTAKA

BIOGRAFI PENULIS

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>Local Area Network (LAN)</i>	6
Gambar 2.2 <i>Metropolitan Area Network (MAN)</i>	6
Gambar 2.3 <i>Wide Area Network (WAN)</i>	7
Gambar 3.1 <i>Metodewaterfall</i>	22
Gambar 3.2 <i>Proses Load balance PCC</i>	25
Gambar 3.3 <i>Topologi Sistem Metode PCC pada Load balance</i>	26
Gambar 3.4 <i>Flowchart langkah penerapan Load Balance Metode PCC</i>	31
Gambar 3.5 <i>Metode PCC yang dibangun pada Mangle</i>	34
Gambar 3.6 <i>ChartDelay terhadap transfer rate</i>	41
Gambar 3.7 <i>Chart Throughput terhadap transfer rate</i>	46
Gambar 4.1 <i>Tampilan hAP Wlan dan modem terdeteksi</i>	52
Gambar 4.2 <i>Konfigurasi hAP dan Ether1 Mikrotik Router</i>	53
Gambar 4.3 <i>Alamat IP</i>	54
Gambar 4.4 <i>Konfigurasi NAT</i>	55
Gambar 4.5 <i>DNS Resolv</i>	55
Gambar 4.6 <i>Tahap setting PCC pada Mangle</i>	57
Gambar 4.7 <i>Menandakan koneksi Masuk (Input) ISP-1</i>	58
Gambar 4.8 <i>Menandakan koneksi Masuk (Input) ISP-2</i>	58
Gambar 4.9 <i>Menandakan koneksi Keluar (Output) Jalur-1</i>	59
Gambar 4.10 <i>Menandakan Koneksi keluar (Output) Jalur-2</i>	59
Gambar 4.11 <i>Cara kerja Metode PCC dalam penerapan Load Balance</i>	61
Gambar 4.12 <i>Setting Metode PCC pada Mangle</i>	62
Gambar 4.13 <i>SettingRoute</i>	62
Gambar 4.14 <i>Kedua ISP aktif client 1</i>	64
Gambar 4.15 <i>Kedua ISP aktif client 2</i>	64
Gambar 4.16 <i>Kedua ISP aktif client 3</i>	65
Gambar 4.17 <i>Kedua ISP-2 tidak aktif client 1</i>	65
Gambar 4.18 <i>Kedua ISP-2 tidak aktif client 2</i>	66

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Simbol <i>Flowchart</i>	19
Tabel 3.1 Daftar Alamat IP	27
Tabel 3.2 Biaya Keseluruhan	28
Tabel 3.3 Kategori <i>Delay</i>	35
Tabel 3.4 Kategori <i>Throughput</i>	36
Tabel 3.5 Kategori <i>Packet Loss</i>	36
Tabel 3.6 Tabel <i>delay</i>	37
Tabel 3.7 Tabel <i>Throughput</i>	42
Tabel 3.8 Tabel <i>Packet Loss</i>	47
Tabel 4.1 Komponen Perangkat Keras	38
Tabel 4.2 Komponen Perangkat Lunak	51
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Alamat IP	71

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Surat Pengajuan Judul	L-1
Lampiran 2.	Berita Acara Bimbingan Penulis Skripsi	L-2
Lampiran 3.	Hasil Plagiat Checker	L-3
Lampiran 4.	Surat Permohonan Meja Hijau	L-4
Lampiran 5.	Kartu Bebas Praktikum.....	L-5

KATA PENGANTAR

Puji sukur Tuhan yang Maha Esa karena dengan berkat dan kasih anugrahnya-Nya penulis masih diberikan kesehatan sehingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menempuh Ujian Akhir Memperoleh Gelar Sarjana Komputer Pada Fakultas Sains Dan Teknologi di Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

Skripsi disusun berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan mulai dari bulan Januari sampai April dengan judul : “**ANALISIS PER CONNECTION CLASSIFIER (PCC) DALAM PENERAPAN LOAD BALANCING**”.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada banyak pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penyusunan Tugas Akhir ini. Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Yayasan Prof. Dr. H. Kadirun Yahya, Universitas Pembangunan Panca Budi Medan
2. Rektor Universitas Pembangunan Panca Budi, Bapak H.M. Isa Indrawan, SE, MM.
3. Rektor I, Bapak Ir. Bhakti Alamsyah, M.T, Ph.D
4. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Ibu Sri Shindi Indira, ST., M.Sc.
5. Ketua Program Studi Sistem Komputer, Bapak Dr. Muhammad Iqbal, S.Kom, M.Kom.
6. Dosen Pembimbing I, Bapak Akhyar Lubis S.Kom., M.Kom
7. Dosen Pembimbing II, Bapak Subhan Hartanto S.Kom., M.Kom
8. Orang tua, yang telah mendukung dalam segi moril dan materi serta telah mendoakan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menyadari bahwa penyusunan Skripsi ini belum sempurna baik dalam penulisan maupun isi disebabkan keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dari pembaca untuk penyempurnaan isi Skripsi ini.

Medan,

Penulis

Rizky Aqmalsyah Bugis

1514370461

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Load balance pada mikrotik 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. (Pangestu Y, et al, 2018)

Namun, selama ini banyak dari kita yang beranggapan salah, bahwa dengan menggunakan *load balance* dua jalur koneksi tanpa adanya tambahan metode lain untuk *load balance* akan mengoptimalkan kinerja *load balancing*. Padahal *Load balancing* dapat bekerja dengan optimal karena adanya beberapa metode yaitu NTH, ECMP, PCC dan yang lainnya untuk mendukung kinerja *load balance*. Metode pendukung tersebut terdapat fungsinya masing – masing dalam memengaruhi kinerja *load balance*. *Load balance* dengan metode *Per Connection Classifier* (PCC) dapat mempengaruhi *load balance* dengan menspesifikasikan suatu paket menuju *gateway* dengan cara mengelompokkannya. *Per Connection Classifier* (PCC) adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengelompokkan trafik koneksi yang melalui atau keluar masuk router menjadi beberapa kelompok.

Penggunaan *load balance* dengan ISP yang berbeda-beda akan menimbulkan akses internet terganggu ketika salah satu ISP mengalami kerusakan

sehingga dibutuhkannya metode PCC untuk mengklasifikasi jalur internet tersebut agar ketika salah satu ISP mengalami kerusakan beban trafik akan diarahkan langsung pada salah satu ISP yang bekerja hingga mengoptimalkan kinerja *load balance* itu sendiri. Berdasarkan permasalahan tersebut maka penulis melakukan penelitian dalam bentuk skripsi dengan judul “**ANALISIS METODE *PER CONNECTION CLASSIFIER* (PCC) DALAM PENERAPAN *LOAD BALANCING*”.**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana menerapkan jaringan *load balancing* metode *Per Connection Classifier* (PCC)?
- b. Bagaimana *Quality of Service* (QoS) pada penerapan *load balancing* metode *Per Connection Classifier* (PCC)?

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini penulis membatasi ruang lingkup masalah agar peneliti lebih terarah pada objek yang dibahas, maka penulis membatasi masalah sebagai berikut:

- a. Hanya menerapkan metode *Per Connection Classifier* (PCC) pada *load balancing*.

- b. Hanya menganalisa pengujian *Quality of Service* (QoS) pada penerapan *load balancing* metode *Per Connection Classifier* (PCC).

1.4 Tujuan Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian, penulis mempunyai tujuan yang akan dicapai. Adapun tujuan penelitian yang akan diperoleh penulis sebagai berikut:

- a. Dapat menerapkan *load balancing* metode *Per Connection Classifier* (PCC) menggunakan mikrotik *Router RB951Ui-2nd*
- b. Untuk menganalisa apakah metode *Per Connection Classifier* (PCC) dapat digunakan sebagai alternatif dalam mengoptimisasikan trafik koneksi yang diukur berdasarkan *Quality of Service* (QoS)

1.5 Manfaat Penelitian

- a. Penulis dapat menerapkan *load balancing* metode *Per Connection Classifier* (PCC) menggunakan 2 ISP yang berbeda pada mikrotik *Router RB951Ui-2nd*.
- b. Penulis dapat menganalisa kualitas layanan dengan *Quality of Service* (QoS) pada penerapan *load balancing* metode *Per Connection Classifier* (PCC).

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Analisis

Secara umum, arti analisis adalah suatu kegiatan yang dilakukan dengan menguraikan, memilih, mengelompokkan sesuatu untuk digolongkan kembali menurut suatu kriteria atau hal-hal tertentu yang setelah itu dicari kaitannya dan ditafsirkan apa maknanya. Analisis dapat juga diartikan sebagai kemampuan memecahkan atau menguraikan suatu materi atau informasi menjadi komponen-komponen yang lebih kecil sehingga lebih mudah dipahami. Yaitu usaha dalam mengamati sesuatu secara mendetail dengan cara menguraikan komponen pembentuknya atau menyusun sebuah komponen untuk kemudian dikaji lebih mendalam.

Analisis jaringan komputer sangat penting dan dapat membantu meningkatkan performa jaringan. Banyak perusahaan yang mendesain jaringan tidak sesuai dengan tujuan bisnis mereka. jaringan komputer yang di desain dengan tidak mengacu pada tujuan perusahaan akan mengakibatkan tidak optimalnya performa jaringan yang di gunakan dalam perusahaan tersebut. (Ikhsanto Muhammad N., 2016)

2.2 Jaringan Komputer

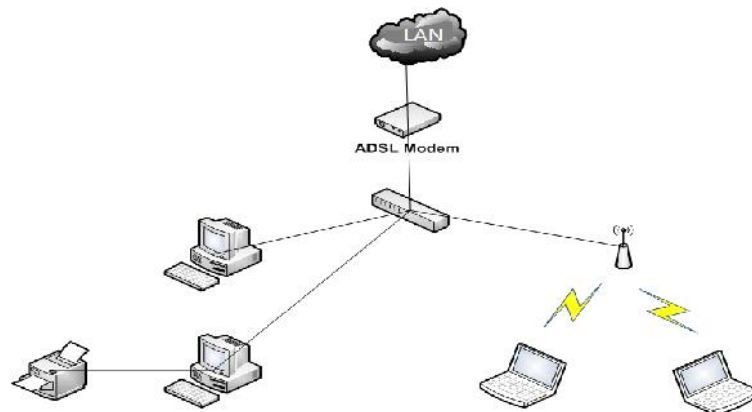
Jaringan komputer adalah jaringan telekomunikasi yang memungkinkan antar komputer untuk saling berkomunikasi dengan bertukar data. Tujuan dari jaringan komputer yaitu agar dapat mencapai tujuannya, setiap bagian dari jaringan komputer dapat meminta dan memberikan layanan (*service*). Pihak yang menerima layanan disebut dengan klien (*client*) dan yang memberikan layanan disebut peladen (*server*). Desain ini disebut dengan sistem *client-server*, dan digunakan pada hampir seluruh aplikasi jaringan komputer.

Dua buah komputer yang masing-masing memiliki sebuah kartu jaringan, kemudian dihubungkan melalui kabel maupun nirkabel sebagai medium transmisi data, dan terdapat perangkat lunak sistem operasi jaringan akan membentuk sebuah jaringan komputer yang sederhana.

Sebuah jaringan biasanya terdiri dari dua atau lebih komputer saling berhubungan diantara satu dengan yang lainnya, dan saling berbagi sumber daya misalnya *CDROM*, *printer*, pertukaran *file*, atau memungkinkan untuk saling berkomunikasi secara elektronik. (Haryanto Muhammad D dan Riadi I., 2014)

Berdasarkan bentuknya, jaringan komputer dibedakan menjadi 3 (tiga) jenis yaitu:

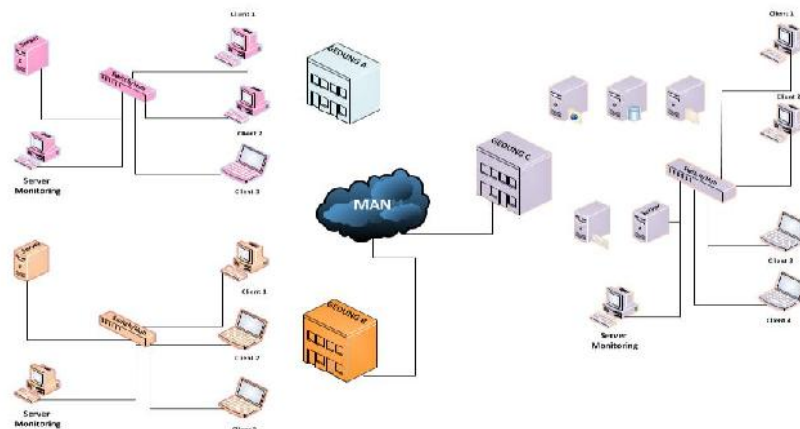
a. *Local Area Network (LAN)*



Gambar 2.1 *Local Area Network (LAN)*

LAN adalah singkatan dari *Local Area Network*. LAN terdiri dari beberapa komputer yang terhubung dalam suatu jaringan. Pada jaringan ini, setiap komputer dapat mengakses data dari komputer lain.

b. *Metropolitan Area Network (MAN)*

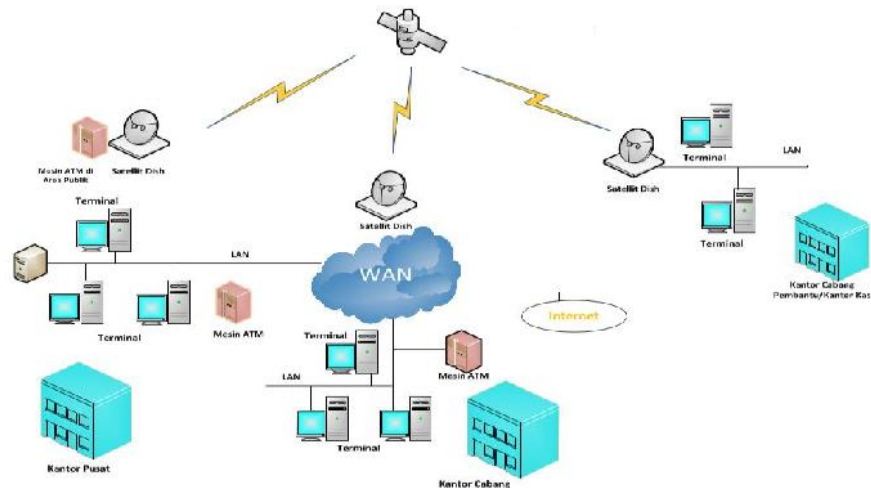


Gambar 2.2 *Metropolitan Area Network (MAN)*

MAN biasanya meliputi area yang lebih besar dari LAN, area yang digunakan adalah dalam sebuah negara. Dalam hal ini jaringan

komputer menghubungkan beberapa buah jaringan-jaringan LAN ke dalam lingkungan area yang lebih besar, sebagai contoh yaitu: jaringan pada *Bank* (sistem *Online* Perbankan)

c. *Wide Area Network* (WAN)



Gambar 2.3 *Wide Area Network* (WAN)

WAN adalah singkatan dari *Wide Area Network*. WAN merupakan jaringan komputer yang mencakup area besar, misal jaringan komputer antar wilayah, kota, bahkan negara atau dapat juga didefinisikan sebagai jaringan komputer yang membutuhkan *router* dan saluran komunikasi publik.

2.3 *Internet Service Provider* (ISP)

Internet Service Provider (ISP) adalah perusahaan atau badan yang menyelenggarakan jasa sambungan internet dan jasa lainnya yang berhubungan. Kebanyakan perusahaan telepon merupakan penyelenggara jasa internet. Mereka

menyediakan jasa seperti hubungan internet, pendaftaran nama *domain*, dan *hosting*.

Berdasarkan catatan whois ARIN dan APNIC, *protocol internet* (IP) pertama dari Indonesia yaitu UI-NETLAB (192.41.206/24) didaftarkan oleh Universitas Indonesia (UI) pada 24 Juni 1988. Kemudian di sekitar tahun 1994 mulai beroperasi IndoNet yang dipimpin oleh sanjaya. IndoNet merupakan *Internet Service Provider* (ISP) komersial pertama Indonesia. Pada waktu itu masih sedikit sekali pengguna Internet di Indonesia. Sambungan awal ke *Internet* dilakukan menggunakan dial-up oleh IndoNet. Akses awal di IndoNet mula-mula memakai mode teks dengan *shell account*, *browser lynx* dan *email client pine* pada *server AIX*.

Mulai 1995 beberapa BBS di Indonesia seperti Clarissa menyediakan jasa akses *telnet* ke luar negeri. Dengan memakai *remote browser Lynx* di AS, maka pemakai internet di Indonesia bias mengakses *internet*. Kecepatan *upload* maupun *download* merupakan hal yang sangat penting bagi jaringan yang terhubung dengan *internet* untuk memperlancar transmisi data. (Sadikin N dan Ramadhan Faprianda R., 2019)

2.4 Load Balancing

Load balancing merupakan teknik yang dimanfaatkan untuk mendistribusikan beban trafik pada dua atau lebih jalur koneksi secara seimbang. Hal ini bertujuan agar trafik dapat berjalan optimal, memaksimalkan *throughput*, memperkecil waktu tanggap dan menghindari *overload*. (Pangestu Y et al., 2018)

Secara Umum, *load balancing* dapat kita artikan yaitu sebuah teknik untuk mendistribusikan atau membagikan beban kerja secara merata pada dua atau lebih CPU, PC (*Personal Computer*), *hard drive*, *network links* atau sumber daya yang lainnya, meminimalkan waktu respon, memaksimalkan *throughput*, menghindari *overload*, dan untuk mendapatkan pemanfaatan sumber daya yang optimal. Dengan menggunakan *load balancing* bisa meningkatkan kehandalan redundansi. Layanan *load balancing* ini disediakan oleh *software-software* khusus atau *hardware* seperti *DNS server* ataupun *multilayer switch*.

Load balancing adalah salah satu prasyarat untuk memanfaatkan sumber daya penuh paralel dan sistem terdistribusi. *Load balancing* mungkin terpusat di prosesor tunggal atau didistribusikan diantara semua elemen pemrosesan yang berpartisipasi dalam proses *load balancing*. (Kurniawan H dan Pulungan R., 2011)

Dengan mempunyai lebih dari 2 *Internet Service Provider* (ISP) maka optimalisasi dari *utilitas response time*, sumber daya, dan *throughput* akan menjadi semakin membaik dikarenakan telah mempunyai lebih dari satu *Internet Service Provider* (ISP) yang bias saling membantu ketika pada salah satu *Internet Service Provider* (ISP) mengalami koneksi *down* dan menjadi cepat ketika saat jaringan kembali normal memerlukan realibilitas yang tinggi yaitu memerlukan 100% koneksi *uptime* dan yang menginginkan *upstream* berbeda dan kemudain dibentuk untuk saling membantu satu sama lain.

Banyak yang mengira bahwa dengan menggunakan 2 *Internet Service Provider* (ISP) *load balancing*, maka besaran *bandwidth* yang akan diperoleh

akan menjadi dua kali lipat lebih besar dari *bandwidth* sebelum menggunakan 2 *Internet Service Provider* (ISP). Hal ini tentunya harus diperjelas dan ditekankan terlebih dahulu, bahwa dengan *load balancing* 2 ISP tidak akan menambah besaran *bandwidth* yang didapatkan, tetapi hanya bekerja untuk membagi beban trafik dari kedua *bandwidth* agar dapat dipakai seimbang.

Beberapa keuntungan dari penerapan *load balancing*, diantaranya yaitu :

- a. *Manageability* : Secara fisik sistem ini sangat besar, namun mudah untuk ditata.
- b. *Scalability* : Dapat dilakukan perubahan kepada sistem agar beban bisa diatur sesuai dengan kebutuhan ketika beban dari sistem itu meningkat.
- c. *High Availability* : Jika terdapat sebuah server yang *down*, maka *load balancer* akan memberhentikan *request* terhadap server tersebut dan kemudian mengalihkannya kepada server lainnya.
- d. *Security* : Dengan penerapan *private network* maka alamat IP tidak akan dapat diakses oleh sistem dari luar secara langsung.

Pada sistem *load balancing*, proses pembagian beban memiliki suatu algoritma dan teknik sendiri. Pada sebuah load balancer biasanya telah disediakan berbagai algoritma untuk pembagian bebannya. Tujuan dari itu adalah agar menyesuaikan pembagian beban-beban dengan karakter dari server yang ada dibelakang.

Pada *load balancing* mikrotik, hal yang sangat perlu diperhatikan ketika mengatur *load balancing* yaitu *policy route*, *firewall src-nat*, *static route*, dan *firewall mangle*. *Policy route* dan *static route* bertugas mengatur *uplink flow*,

yaitu sebuah kebijakan dimana *routing* (rute) jalur yang akan dilewati suatu paket yang telah ditandai. Sedangkan *firewall mangle* yaitu penandaan terhadap suatu paket sebelum memasuki *routing*.

2.5 *Per Connection Classifier (PCC)*

Per Connection Classifier (PCC) yaitu metode yang mengelompokkan trafik koneksi melalui atau keluar masuk *router* menjadi beberapa kelompok. Pengelompokan ini bisa dibedakan berdasarkan *src-address*, *dst-address*, *src-port* dan atau *dst-port*. *Router* akan menyimpan informasi tentang jalur gateway yang dilewati data di tiap trafik koneksi, sehingga pada paket-paket selanjutnya yang masih berkaitan dengan paket data sebelumnya akan dilewatkan pada jalur *gateway* yang sama juga. (Anif M et al., 2018)

Per Connection Classifier (PCC) merupakan sebuah metode yang dikembangkan oleh Mikrotik dan mulai diperkenalkan pada mikrotik *RouterOS* versi 3.24. *Per Connection Classifier (PCC)* mengambil sebuah bidang yang dipilih oleh *header IP* dan dengan dibantu algoritma *hashing* kemudian mengubah bidang yang telah dipilih menjadi 32-bit. Nilai yang diperoleh ini kemudian dibagikan dengan denominator tertentu dan kemudian sisanya dibandingkan dengan suatu *remainder* tertentu, jika hasil yang diperoleh sama maka paket tersebut akan ditangkap. Aturan dapat dibuat dengan memilih informasi *src-port*, *src-address*, *dst-port*, *dst-address* dari bagian *IP header*. *IP header* mempunyai beberapa bidang dalam sebuah *field*, diantaranya yaitu alamat IP tujuan (*dst-*

address) dan IP sumber (*src-address*) dari paket-paket tersebut. Paket UDP dan TCP juga mempunyai *header* yang berisi port tujuan dan port sumber.

Per Connection Classifier (PCC) bekerja dengan cara mengambil *field* dari setiap *IP header packet* yang diterima oleh *router* mikrotik. *Field* yang dipilih ini bisa saja *IP address* pengirim (*src-address*), *IP address* tujuan (*dst-address*), *port* pengirim (*src-port*), *port* tujuan (*dst-port*) ataupun gabungan antara *src-address* dan *dst-address*. Setelah PCC memilih *field* dari *IP header* tersebut, *field* tersebut akan diubah (*convert*) menjadi bilangan 32 bit.

Perubahan atau konversi ini dilakukan dengan bantuan *hashing algorithm*. Bilangan 32 bit tadi kemudian dibagi oleh parameter *denominator* dan *remainder*. Hasil pembagian ini kemudian dibandingkan kembali dengan nilai parameter *remainder*. Jika hasilnya ternyata sama, maka *packet* tersebut akan dimarking. Marking tadi bisa saja adalah *marking connection* ataupun *mark routing*. Jadi ketika fungsi *hash* mengenkripsi suatu input yang berbunyi “halo” lalu akan menghasilkan *output* 1. Dengan sifat dari *hashing* yang *deterministic* maka dapat ditetapkan bahwa jika fungsi *hash* tersebut mengenkripsi input berupa “halo” pada saat kedua kalinya atau seterusnya, maka sudah dipastikan akan menghasilkan *output* yang sama yaitu 1 dan akan dilewatkan melalui *gateway* yang tetap pada saat pertama kali dilewatkan.

Kelebihan metode *Per Connection Classifier* (PCC) adalah mampu menspesifikasikan *gateway* untuk tiap paket data yang masih berhubungan dengan data yang sebelumnya sudah dilewatkan pada salah satu *gateway*. (Elhanafi Andi M et al., 2018)

2.6 Mikrotik

Mikrotik *RouterOS* merupakan sistem operasi jaringan (*network operating system*) yang banyak digunakan oleh *Internet Service Provider* (ISP) untuk keperluan *firewall* atau *router* yang handal yang dilengkapi dengan berbagai fitur dan *tool*, baik untuk jaringan kabel maupun jaringan *wireless*. (Bhayangkara Fiki J dan Riadi I., 2014)

Mikrotik adalah perusahaan kecil berkantor pusat di Latvia, yang dibentuk oleh John Trully dan Arnis Riekstins. Tahun 1996 John dan Arnis memulai dengan sistem Linux dan MS DOS yang dikombinasikan dengan teknologi *Wireless LAN* (W-LAN) Aeronet berkecepatan 2Mbps di Moldova. Barulah kemudian melayani lima pelanggannya di Latvia, karena ambisi mereka adalah membuat satu peranti lunak router yang handal dan disebarakan ke seluruh dunia. Prinsip dasar MikroTik bukan membuat *Wireless ISP* (WISP), tapi membuat program *router* yang handal dan dapat dijalankan di seluruh dunia. Hingga kini, MikroTik telah melayani sekitar empat ratusan pelanggannya.

Mikrotik dasarnya adalah perangkat keras yang berbasis Personal Computer (PC) terkenal dengan kualitas *control*, fleksibilitas, dan kestabilannya untuk berbagai macam jenis paket dan pengaturan proses rute (*routing*). Mikrotik dibuat sebagai *router* berbasis PC (*Personal Computer*) mempunyai banyak manfaat untuk sebuah *Internet Service Provider* (ISP) yang ingin menjalankan berbagai aplikasi mulai dari yang paling kecil hingga yang paling besar. Beberapa aplikasi yang dapat dijalankan dengan menggunakan Mikrotik adalah aplikasi

Wireless Access Point (WiFi), Firewall, Virtual Private Network (VPN) server, bandwidth, sistem Hotspot, Backhaul Link, , dan lain-lain.

Kebanyakan orang berfikir bahwa perangkat *router* yang bagus hanyalah *router* yang mempunyai merek terkenal. Nyatanya, perangkat *router* sebetulnya juga dapat dibuat dengan menggunakan perangkat komputer, yaitu dengan cara menginstall perangkat lunak (*software*) yang sesuai. Salah satu perangkat lunak (*software*) yang dapat digunakan yaitu Mikrotik.

Mikrotik mempunyai 2 jenis, dibawah ini adalah kedua jenis mikrotik :

a. Mikrotik *RouterOS*

MikroTik *RouterOS* adalah *Operating System (OS)* dan perangkat lunak (*software*) yang bisa dipakai komputer sebagai *router network* (jaringan) yang handal, mencakup berbagai macam fitur yang telah dibuat untuk jaringan *wireless (wifi)* dan *IP Network*, pas untuk digunakan oleh *Internet Service Provider (ISP)* dan *Hotspot provider*. Untuk menginstall Mikrotik tidak diperlukan perangkat lunak (*software*) tambahan atau fitur tambahan lainnya. Mikrotik telah didesain agar mudah dipergunakan dan sangat bagus dipakai untuk kepentingan administrasi pada jaringan komputer seperti membangun/merancang sebuah sistem jaringan komputer skala kecil hingga yang menengah sekalipun. Ini adalah versi dari MikroTik dalam bentuk perangkat lunak (*software*) yang dapat diinstall pada *Personal Computer (PC)* melalui CD.

File image dari MikroTik RouterOS dapat diunduh/download pada situs resmi MikroTik, yaitu www.mikrotik.com. Namun, *file image* ini hanya sebagai versi trial dari MikroTik yang hanya bisa digunakan dalam waktu 24 jam. Agar bisa digunakan secara *full*, kita harus membeli *lisensi key* dengan ketentuan satu *lisensi* hanya bisa dipakai oleh satu *harddisk*.

b. Mikrotik *RouterBoard*

Mikrotik *RouterBoard* yaitu *router embedded* merupakan salah satu produk dari mikrotik. *Routerboard* seperti sebuah *Personal Computer* (PC) kecil yang telah terintegrasi karena pada satu *board* telah terpasang RAM, ROM, *memori flash*, dan *processor*. *Routerboard* menggunakan *Operating System* (OS) RouterOS yang berfungsi untuk mengatur *router* jaringan, *proxy server*, *management bandwidth*, DNS *server*, DHCP, dan bisa juga berfungsi sebagai *Hotspot server*.

Mikrotik *RoutherBoard* memiliki beberapa fasilitas seperti *bandwith management*, *stateful firewall*, *hotspot for plug and play access*, *remote Winbox GUI admin*, dan *routing*. (Pamungkas Canggih A., 2016)

Ada beberapa seri dari *routerboard* yang juga dapat digunakan sebagai wifi. Sebagai *Wifi Access Point*, *Bridge*, WDS ataupun sebagai *Wifi Client*, seperti seri RB411, RB433, RB600 dan sebagian besar *Internet Service Provider* (ISP) menggunakan *routerboard* untuk

menjalankan fungsi wirelessnya baik sebagai AP ataupun *Client*. Dengan *routerboard* kita bisa menjalankan berbagai macam fungsi sebuah *router* tanpa tergantung pada *Personal Computer* (PC). Karena semua fungsi pada *router* sudah ada dalam *routerboard*. Jika dibandingkan dengan *Personal Computer* (PC) yang diinstal *routerOS*, *routerboard* ukurannya jauh lebih kecil, lebih kompleks dan lebih hemat listrik karena hanya menggunakan adaptor. Untuk digunakan di jaringan wifi bisa dipasang di atas tower dan menggunakan PoE sebagai sumber arusnya.

2.7 *Quality of Service (QoS)*

QoS merupakan salah satu parameter yang mengacu pada penilaian dari pelayanan trafik jaringan yang diterima oleh *server* maupun *client*. Dikatakan kualitas trafik jaringan baik apabila parameter QoS seperti nilai *throughput* yang sangat baik, *delay*, dan *packet loss* yang terkontrol. Adapun parameter-parameter pada QoS sebagai acuan untuk penilaian kualitas jaringan dikatakan baik adalah sebagai berikut (Kurnia D., 2017):

- a. *Throughput.*, yaitu kecepatan (*rate*) transfer data efektif, yang diukur dalam bps. *Throughput* merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut.

- b. *Delay*, adalah waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. *Delay* dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, kongesti atau juga waktu proses yang lama.
- c. *Packet Loss*, merupakan persentase hilangnya paket saat pengiriman data.

QoS didesain untuk membantu *end user (client)* menjadi lebih produktif dengan memastikan bahwa user mendapatkan performansi yang handal dari aplikasi-aplikasi berbasis jaringan. QoS mengacu pada kemampuan jaringan menyediakan layanan yang lebih baik pada trafik jaringan tertentu melalui teknologi yang berbeda-beda. (Iskandar I dan Hidayat A., 2015)

2.8 Wireshark

Wireshark adalah suatu program *Network Protocol Analyzer* yang lumayan lengkap untuk digunakan. *Software* ini bisa merekam semua paket yang lewat serta dapat menampilkan dan menyeleksi data-data tersebut secara mendetail, misalnya sebuah postingan atau komentar seseorang di sebuah sosial media atau bahkan menangkap *Username* dan *Password*. Sebenarnya aplikasi ini tidak dibuat untuk seorang *hacker*. Fungsi utama dari *Wireshark* yaitu bukan diperuntukkan untuk *hacking*. *Wireshark* diciptakan untuk seorang *Administrator Jaringan* agar dapat melacak atau mengetahui apa saja yang terjadi didalam jaringannya dan untuk memastikan sebuah jaringannya bekerja secara benar, serta tidak ada yang melakukan sesuatu yang dapat merusak jaringan tersebut.

Cara kerja *wireshark* :

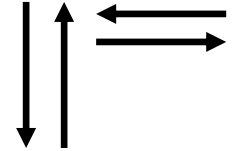




- a. Mengingat semua paket yang telah melewati *interface* yang dipilih (*Interface* adalah suatu perangkat penghubung antar jaringan, bisa melalui lan *card*, ethernet, maupun *wifi*)
- b. Hasil rekaman yang tadi bisa dianalisa. disini *user* dapat mengelompokkan protokol apa yang diinginkan seperti tcp, http, udp dan sebagainya. *Wireshark* juga dapat mengetahui *cookie*, *post* dan *request*.


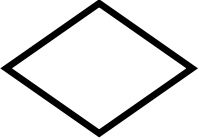
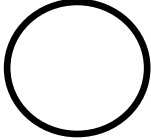
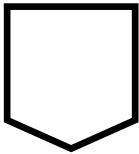

Paket yang terekam oleh *wireshark* ini adalah sebuah paket yang melalui interface yang digunakan saja. Itulah mengapa user tidak bisa merekam paket data orang lain padahal keduanya terkoneksi di suatu jaringan yang sama. Ini sangat sering kali terjadi karena orang tidak mengetahui cara kerja *wireshark*. Jika *uesr* menjalankan *wireshark* sekaligus membuka *browser* di komputer sendiri datanya dapat ditangkap secara rinci dan lengkap.

2.9 Flowchart

Flowchart yaitu bagan-bagan yang berfungsi atau yang mempunyai arus untuk menggambarkan suatu langkah-langkah penyelesaian suatu masalah. Flowchart merupakan suatu cara penyajian dari suatu algoritma tertentu. Tujuannya yaitu agar dapat menggambarkan suatu tahapan suatu penyelesaian masalah. Secara sederhana, terurai, rapi dan jelas, dan menggunakan simbol-simbol standar untuk lebih menceritakan suatu alur dalam pengerjaan suatu program atau masalah tertentu.

Tabel 2.1 Simbol *Flowchart*

NO	SIMBOL	ARTI
1		<p>Flow Direction Symbol / Simbol Arus : adalah simbol yang digunakan untuk menghubungkan antara simbol yang satu dengan simbol yang lain (<i>connecting line</i>). Simbol ini juga berfungsi untuk menunjukkan garis alir dari proses.</p>
2		<p>Terminal Point Symbol / Simbol Titik</p> <p>Terminal : menunjukkan permulaan (<i>start</i>) atau akhir (<i>stop</i>) dari suatu proses.</p>
3		<p>Processing Symbol / Simbol Proses : digunakan untuk menunjukkan kegiatan yang dilakukan oleh komputer. Pada bidang industri (proses produksi barang), simbol ini menggambarkan kegiatan inspeksi atau yang biasa dikenal dengan simbol inspeksi</p>
4		<p>Manual Input Symbol : digunakan untuk menunjukkan input data secara manual menggunakan <i>online keyboard</i>.</p>
5		<p>Manual Operation Symbol / Simbol Kegiatan</p> <p>Manual : digunakan untuk menunjukkan</p>

		kegiatan/proses yang tidak dilakukan oleh komputer.
6		Input-Output / Simbol Keluar-Masuk : menunjukkan proses <i>input-output</i> yang terjadi tanpa bergantung dari jenis peralatannya.
7		Decision Symbol / Simbol Keputusan : merupakan simbol yang digunakan untuk memilih proses atau keputusan berdasarkan kondisi yang ada. Simbol ini biasanya ditemui pada <i>flowchart</i> program.
8		Connector (On-page) : simbol ini fungsinya adalah untuk menyederhanakan hubungan antar simbol yang letaknya berjauhan atau rumit bila dihubungkan dengan garis dalam satu halaman.
9		Connector (Off-page) : sama seperti <i>on-page connector</i> , hanya saja simbol ini digunakan untuk menghubungkan simbol dalam halaman berbeda. label dari simbol ini dapat menggunakan huruf atau angka
10		Predefined Process / Simbol Proses Terdefinisi : merupakan simbol yang digunakan untuk menunjukkan pelaksanaan suatu bagian

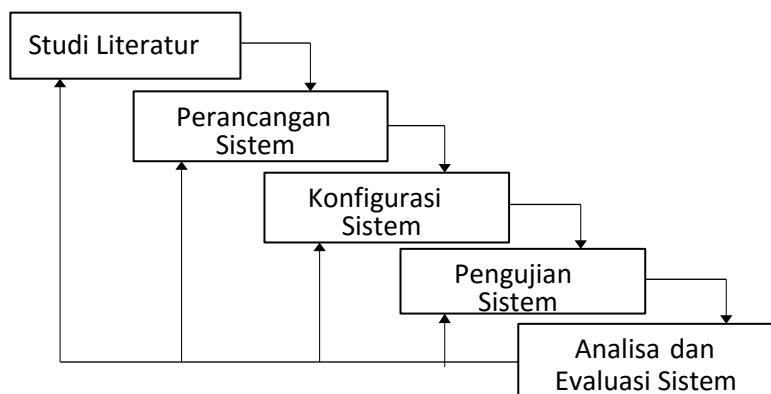
		prosedur (sub-proses). Dengan kata lain, prosedur yang terinformasi di sini belum detail dan akan dirinci di tempat lain
--	--	--

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tahap Penelitian

Metode yang digunakan dalam membangun penelitian ini adalah metode *waterfall*, metode ini mengarah pada pengumpulan data, karena dengan mendapatkan data yang tepat maka penelitian akan berlangsung sesuai dengan rumusan masalah yang telah ditentukan, seperti berikut:



Gambar 3.1 Metode *waterfall*

3.2 Metode Pengumpulan Data

a. Studi Literatur

Dengan pengumpulan data-data berupa teori baik dengan dosen pembimbing maupun dengan orang yang berkompeten dalam kasus ini dan pustaka yang mendukung.

b. Perancangan Sistem

Sistem dirancang menggunakan mikrotik RB951Ui-2nd dan winbox kemudian setelah itu akan diuji menggunakan aplikasi nettoll. Hasil dan pembahasan dengan cara menguji dan menganalisa metode *Per Connection Classifier (PCC) load balancing*.

c. Konfigurasi Sistem

Dalam skripsi ini sistem yang dikonfigurasi yaitu menggunakan winbox sebagai sistem yang nantinya sebagai *Per Connection Classifier (PCC) load balancing*.

d. Pengujian Sistem,

Melakukan analisa dalam pengujian dan penaksiran ulang sistem yang telah melakukan konfigurasi.

e. Analisa dan Evaluasi Sistem

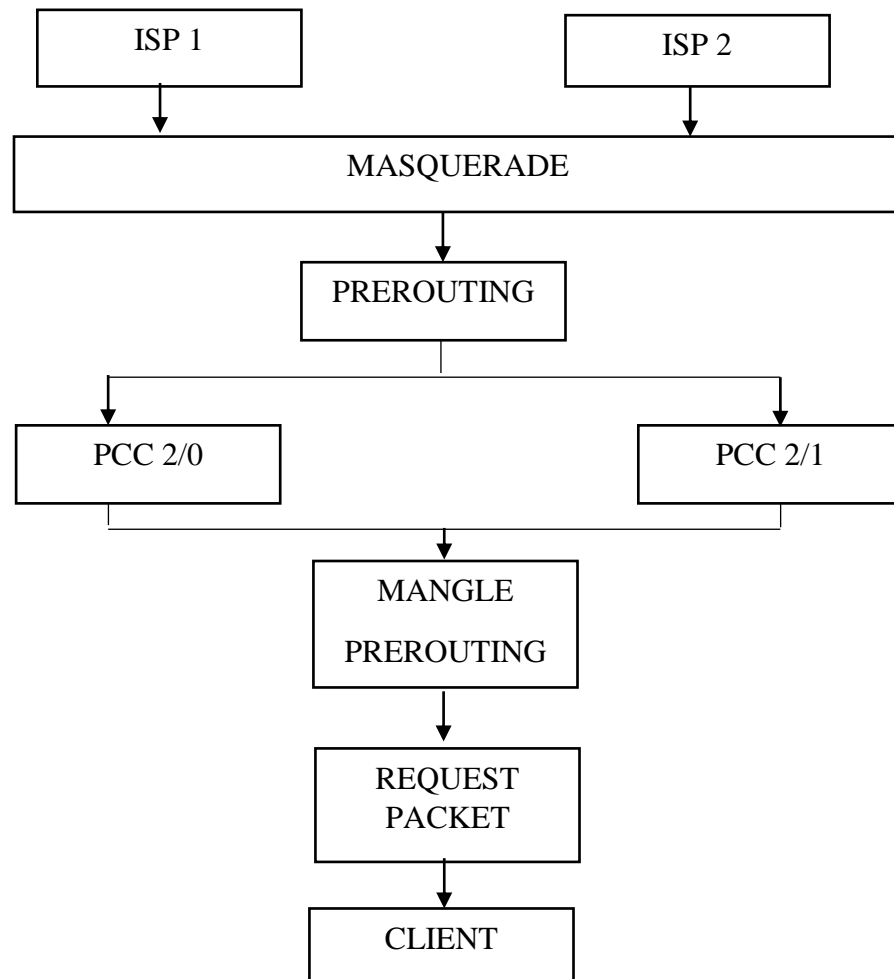
Apakah sistem yang telah di miliki mendapatkan hasil yang baik dan analisa dengan tingkat yang baik untuk dilakukan analisa lebih lanjut.

3.3 Analisis Sistem Sedang Berjalan

Mikrotik memiliki beberapa metode dalam penerapan *Load balance* salah satunya yaitu metode *Per Connection Classifier (PCC)*. *Per Connection Classifier (PCC)* adalah metode yang mengelompokkan trafik koneksi yang melalui keluar masuknya *router* menjadi beberapa kelompok. Kelompok ini dapat dibedakan berdasarkan *src-address*, *dst-address*, *src-port*, dan *dst-port*. *Router* dapat mengingat jalur *gateway* yang sama dan dapat menjawab layaknya keluhan dalam

terjadinya putus koneksi pada teknik *Load balance* pada saat perpindahan *gateway*. *Load balance* adalah teknik yang mendistribusikan beban trafik pada 2 atau lebih jalur koneksi yang dapat menyeimbangkan trafik hingga berjalan optimal, memperkecil waktu tanggap dan menghindari *overload* pada salah satu jalur koneksi. Perangkat yang mendukung untuk menerapkan *Load balance* metode PCC yaitu Mikrotik *Router*. Mikrotik *Router* adalah suatu perangkat atau sistem operasi yang dikhususkan untuk menangani *routing* dalam jaringan komputer.

Cara kerja dari metode PCC dalam penerapan *Load balance* melalui proses pengiriman paket dapat dideskripsikan langkah pengujian yang dilakukan penulis sebagai berikut:



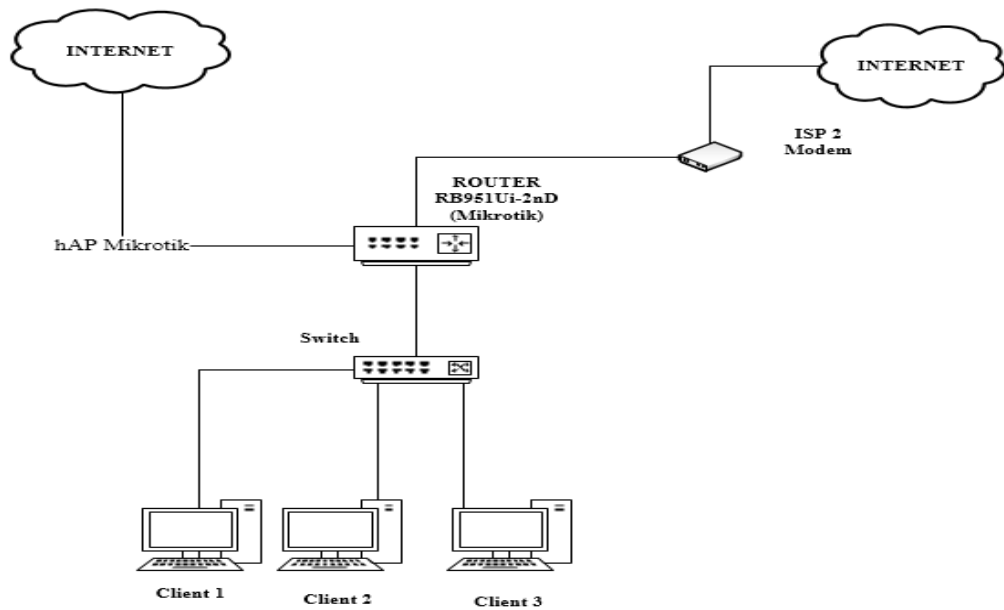
Gambar 3.2 Proses *Load balance* PCC

Pada gambar 3.2 menjelaskan proses metode PCC dalam penerapan *Load balance* untuk pengiriman paket berawal dari *client* yang kemudian meminta paket melalui *Mangle* dan mendefinisikan paket yang masuk kedalam *router*, metode PCC terdapat pada *Mangle* yang telah dikonfigurasi dalam mode PCC. Jalur paket tersebut dikelompokkan dalam bentuk PCC 2/0 dan PCC 2/1. Kemudian paket yang telah melewati PCC akan ditranslasi ke paket yang berbentuk *public* menuju kedua *Internet Service Provider* (ISP).

3.4 Rancangan Penelitian

Dalam tugas akhir ini akan menerapkan sebuah *Load balance* dengan metode PCC dengan 2 jalur ISP, Perangkat *Router* Mikrotik serta konfigurasi *Firewall*, PCC, dan *Load balance*.

Sistem yang akan di bangun dapat digambarkan dengan topologi berikut:



Gambar 3.3 Topologi Sistem Metode PCC pada *Load balance*

Dalam gambar 3.3 Diatas dapat dijelaskan dengan pengalamatan IP pada tabel berikut ini:

Tabel 3.1 Daftar Alamat IP

NO	<i>Hardware/Software Network</i>	Port Ethernet	Alamat IP / IP Address
1	hAP <i>Wireless</i> Mikrotik	-	Alamat IP secara otomatis didapat dari jenis <i>Hotspot</i> yang terhubung.
2	Internet ISP 2 MODEM	-	Alamat IP secara <i>default</i> dari modem.
3	<i>Port</i> Pada Mikrotik	Ether 1	<i>Address</i> 192.168.10.1 <i>Gateway</i> ISP 1 dan ISP 2
4	<i>Client</i> Terhubung Jaringan Lokal	<i>Port</i> <i>switch</i>	<i>Address</i> 192.168.10.2- 192.168.10.254 <i>Gateway</i> 192.168.10.1

Dalam tabel 3.1 Pengalamatan alamat IP dapat dejalaskan bahwa:

- a. Sistem akan memproses semua data dari *client* yang menuju ke akses internet, pada sisi *router* akan terjadinya proses *mangle* berdasarkan urutan, lalu proses *routing* paket yang akan diarahkan melalui ISP1 atau ISP2.
- b. Paket data dari *client* yang masuk ke *router* akan ditandai dengan *connection mark* pada tahapan *mangle* berdasarkan urutan yang dibuat.

Lalu setiap tanda di paket tersebut akan diberikan *routing mark* yang akan menentukan jalur mana yang harus dilaluinya.

- c. Pada tahapan NAT masquerade, *IP address* dari data yang akan di forward, sebelumnya akan ditranslasikan dengan *IP address* dari *Interface ISP* yang digunakan menjadi *gateway*.

3.4.1 Anggaran Biaya

Untuk memenuhi dalam penelitian ini penulis melakukan pengumpulan biaya yang dikeluarkan untuk penelitian mengenai analisa metode PCC dalam penerapan *Load balance*, sebagai berikut:

Tabel 3.2 Biaya Keseluruhan

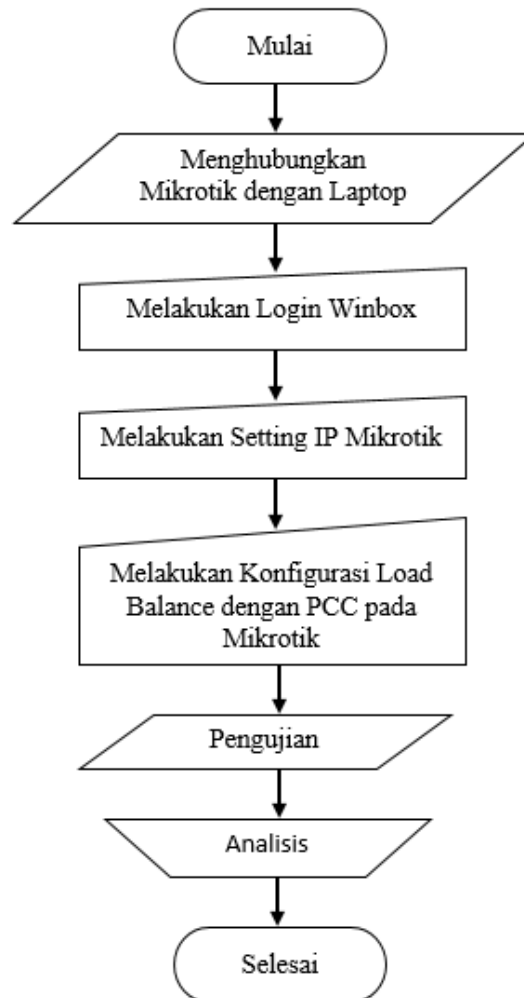
NO	<i>Hardware/Software</i>	Spesifikasi	Harga
1	Mikrotik Router RB951Ui-2nD	<i>Product Code</i> : RB951Ui- 2 nD <i>Architecture</i> : MIPS-BE CPU : QCA9531-BL3A-R 650MHz <i>Main Storage/NAND</i> : 16MB RAM : 64MB <i>SFP Ports</i> : 0 <i>LAN Ports</i> : 5 <i>Integrated Wireless</i> : 1	Rp. 700.000

		<p>Wireless Standarts :</p> <p>802.11 b/g/n</p> <p>Wireless Tx Power :</p> <p>USB : 1</p> <p>Power on USB : Yes</p> <p><i>Operating System :</i></p> <p><i>RouterOS</i></p> <p><i>RouterOS : License</i></p> <p><i>Level4</i></p>	
2	<i>Switch</i>	LINKSYS SD216 16-PORT	Rp. 300.000
3	<i>Cable UTP 6 Meter + 8 RJ45</i>	Cat 5	Kabel Rp. 3000/Meter RJ45 Rp. 500
4	Modem Jetz Bot GSM + Sim Card Telkomsel	Jetz Bot Modem 3.75 HSPA+ Telkomsel Card Kuota Data 2Gb	Modem Rp. 250.000 Rp. 35.000
5	3 Laptop untuk <i>Client</i>	<p><i>Client 1:</i></p> <p><i>Intel® Core™ i3 generasi ke-4</i></p> <p>Ram 4 GB</p> <p>HDD 500 GB</p>	<p><i>Client 1: Rp.</i></p> <p>5.300.000</p> <p><i>Client 2: Rp.</i></p> <p>3.400.000</p> <p><i>Client 3: Rp.</i></p>

		<i>Client 2:</i> Intel Celeron B877 Ram 4Gb HDD 320 Gb <i>Client 3:</i> <i>Processor</i> AMD A6-6310 Ram 2 Gb HDD 500 Gb	3.100.000
--	--	---	-----------

3.4.2 Load Balance PCC yang Akan Diterapkan

Dalam membangun penelitian agar berjalan sesuai dengan apa yang diinginkan dengan baik, dibutuhkan proses yang akan dibuat dalam bentuk diagram alir berikut:



Gambar 3.4 Flowchart langkah penerapan Load Balance Metode PCC

Untuk penjelasan pada gambar diatas sebagai berikut :

- a. Diawali dengan menghubungkan Mikrotik Router ke laptop dengan settingan IP default mikrotik 192.168.88.1

- b. Setelah selesai mencocokkan IP Mikrotik kemudian jalankan aplikasi *WinBox*.
- c. Setelah itu lakukan penyettingan alamat IP untuk jaringan *client* dan melakukan konfigurasi *Load balance* dengan metode PCC.
- d. Bila semua tahap telah berhasil, lakukan tahap akhir yaitu pengujian sistem yang telah dibangun lakukan pengumpulan data dan menganalisa.

3.4.3 Penerapan Mikrotik Router dan WinBox

Pada penelitian ini jenis Mikrotik *Router* yang digunakan adalah jenis RB951Ui-2nd, dalam mendukung untuk konfigurasi dan penerapannya Mikrotik *Router* menggunakan perangkat lunak *WinBox*. *WinBox* adalah *utility* atau perangkat lunak yang digunakan untuk meremote sebuah server mikrotik dalam mode *Graphical User Interface* (GUI).

3.4.4 Penerapan dasar konfigurasi IP dan Jaringan ISP 1 dan ISP 2

Untuk pertama kali yang dilakukan dalam penerapan *Load balance* dengan metode PCC yaitu dengan mengkonfigurasi *interface* yang digunakan, dalam metode ini menggunakan 2 *Internet Service Provider* (ISP) yang bekerja sebagai ISP 1 dan ISP 2 untuk *dial internet* melalui Mikrotik *Router*. ISP ini nantinya merupakan *Point To Point Protocol* (PPP) yang berasal dari Modem GSM dengan *Provider* Telkomsel dan *Access Point* yang telah tersedia pada Mikrotik *Router* untuk menangkap sinyal wifi dan meneruskannya ke tiap *port* yang ada pada

Mikrotik *Router*, dengan cara kerja dengan mengidentifikasi apakah jaringan internet tersedia.

Konfigurasi tidak hanya menghubungkan internet dengan Mikrotik *Router* terdapat penyesuaian ISP yang akan digunakan dan penyettingan IP, bila settingan IP modem telah dilakukan kemudian lakukan konfigurasi *Ethernet* untuk *client*.

3.4.5 Penerapan *Network Address Translation* (NAT) dan *Routes*

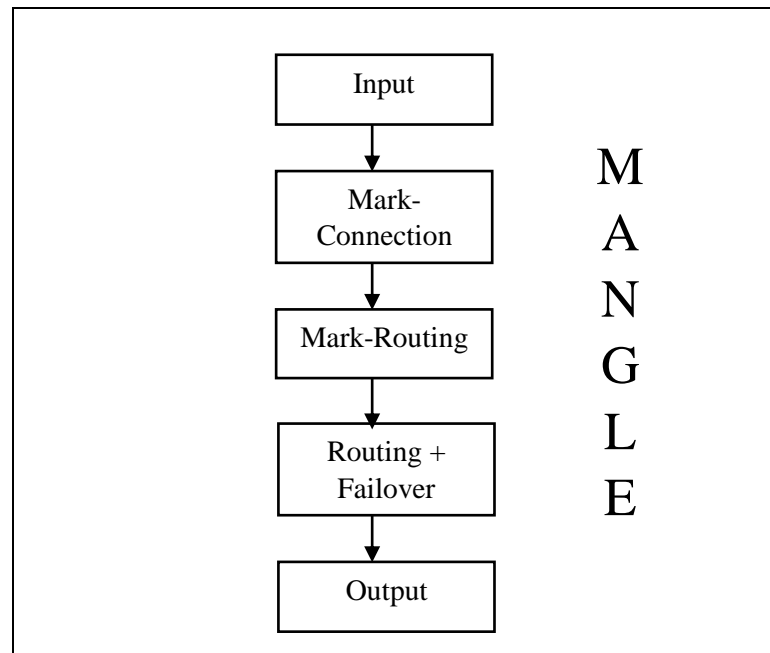
Dengan dilakukannya pengaturan alamat IP dan penyesuaian koneksi modem ke *client* untuk dapat menikmati koneksi internet modem, dilakukan konfigurasi pada NAT. NAT bekerja dengan mentranslasikan IP *client* yang berawal dari IP *Private* untuk dikenali oleh koneksi internet menjadi IP *public*. Dalam penerapannya menggunakan 2 ISP jadi NAT yang dibutuhkan 2 NAT. dan *Routes* bekerja dengan menetapkan rute kemana tujuan dan sumber internet berada.

3.4.6 Penerapan *Mangle* dengan Metode PCC

Dalam fungsinya *mangle* dijadikan untuk menandai setiap koneksi yang masuk kedalam *router* melalui *interface*. proses dari *mangle* ini didasari pada *src-address*, *dst-address*, *src-port*, dan *dst-port* dari hal tersebut dapat dilakukan *connection-mark* dan *routing-mark* untuk mengolah paket yang spesifik, penandaan yang dilakukan dapat lebih spesifik lagi dengan menggunakan *chain* yang bekerja dalam tahapan dari proses mengelola data. Dengan menggunakan *mangle* ini nantinya diterapkan metode PCC.

Mangle bekerja dengan menandai koneksi yang dimasukkan dari wlan1 sebagai *connection-mark=ISP1*, dan *connection-mark=ISP2* melalui *ppp-out1*, dengan begitu nantinya akan membagi koneksi yang dikeluarkan dari *router* melewati masing-masing *interface* dengan *action mark-routing*.

Mangle dengan metode *Per Connection Classifier* (PCC) adalah fitur yang ada pada Mikrotik *Router* yang bekerja dengan melakukan *tracking* koneksi yang masuk atau keluar melalui *router* berdasarkan pengelompokan tertentu. Berikut adalah gambaran bagaimana Metode PCC yang akan di bangun pada *Mangle*:



Gambar 3.5 Metode PCC yang dibangun pada *Mangle*

3.4.7 Pengujian dengan melakukan *Quality of Service* (QoS)

Quality of Service (QoS) adalah parameter yang digunakan untuk menilai apakah lalulintas data jaringan mendapatkan kualitas yang baik dengan melakukan

parameter acuan untuk penilaian tersebut berupa nilai *Throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*.

a. *Latency (Delay)*

Delay merupakan menentukan berapa waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. *Delay* dapat dipengaruhi oleh media fisik, jarak, congesti atau waktu proses. Berikut nilai parameter dari *delay*:

Tabel 3.3 Kategori *Delay*

Kategori <i>Delay</i>	Besar <i>Delay</i> (ms)	Indeks
Sangat Bagus	< 150 ms	4
Bagus	150 – 300 ms	3
Sedang	300 – 450 ms	2
Jelek	> 450 ms	1

Persamaan perhitungan *Delay (Latency)* :

$$\text{Rata-rata Delay} = \frac{\text{Total delay}}{\text{Total paket yang diterima}}$$

b. *Throughput*

Throughput adalah menentukan kecepatan (*rate*) transfer data efektif, yang diukur dalam bps (*bit per second*). *Throughput* adalah jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut. Nilai parameter *Throughput*:

Tabel 3.4 Kategori *Throughput*

Kategori <i>Throughput</i>	<i>Throughput</i> (bps)	Indeks
Sangat Bagus	100	4
Bagus	75	3
Sedang	50	2
Jelek	< 25	1

Persamaan perhitungan *Throughput* :

$$\textit{Throughput} = \frac{\text{Besar Data yang diunduh}}{\text{Lama Pengamatan}}$$

c. *Packet Loss*

Packet Loss adalah parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang dapat terjadi. Nilai parameter *Packet Loss*:

Tabel 3.5 Kategori *Packet Loss*

Kategori <i>Throughput</i>	<i>Throughput</i> (bps)	Indeks
Sangat Bagus	0	4
Bagus	3	3
Sedang	15	2
Jelek	25	1

Persamaan perhitungan *Packet Loss* :

$$Packet\ loss = \frac{(\text{Paket data dikirim} - \text{Paket data diterima}) \times 100\%}{\text{Paket data yang dikirim}}$$

3.4.8 Hasil pengujian *Quality of Service (QoS)* menggunakan Wireshark

Setelah melalui tahap penerapan yang telah dilakukan pada BAB IV kemudian Metode PCC dalam penerapan *Load Balance* di uji dengan parameter QoS untuk parameter tersebut yaitu *delay*, *throughput*, dan *packetloss*. Pengujian ini menggunakan perangkat lunak pendukung yaitu *Wireshark* yang terdapat pada BAB IV.

a. Pengujian dengan *Delay*

Delay adalah waktu tunda saat paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari satu titik lain yang menjadi tujuannya. *Delay* diperoleh dari selisih waktu kirim antara satu paket TCP dengan paket lainnya

Tabel 3.6 Tabel *delay*

No	Total <i>Delay</i>	T. Paket yang diterima	<i>Average</i>	Status		Keterangan
				ISP 1	ISP 2	
PC 1	15.872	3103	5.1 ms	aktif	aktif	Sangat Bagus
	16.634	3075	5.4 ms	aktif	tidak aktif	Sangat Bagus
	20.942	2933	7.1 ms	tidak	aktif	Sangat

				aktif		Bagus
PC 2	9.395	2012	4.6 ms	aktif	aktif	Sangat Bagus
	15.021	2267	6.6 ms	aktif	tidak aktif	Sangat Bagus
	22.105	2240	9.8 ms	tidak aktif	aktif	Sangat Bagus
PC 3	22.963	1733	3.2 ms	aktif	aktif	Sangat Bagus
	20.936	2174	9.6 ms	aktif	tidak aktif	Bagus
	19.916	1678	1.8 ms	tidak aktif	aktif	Sangat Bagus

Dari *Mark* data yang telah dilakukan dengan menggunakan *nettools* *wireshark* maka didapati rata-rata *delay* dengan cara perhitungan sebagai berikut:

1) *Client 1*

Jika kedua ISP aktif didapati:

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata } \textit{delay} &= \text{Total } \textit{delay} / \text{Total paket yang diterima} \\
 &= 15.872 \text{ s} / 3103 \\
 &= 0.00511505 \text{ s} \\
 &= 5.1 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

Jika ISP 2 keadaan tidak aktif:

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata } delay &= \text{Total } delay / \text{Total paket yang diterima} \\
 &= 16.634 \text{ s} / 3075 \\
 &= 0.0054094309 \text{ s} \\
 &= 5.4 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

Jika ISP 1 keadaan tidak aktif:

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata } delay &= \text{Total } delay / \text{Total paket yang diterima} \\
 &= 20.942 \text{ s} / 2933 \\
 &= 0.0071401296 \text{ s} \\
 &= 7.1 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

2) *Client 2*

Jika kedua ISP aktif didapati:

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata } delay &= \text{Total } delay / \text{Total paket yang diterima} \\
 &= 9.395 \text{ s} / 2012 \\
 &= 0.0046694831 \text{ s} \\
 &= 4.6 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

Jika ISP 2 keadaan tidak aktif:

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata } delay &= \text{Total } delay / \text{Total paket yang diterima} \\
 &= 15.021 \text{ s} / 2267 \\
 &= 0.0066259374 \text{ s} \\
 &= 6.6 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

Jika ISP 1 keadaan tidak aktif:

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata } \textit{delay} &= \text{Total } \textit{delay} / \text{Total paket yang diterima} \\
 &= 22.105 \text{ s} / 2240 \\
 &= 0.0098683036 \text{ s} \\
 &= 9.8 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

3) *Client 3*

Jika kedua ISP aktif didapati:

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata } \textit{delay} &= \text{Total } \textit{delay} / \text{Total paket yang diterima} \\
 &= 22.963 \text{ s} / 1733 \\
 &= 0.0132504328 \text{ s} \\
 &= 3.2 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

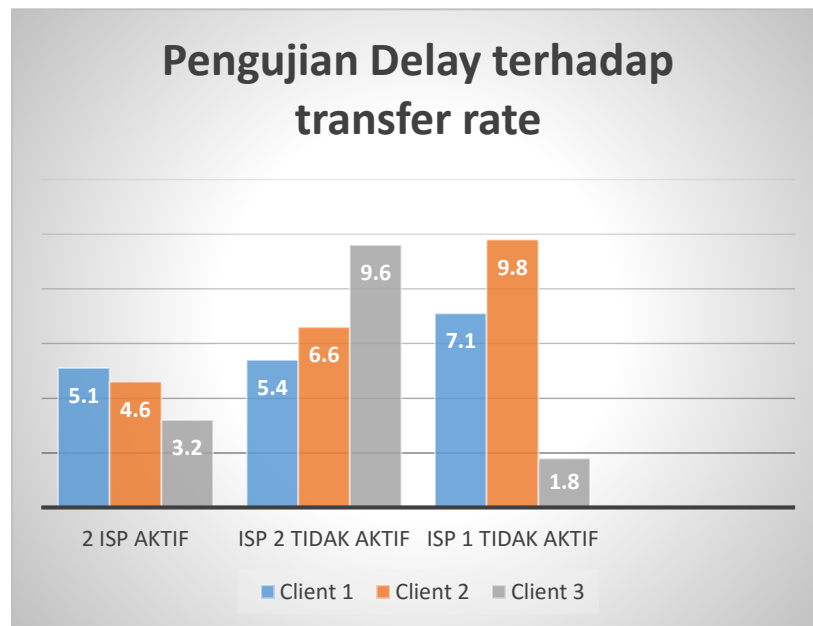
Jika ISP 2 keadaan tidak aktif:

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata } \textit{delay} &= \text{Total } \textit{delay} / \text{Total paket yang diterima} \\
 &= 20.936 \text{ s} / 2174 \\
 &= 0.0096301748 \text{ s} \\
 &= 9.6 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

Jika ISP 1 keadaan tidak aktif:

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata } \textit{delay} &= \text{Total } \textit{delay} / \text{Total paket yang diterima} \\
 &= 19.916 \text{ s} / 1678 \\
 &= 0.011888915 \text{ s} \\
 &= 1.8 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

Dari apa yang telah diujikan didapati nilai *delay* yang digambarkan dalam bentuk chart seperti berikut:



Gambar 3.6 *Chart Delay terhadap transfer rate*

Dari chart pada gambar didapati nilai *delay* untuk kedua ISP dalam keadaan aktif dapat membuktikan bahwa metode PCC mampu menandai koneksi yang ada sehingga memanfaatkan kedua ISP dalam membagi arah suatu paket menuju *gateway* suatu koneksi tertentu. Sehingga didapati perbandingan nilai dari 2 ISP aktif dengan salah satu ISP tidak aktif menunjukkan 2 ISP aktif memiliki nilai lebih kecil dalam melakukan *delay transfer rate*. Ini menunjukkan bahwa pemanfaatan metode PCC dalam penerapan *Load Balance* mampu membagi koneksi yang ada Antara ISP-1 dan ISP-2.

b. Pengujian *Throughput*

Throughput adalah kecepatan (*rate*) *transfer* data efektif, yang diukur dalam bps. *Throughput* merupakan jumlah total kedatangan

paket yang sukses yang diamati pada destination selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut.

Tabel 3.7 Tabel *Throughput*

No	Besar Data yang diunduh	Lama pengamatan	<i>Average</i>	Status		Keterangan
				ISP 1	ISP 2	
PC 1	1514.496	15.872 s	95.4 kbps	aktif	aktif	Sangat Bagus
	1514.496	16.634 s	91.0 kbps	aktif	tidak aktif	Sedang
	1514.496	20.942 s	72.3 kbps	tidak aktif	aktif	Sangat Bagus
PC 2	1514.496	9.395 s	161.2 kbps	aktif	aktif	Sangat Bagus
	1514.496	15.021 s	100.8 kbps	aktif	tidak aktif	Sedang
	1514.496	22.105 s	68.5 kbps	tidak aktif	aktif	Bagus
PC 3	1514.496	22.963 s	65.9 kbps	aktif	aktif	Sangat Bagus
	1514.496	20.936 s	72.2 kbps	aktif	tidak aktif	Sedang

	1514.496	19.916 s	76.0 kbps	tidak aktif	aktif	Sangat Bagus
--	----------	----------	--------------	----------------	-------	-----------------

Dari *Mark* data yang telah dilakukan dengan menggunakan *nettools* *wireshark* maka didapati rata-rata *Throughput* dengan cara perhitungan sebagai berikut:

1) *Client 1*

Jika kedua ISP aktif didapati:

Rata-rata *Throughput* = Besar Data yang diunduh / Lama pengamatan

$$= 1514.496 \text{ KB} / 15.872 \text{ s}$$

$$= 95.4193548387$$

$$= 95.4 \text{ kbps}$$

Jika ISP 2 keadaan tidak aktif:

Rata-rata *Throughput* = Besar Data yang diunduh / Lama pengamatan

$$= 1514.496 \text{ KB} / 16.634 \text{ s}$$

$$= 91.0482145004$$

$$= 91.0 \text{ kbps}$$

Jika ISP 1 keadaan tidak aktif:

Rata-rata *Throughput* = Besar Data yang diunduh / Lama pengamatan

$$= 1514.496 \text{ KB} / 20.942 \text{ s}$$

$$= 72.3082358558$$

$$= 72.3 \text{ kbps}$$

2) *Client 2*

Jika kedua ISP aktif didapati:

Rata-rata *Throughput* = Besar Data yang diunduh / Lama pengamatan

$$= 1514.496 \text{ KB} / 9.395 \text{ s}$$

$$= 161.2023416711$$

$$= 161.2 \text{ kbps}$$

Jika ISP 2 keadaan tidak aktif:

Rata-rata *Throughput* = Besar Data yang diunduh / Lama pengamatan

$$= 1514.496 \text{ KB} / 15.021 \text{ s}$$

$$= 100.8252446575$$

$$= 100.8 \text{ kbps}$$

Jika ISP 1 keadaan tidak aktif:

Rata-rata *Throughput* = Besar Data yang diunduh / Lama pengamatan

$$= 1514.496 \text{ KB} / 22.105 \text{ s}$$

$$= 68.5137299254$$

$$= 68.5 \text{ kbps}$$

3) *Client 3*

Jika kedua ISP aktif didapati:

Rata-rata *Throughput* = Besar Data yang diunduh / Lama pengamatan

$$= 1514.496 \text{ KB} / 22.963 \text{ s}$$

$$= 65.9537516875$$

$$= 65.9 \text{ kbps}$$

Jika ISP 2 keadaan tidak aktif:

Rata-rata *Throughput* = Besar Data yang diunduh / Lama pengamatan

$$= 1514.496 \text{ KB} / 20.936 \text{ s}$$

$$= 72.26147975$$

$$= 72.2 \text{ kbps}$$

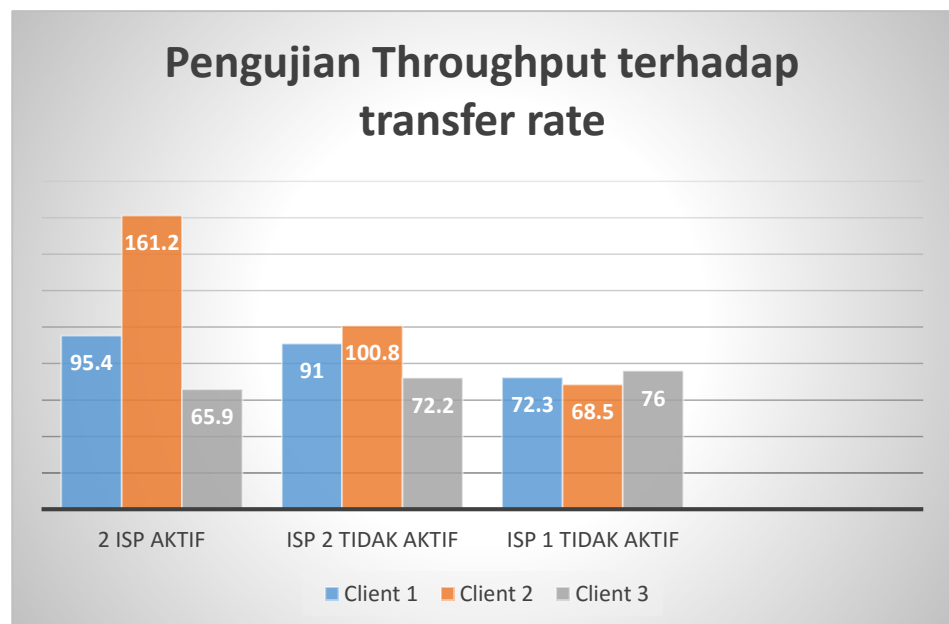
Jika ISP 1 keadaan tidak aktif:

Rata-rata *Throughput* = Besar Data yang diunduh / Lama pengamatan

$$= 1514.496 \text{ KB} / 19.916 \text{ s}$$

$$= 76.0441855794$$

$$= 76.0 \text{ kbps}$$



Gambar 3.7 Chart *Throughput* terhadap *transfer rate*

Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin kecil transfer rate jaringan maka semakin kecil pula *Throughput*, hal ini dikarenakan *router* dalam mengirimkan paket data menyesuaikan besarnya pengiriman berdasarkan kecepatan transfer jaringan client. Dengan begitu dapat dijelaskan bahwa *throughput* dengan 2 ISP aktif menunjukkan nilai yang hampir sama dalam membagi koneksi untuk 3 client dibandingkan dengan salah satu ISP tidak aktif yang

menunjukkan ketidak seimbangannya *Throughput* tiap client. Ini menandakan bahwa metode PCC bermanfaat dalam penerapan *Load Balance* karena mampu membagi *Throughput* yang ada pada 2 ISP dan dapat memaksimalkan *Throughput*.

c. *Packet Loss*

Packet loss adalah jumlah paket data yang hilang per detik. *Packet loss* dapat disebabkan oleh sejumlah faktor, mencakup penurunan *signal* dalam media jaringan, melebihi batas saturasi jaringan, paket yang *corrupt* yang menolak untuk transit, dan kesalahan perangkat keras jaringan.

Tabel 3.8 Tabel *Packet Loss*

No	Packet yang diterima	Packet yang dikirim	Average	Status		Keterangan
				ISP 1	ISP 2	
PC 1	3103	3103	0 %	aktif	aktif	Sangat Bagus
	3075	3075	0 %	aktif	tidak aktif	Sangat Bagus
	2933	2933	0 %	tidak aktif	aktif	Sangat Bagus
PC 2	2012	2012	0 %	aktif	aktif	Sangat Bagus
	2267	2267	0 %	aktif	tidak	Sangat

					aktif	Bagus
	2240	2240	0 %	tidak aktif	aktif	Sangat Bagus
PC 3	1733	1733	0 %	aktif	aktif	Sangat Bagus
	2174	2174	0 %	aktif	tidak aktif	Sangat Bagus
	1678	1678	0 %	tidak aktif	aktif	Sangat Bagus

Dari *mark* data yang telah dilakukan dengan menggunakan *nettools* *wireshark* maka didapati *packet loss* dengan cara perhitungan sebagai berikut:

Packet loss =

$$\frac{(\text{Paket data yang dikirim} - \text{Paket data yang diterima}) \times 100 \%}{\text{Paket data yang dikirim}}$$

dari hasil yang didapat dari paket data yang diterima dan dikirim melalui percobaan diatas didapati bahwa nilai dari *packet loss* menyentuh 0% untuk keseluruhannya.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kebutuhan Spesifikasi *Hardware* dan *Software*

Dalam melakukan penelitian ini dibutuhkan beberapa *Hardware* dan *Software* agar penelitian ini berjalan dengan semestinya.

a. Kebutuhan *Hardware*

Hardware yang digunakan dalam mendukung penelitian analisis metode PCC pada penerapan *Load Balancing* dapat di lihat pada tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1 Komponen Perangkat Keras

NO	Perangkat Keras	Keterangan	Jumlah
1	Mikrotik Router RB951Ui-2nD	CPU : QCA9531-BL3A-R 650MHz <i>Main Storage/NAND</i> : 16MB RAM : 64MB SFP Ports : 0 LAN Ports : 5 <i>Integrated Wireless</i> : 1 <i>Wireless Standarts</i> : 802.11 b/g/n <i>Wireless Tx Power</i> : USB : 1	1 unit

		<i>Power on USB : Yes</i> <i>Operating System : RouterOS</i> <i>RouterOS : License Level4</i>	
2	<i>Switch</i>	LINKSYS SD216 16-PORT	1 unit
3	Kabel UTP dan RJ45	Kabel UTP Cat 5	6 meter kabel 8 RJ45
4	Modem Jetz Bot GSM + Sim Card Telkomsel	Jetz Bot Modem 3.75 HSPA+ dan Telkomsel <i>Card</i> Kuota Data 2Gb	-
5	Laptop untuk <i>Client</i>	<i>Client 1:</i> Intel® Core™ i3 generasi ke-4 Ram 4 GB HDD 500 GB <i>Client 2:</i> Intel Celeron B877 Ram 4Gb HDD 320 Gb <i>Client 3:</i> Processor AMD A6-6310 Ram 2 Gb HDD 500 Gb	3 unit

b. *Kebutuhan Software*

Dalam membangun mendukung penelitian analisis metode PCC pada penerapan *Load Balancing* dibutuhkan *tool-tool* perangkat lunak agar sistem bekerja dengan baik, adapun perangkat lunak yang dibutuhkan dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Komponen Perangkat Lunak

NO	Perangkat Lunak	Keterangan
1	<i>WinBox</i>	Sebagai <i>User Interface</i> dalam mengkonfigurasi Mikrotik
2	<i>Wireshark</i>	Menguji layanan QoS

4.2 Pengujian dan Pembahasan

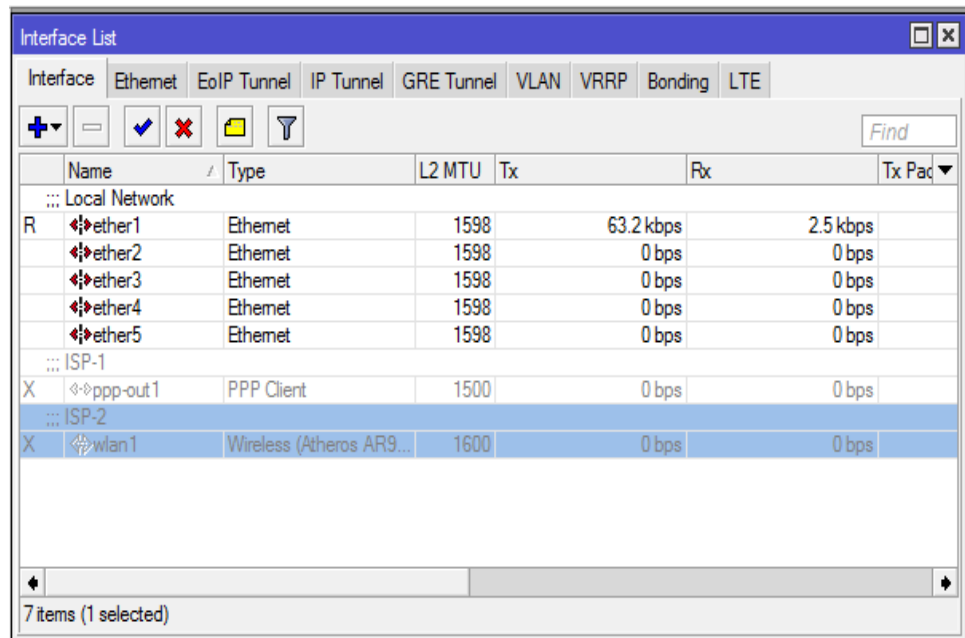
Dalam hal ini sistem yang telah dibahas dan diterapkan dengan cara sistem dioperasikan dan melakukan pengujian untuk melihat hingga sampai mana sistem yang dibangun dapat berjalan dengan baik kemudian dianalisa.

4.2.1 Penerapan *Load Balance*

a. Pengalamatan IP, Modem ISP 1 dan ISP 2

Penerapan yang dilakukan untuk pertama kali yaitu menghubungkan hAP bawaan Mikrotik untuk menangkap jaringan *wireless Hotspot* dan modem ke *port* USB yang ada pada Mikrotik *Router*. Untuk melihat apakah hAP dan modem terdeteksi oleh

mikrotik dapat melihatnya dengan menggunakan *WinBox* dengan memasuki menu *Interface*.



	Name	Type	L2 MTU	Tx	Rx	Tx Pac
::: Local Network						
R	ether1	Ethernet	1598	63.2 kbps		2.5 kbps
	ether2	Ethernet	1598	0 bps		0 bps
	ether3	Ethernet	1598	0 bps		0 bps
	ether4	Ethernet	1598	0 bps		0 bps
	ether5	Ethernet	1598	0 bps		0 bps
::: ISP-1						
X	ppp-out1	PPP Client	1500		0 bps	0 bps
::: ISP-2						
X	wlan1	Wireless (Atheros AR9...	1600		0 bps	0 bps

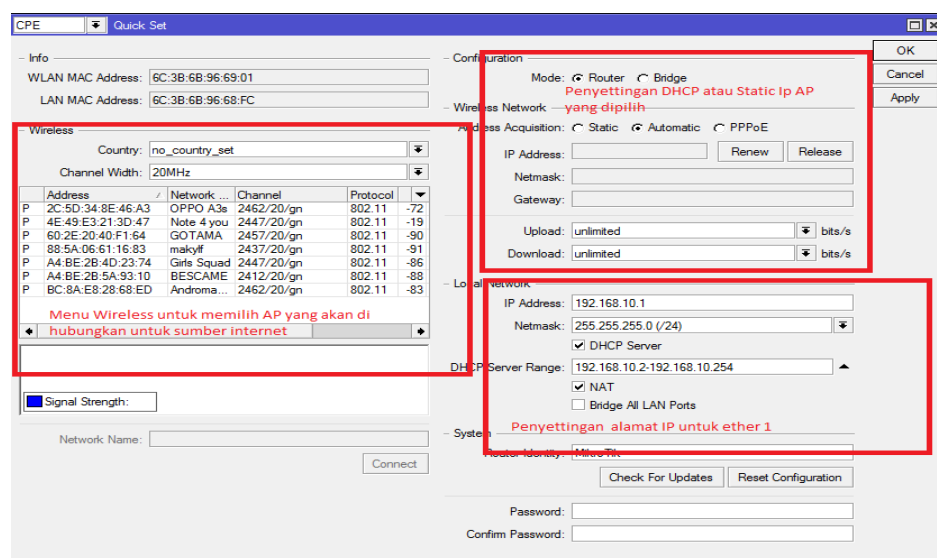
Gambar 4.1 Tampilan hAP *Wlan* dan modem terdeteksi

Dalam gambar 4.1 dapat dilihat bahwa terdapat 2 *interface* yang terdeteksi akan tetapi *interface* masih dalam bentuk *mode disable* atau *nonaktif* maka perlu dilakukan aktivasi dengan *mode enable* atau mengaktifkan *interface* tersebut dengan cara klik tanda centang biru di menu atas.

Untuk pertama kali *Interface* yang akan digunakan yaitu *Wlan1* yang nantinya menjadi *ISP-1*, *interface* *ppp-out1* sebagai *ISP-2*, dan *ether1* sebagai *Local Network* bekerja untuk menjembatani *router* dengan *client*.

Dalam konfigurasinya untuk hAP dapat dilakukan dengan menggunakan menu *Quick Set* yang ada pada *WinBox*, pada menu ini

melakukan penangkapan *hotspot* untuk diteruskan ke ether1 sebagai sumber jaringan internet. Didalam menu *Quick Set* ini diperuntukkan dalam mempermudah konfigurasi sebab didalamnya sudah tersedia bagian-bagian untuk *setting* sebagai mana menu untuk *setting* cepat. Menu ini juga memanfaatkan perangkat hAP didalam *Router* Mikrotik menjadi sumber internet nantinya.



Gambar 4.2 Konfigurasi hAP dan Ether1 Mikrotik *Router*

Untuk melihat apakah *interface* yang telah diatur dan diaktifkan dapat dilihat pada menu IP kemudian *Addressess* untuk melihat alamat IP yang tersedia untuk Wlan1 dan ppp-out1 secara otomatis akan mendapatkan alamat IP dari *provider* yang ada dan untuk Ether1 jaringan lokal sudah dikonfigurasi pada saat melakukan *Quick Set* dalam *Router* Mikrotik. Seperti berikut:

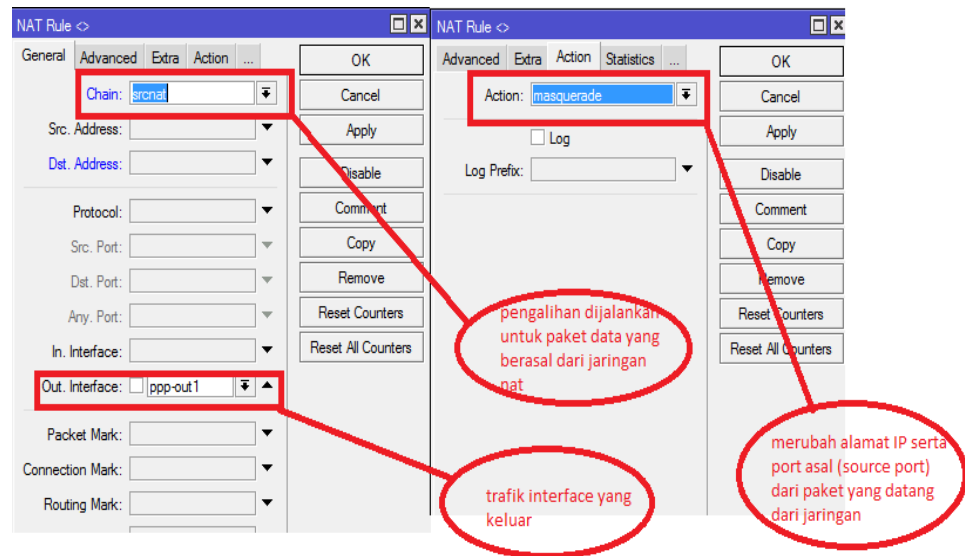
	Address	Network	Interface
D	10.64.50.125	10.112.112.158	ppp-out1
	192.168.10.1/...	192.168.10.0	ether1
D	192.168.43.61...	192.168.43.0	wlan1

Gambar 4.3 Alamat IP

Dapat dilihat dari *setting* IP sebelumnya untuk *interface* ppp-out1 tidak adanya pengaturan atau ubahan sama sekali sebab ppp-out1 sumber yang berasal dari modem. Alamat IP akan secara *Dynamic Host Configuration Protocol* (DHCP) atau secara otomatis mendapatkan Alamat IP yang didapatkan ketika modem dihubungkan dengan *Router* Mikrotik.

b. Konfigurasi NAT

Dalam penerapan Load Balance dibutuhkannya *Network Address Translation* (NAT) yang bekerja dengan mentranslasikan alamat IP client yang berupa IP *Private* untuk dapat dikenali internet menjadi IP public. Dalam penerapannya NAT ini menggunakan *Masquerade* dan *chain* untuk mengizinkan koneksi internet dari ISP-1 dan ISP-2 untuk diteruskan kepada client. Seperti berikut:

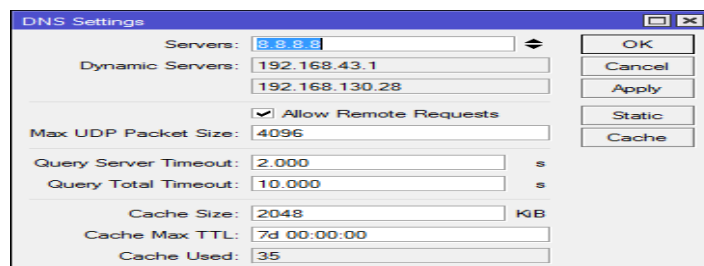


Gambar 4.4 Konfigurasi NAT

Seperti yang telah dilakukan pada gambar 4.4 dapat diterapkan pula untuk ISP-2 sebab kedua *interface* harus mengaktifkan NAT agar NAT dapat bekerja untuk *Load Balance* dengan menggunakan 2 ISP.

c. Konfigurasi DNS Resolv

DNS Resolv bekerja untuk *router* dapat menjangkau semua domain yang ada diinternet. Dengan tidak ditamhkannya DNS, *router* hanya menjangkau alamat IP yang tersedia saja.



Gambar 4.5 DNS Resolv

4.2.2 Penerapan *Mangle* Metode *Per Connection Classifier* (PCC)

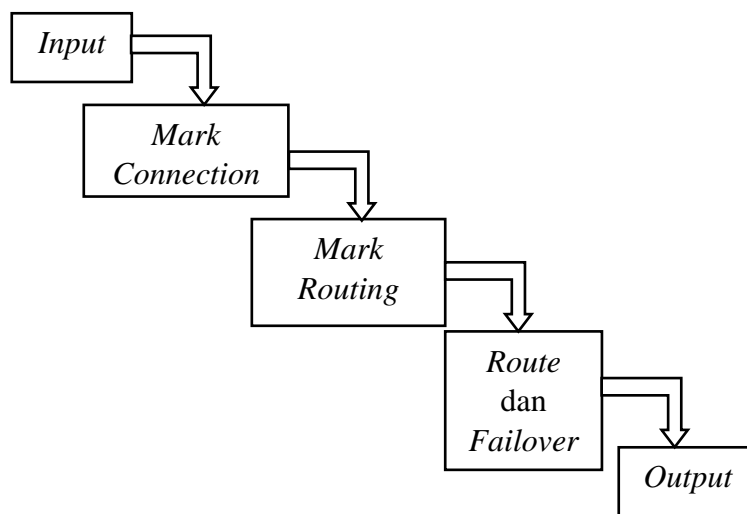
Metode *Per Connection Classifier* (PCC) dikonfigurasi dimenu yang ada pada *Mangle* dimana *Mangle* merupakan sebuah fitur yang ada didalam Mikrotik untuk digunakan dalam menandai sebuah paket data dan koneksi tertentu yang bisa diterapkan pada fitur mikrotik lainnya seperti *filter rules*, *routes*, klasifikasi *bandwidth*, dan NAT. Tanda *mangle* yang ada pada *router* mikrotik hanya bisa digunakan pada *router* itu sendiri, proses pembacaan *rule mangle* ini dilakukan dari urutan pertama ke bawah.

Jenis penandaan (*Mark*) yang ada pada *Mangle* dapat dibagi-bagi yaitu *Connection Mar*, *Packet Mark*, dan *Routing Mark*. Secara *default* parameter *Mangle* terbagi menjadi beberapa *chain*, yaitu :

- a. *Chain Input* digunakan untuk menandai *trafik* atau lalu lintas data yang masuk mengarah pada *router* mikrotik hanya dapat menggunakan *In Interface* saja.
- b. *Chain Output* digunakan untuk menandai *trafik* atau lalulintas data yang mengarah keluar dari *router* mikrotik hanya dapat menggunakan *Out Interface* saja.
- c. *Chain Forward* digunakan untuk menandai *trafik* atau lalulintas data yang keluar masuk melalui *router* dan dapat menggunakan *In* dan *Out Interface*.
- d. *Chain Prerouting* digunakan untuk menandai *trafik* atau lalulintas data yang menuju *router* dengan *trafik download* dapat menggunakan *Out Interface*.

- e. *Chain Postrouting* digunakan untuk menandai trafik atau lalulintas data yang keluar dari router dengan trafik *upload* dapat menggunakan *In. Interface* saja.

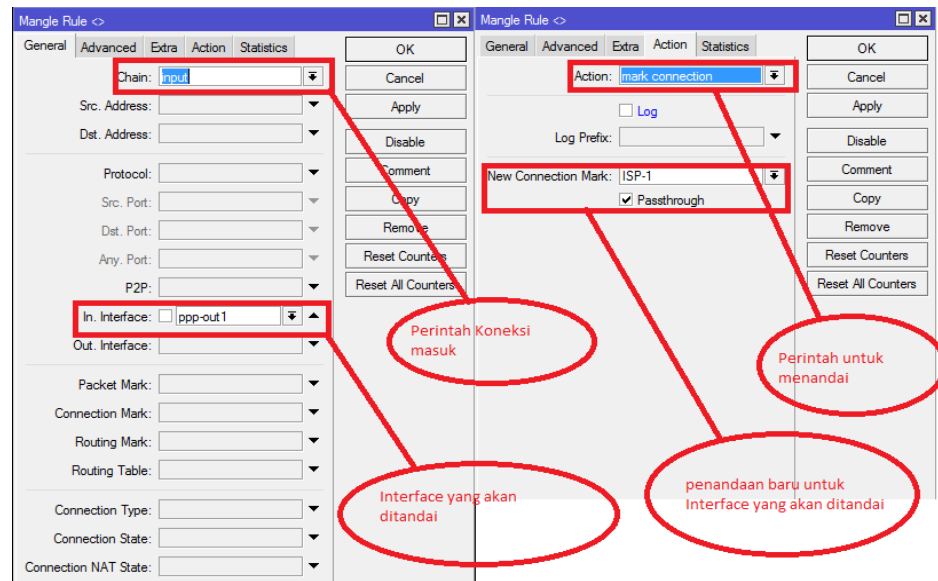
untuk tahapan dalam *setting* PCC pada *Mangle* dapat dilihat seperti berikut:



Gambar 4.6 Tahap *setting* PCC pada *Mangle*

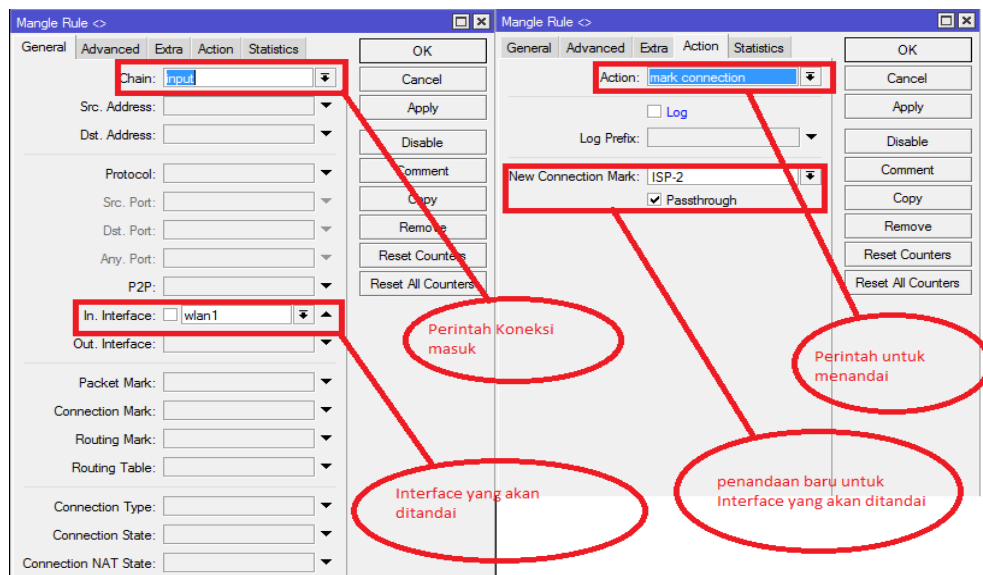
Sesuai dengan gambar 4.6 langkah dalam *setting* PCC pada *mangle* seperti berikut:

- a. untuk menandai koneksi yang masuk (*Input*) dari jaringan ISP ke sebuah penanda yang telah ditentukan untuk jaringan lokal nantinya dalam hal ini akan ditentukan jaringan ISP (*in-interface=ppp-out1*) akan ditandai dengan ISP-1 (*new-connction mark=ISP-1*), seperti berikut:



Gambar 4.7 Menandakan koneksi Masuk (*Input*) ISP-1

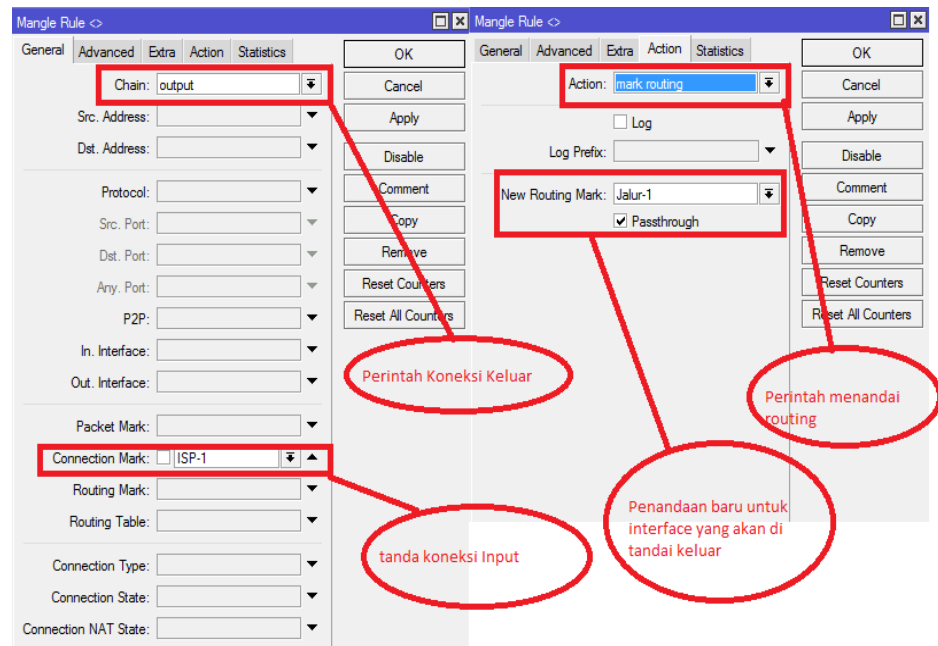
Lakukan hal yang sama pada ISP-2 tentukan jaringan ISP (*in-interface=wlan1*) akan ditandai dengan ISP-2 (*new-connection mark=ISP-2*), seperti berikut:



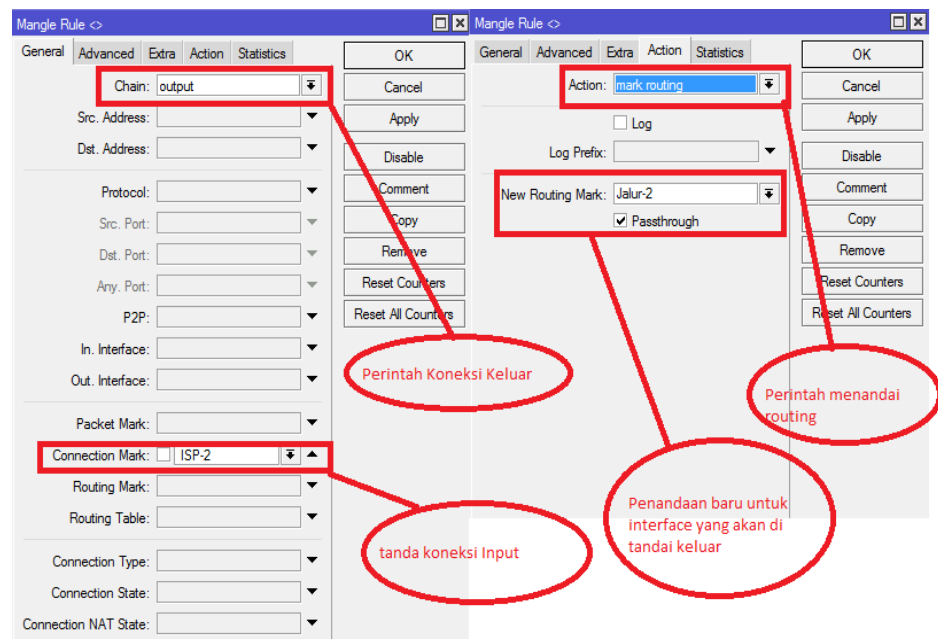
Gambar 4.8 Menandakan koneksi Masuk (*Input*) ISP-2

- b. Kemudian setelah adanya penandaan koneksi yang masuk (*Input*) maka dapat dilakukan penandaan koneksi yang keluar (*Output*) dari

koneksi internet wlan1 (ISP-1) dilakukan *mark-routing* atau ditandai pada Jalur-1 dan untuk ppp-out1 (ISP-2) dilakukan *mark-routing* atau ditandai pada Jalur-2, seperti berikut:

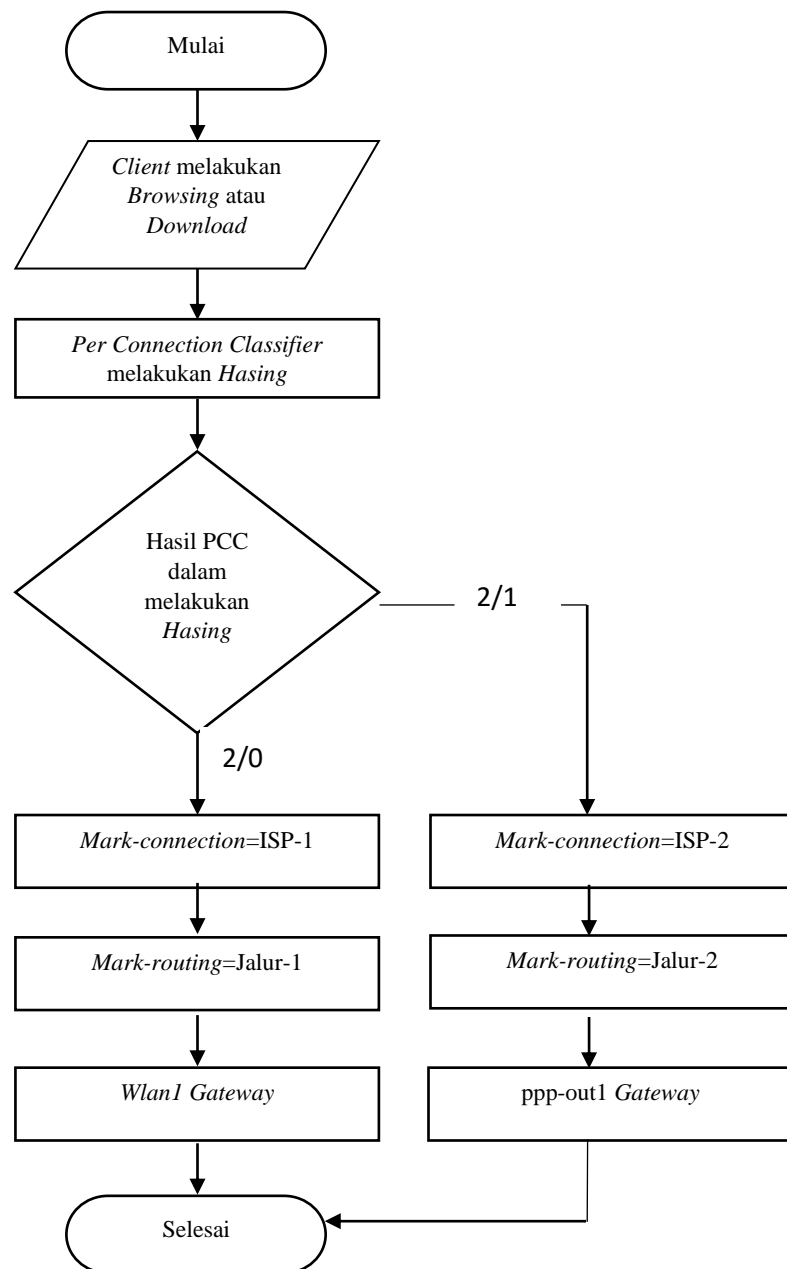


Gambar 4.9 Menandakan koneksi Keluar (*Output*) Jalur-1



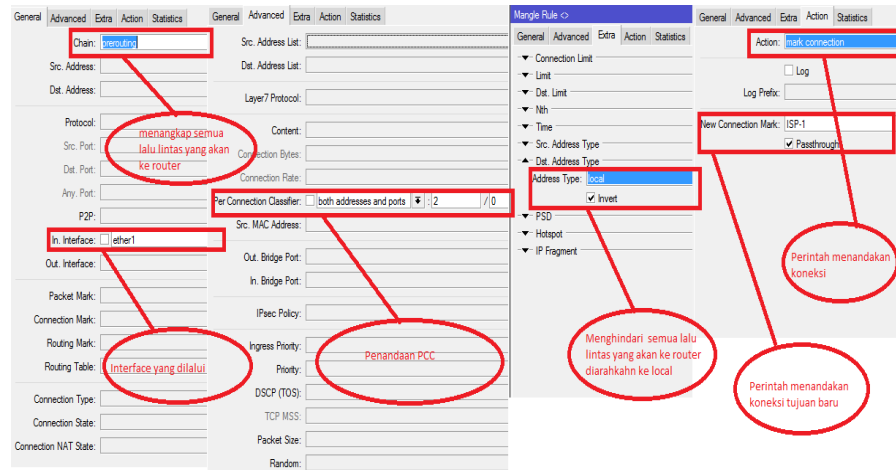
Gambar 4.10 Menandakan Koneksi keluar (*Output*) Jalur-2

- c. Masuk ke tahap dimana konfigurasi PCC berada. *Per Connection Classifier* bekerja dengan mengelompokkan koneksi yang keluar (*Output*) dan masuk (*Input*) melalui *router* yang dijadikan beberapa kelompok yang nantinya digunakan hasil algoritma *hashing* dan pembagian sesuai dengan jumlah yang sudah ditentukan. *Router* bekerja dengan melakukan pencatatan terhadap jalur *gateway* yang dilewati dari awal koneksi, sehingga saat paket-paket selanjutnya yang masih berhubungan dengan koneksi awalnya akan dilalui jalur *gateway* yang sama. Hal ini menjadikan metode PCC memiliki kelebihan dibandingkan metode *load balance* yang lain, dimana sering terjadi kegagalan yang disebabkan oleh perpindahan *gateway*. Hal ini pula yang menjadi pertimbangan penulis dalam memilih metode PCC sebagai metode *load balance* yang digunakan untuk penelitian ini. Dengan menggunakan metode PCC koneksi dapat dibagi menjadi 2 jalur. PCC akan menjumlahkan *Both Address and Port* tiap koneksi, dengan menggunakan 2 jalur koneksi *internet* maka hasil dari pembagian akan digunakan sebagai penanda. Untuk hasil 0 maka koneksi akan ditandai sebagai ISP-1 dan melewati *routing-mark=Jalur-1* dan untuk hasil 1 maka koneksi akan ditandai dengan ISP-2 melewati *routing-mark=Jalur-2*, dapat digambarkan berikut:



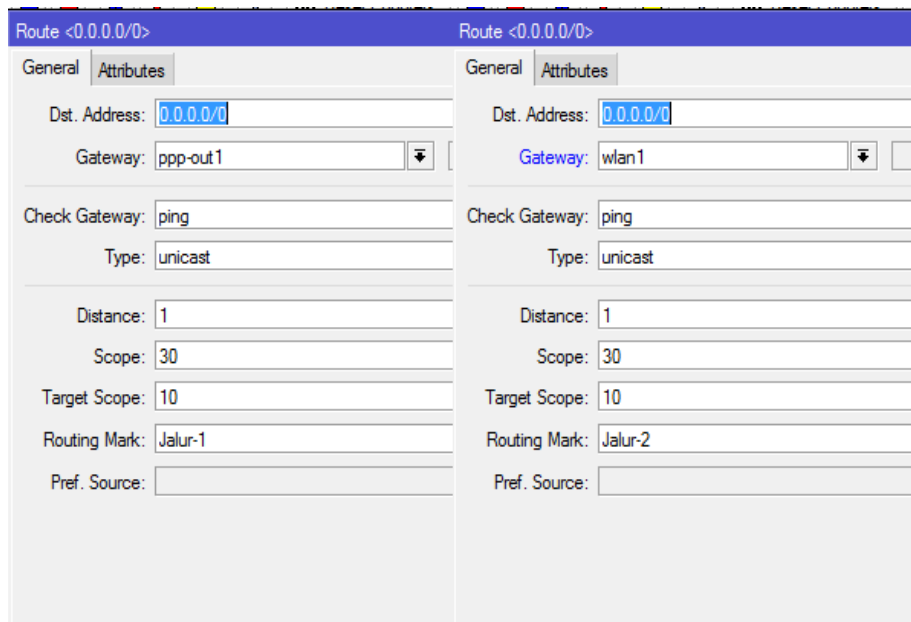
Gambar 4.11 Cara kerja Metode PCC dalam penerapan *Load Balance*

Untuk melihat bagaimana proses dari *setting* PCC pada *mangle* yaitu seperti berikut:



Gambar 4.12 Setting Metode PCC pada *Mangle*

- d. Setelah PCC di *setting* kemudian untuk mendukung PCC dibutuhkan jalur yang dilalui *gateway* dalam melakukan *marking* maka lakukan *setting* pada *Route*.



Gambar 4.13 Setting *Route*

4.2.3 Pengujian dan Analisa Metode PCC dengan *Quality of Service (QoS)*

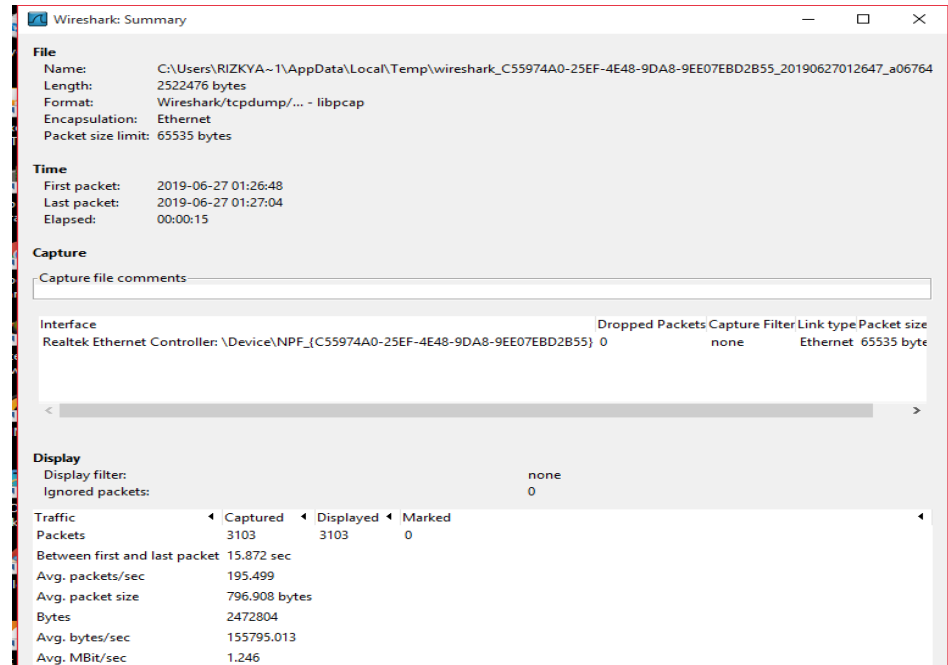
Setelah melalui tahap penerapan yang telah dilakukan kemudian Metode PCC dalam penerapan *Load Balance* di uji dengan parameter QoS untuk parameter tersebut yaitu *delay*, *throughput*, dan *packetloss*. Pengujian ini menggunakan perangkat lunak pendukung yaitu *Wireshark*.

a. Pengujian dengan *Wireshark*

Dalam pengujian yang akan dianalisis yaitu menggunakan aplikasi *nettools wireshark*. Pengujian dilakukan dengan tiap-tiap *client* melakukan uji mengunduh atau *download* sebuah file yang berukuran 1479 KB (1.44 MB) dengan waktu ditentukan dari selesainya pengunduhan. Kemudian pengujian yang dilakukan dengan tingkat sinyal dan kecepatan yang disediakan oleh ISP berbeda – beda. Nantinya dilakukan pengujian dengan mematikan salah satu ISP untuk melihat apakah PCC bekerja dengan semestinya dalam mendistribusikan beban *trafik* terhadap dua atau lebih jalur koneksi secara seimbang, agar *trafik* dapat bekerja dengan optimal, memaksimalkan *throughput*, memperkecil waktu tanggap, dan menghindari *overload* pada salah satu jalur koneksi internet pada penerapan *Load Balance*.

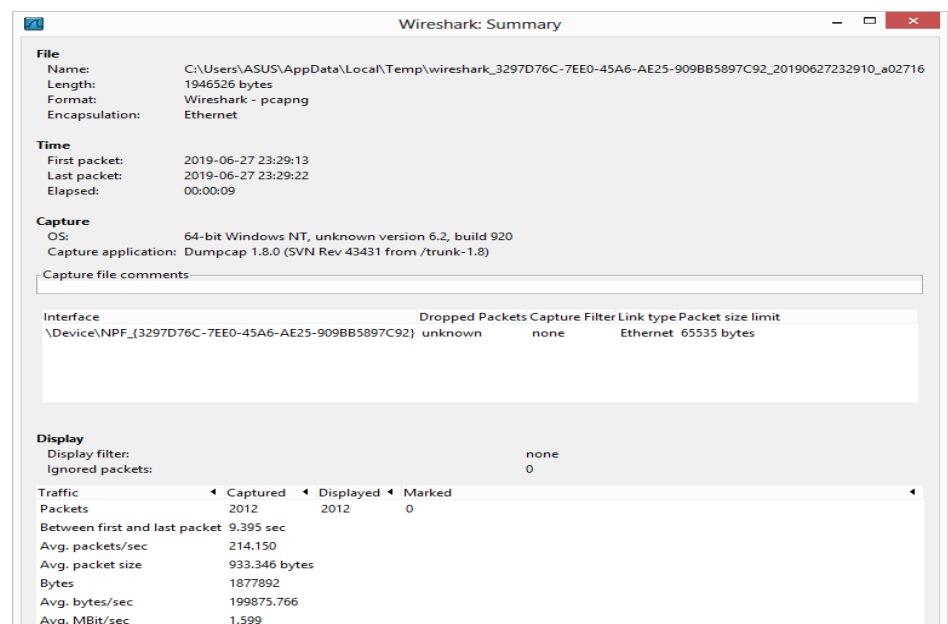
Pengujian dengan kedua ISP aktif atau ISP-1 aktif dan ISP-2 aktif:

1) *Client 1*

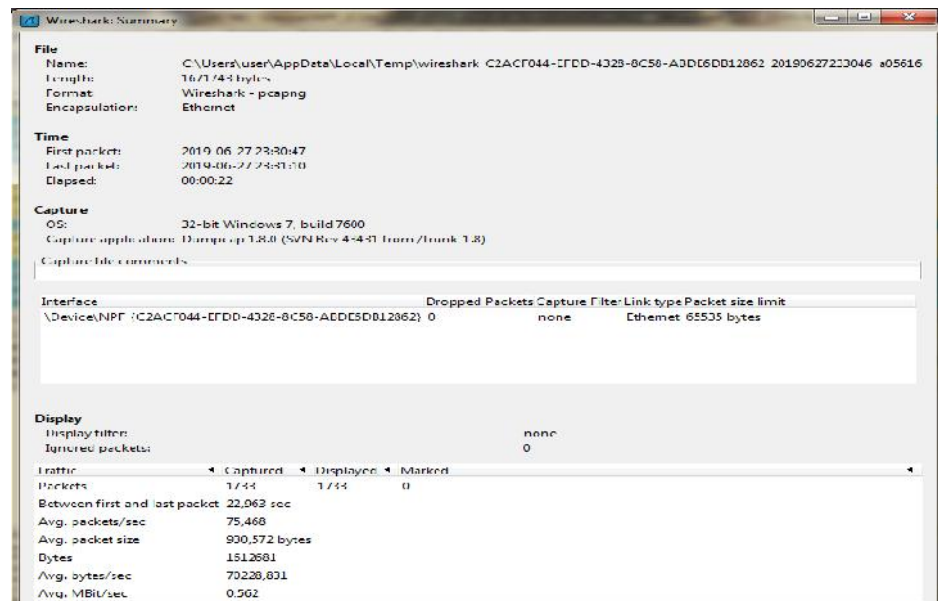


Gambar 4.14 Kedua ISP aktif *client 1*

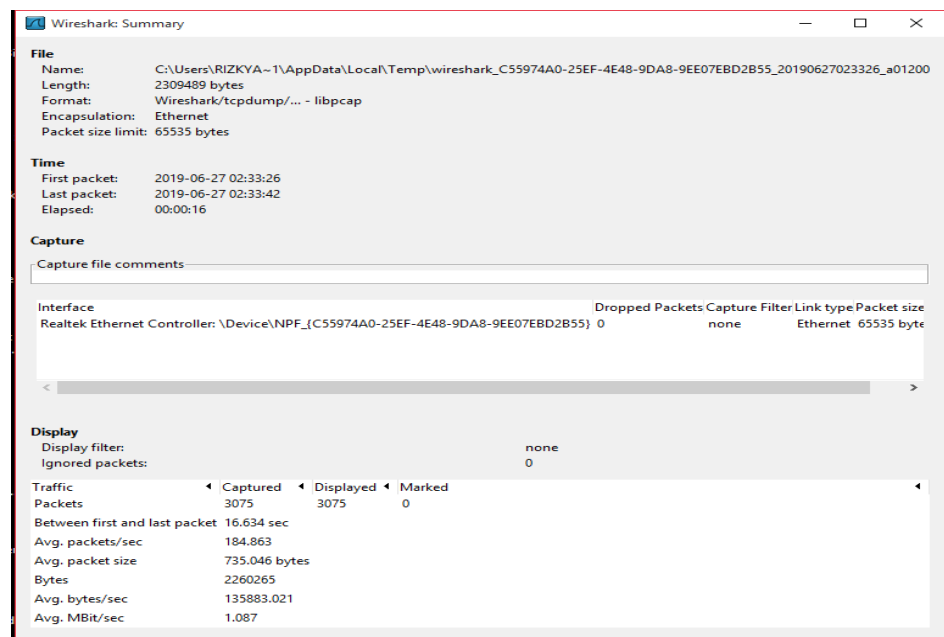
2) *Client 2*

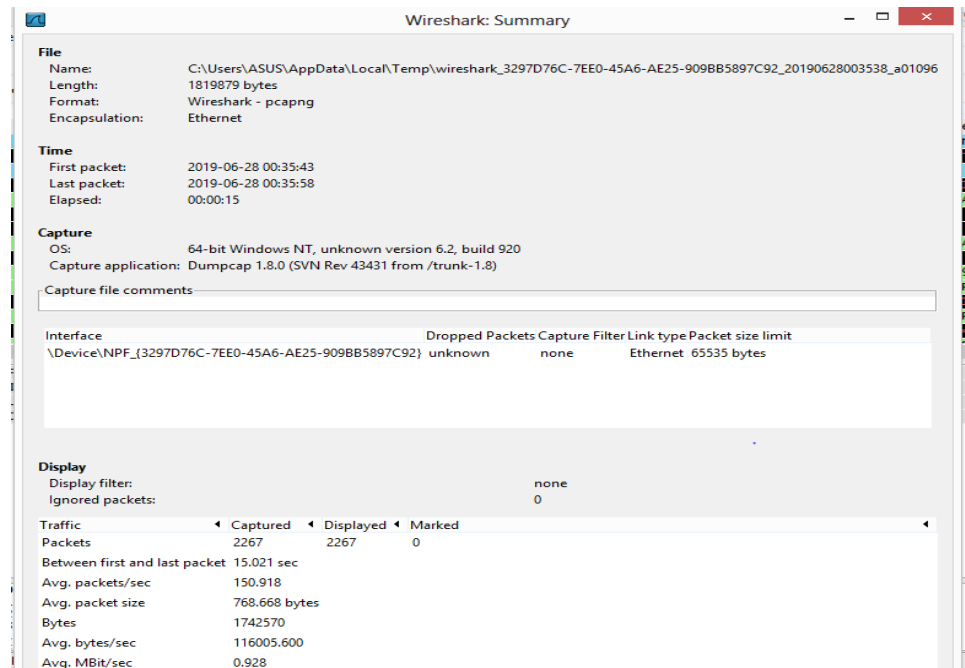
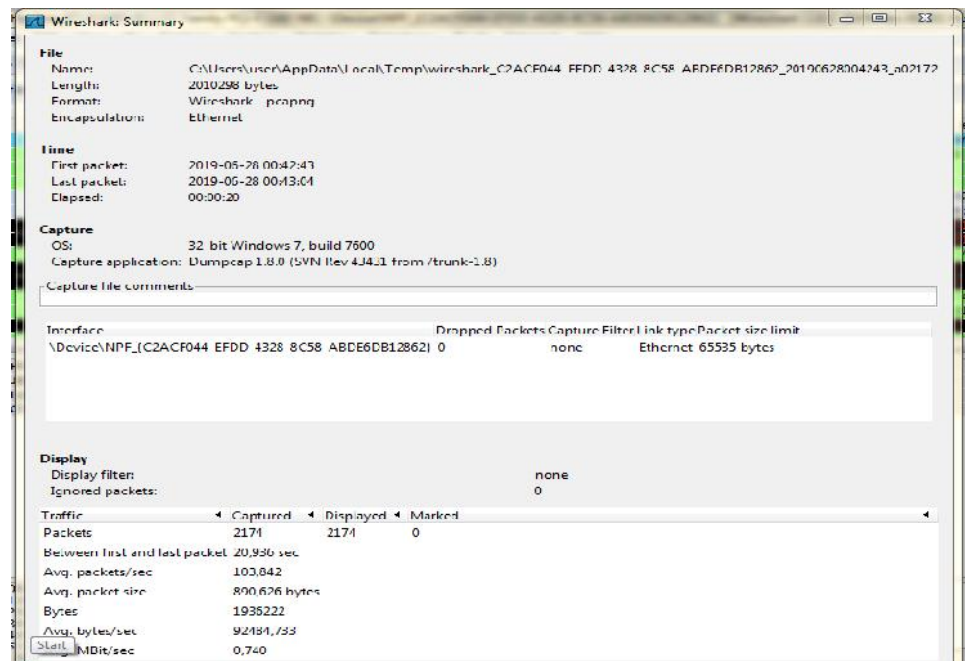


Gambar 4.15 Kedua ISP aktif *client 2*

3) *Client 3*Gambar 4.16 Kedua ISP aktif *client 3*

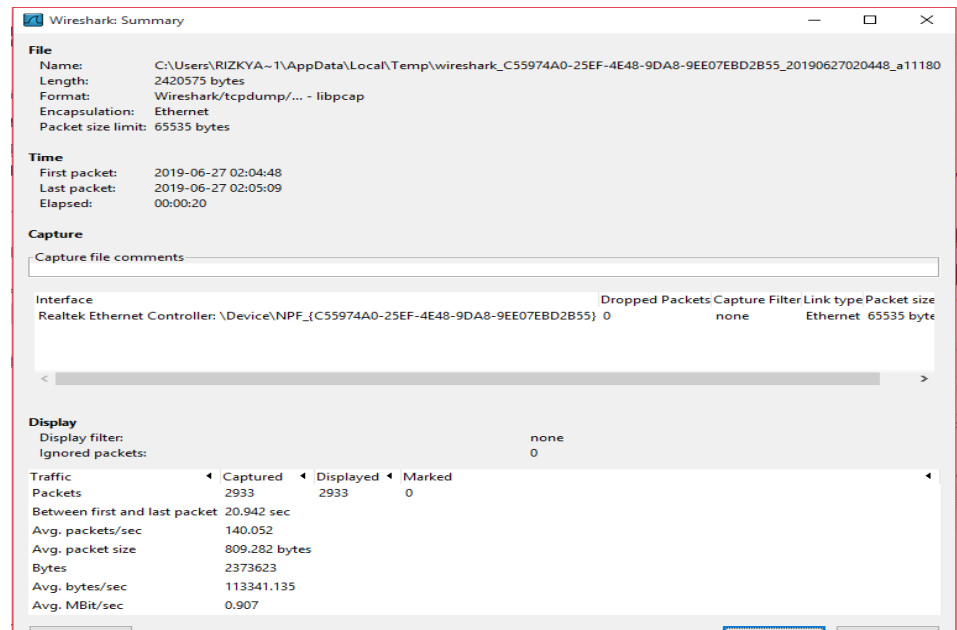
Pengujian dengan salah satu ISP tidak aktifkan atau ISP-1 aktif dan ISP-2 tidak aktif:

1) *Client 1*Gambar 4.17 ISP-2 tidak aktif *client 1*

2) *Client 2*Gambar 4.18 ISP-2 tidak aktif *client 2*3) *Client 3*Gambar 4.19 ISP-2 tidak aktif *client 3*

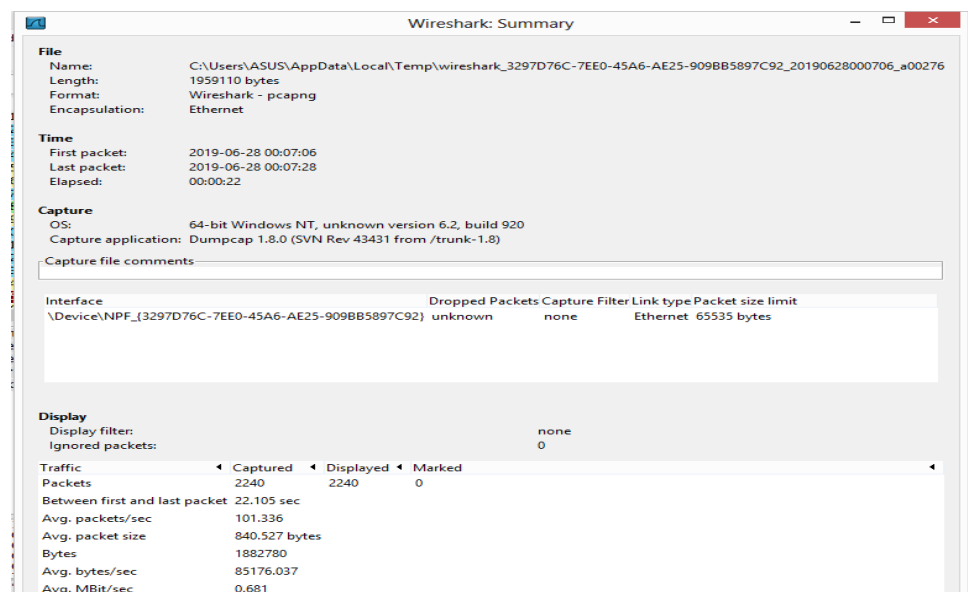
Pengujian dengan salah satu ISP tidak aktifkan atau ISP-1 tidak aktif dan ISP-2 aktif:

1) *Client 1*



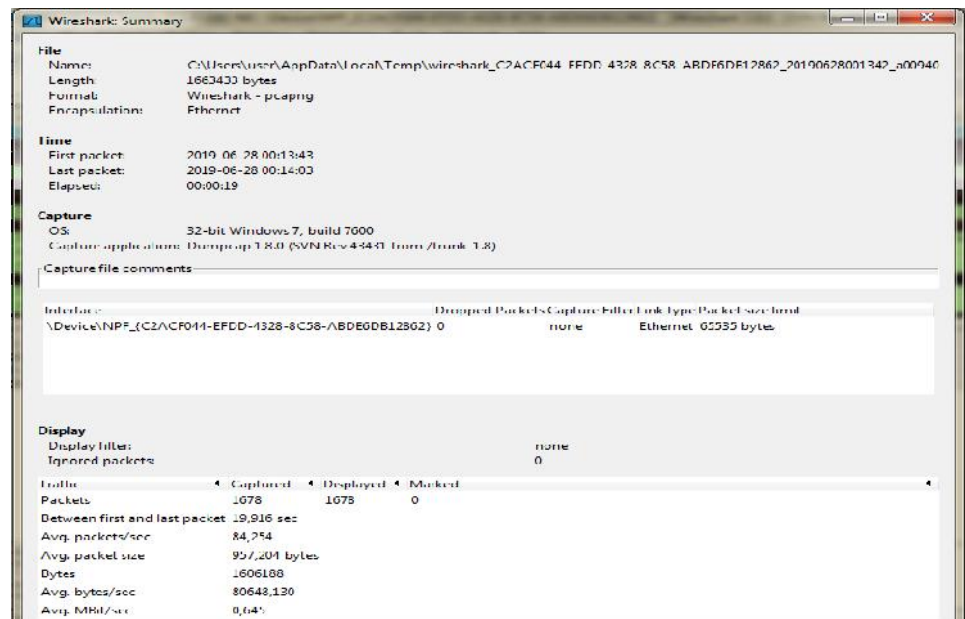
Gambar 4.20 ISP-1 tidak aktif *client 1*

2) *Client 2*



Gambar 4.21 ISP-1 tidak aktif *client 2*

3) Client 3



Gambar 4.22 ISP-1 tidak aktif *client 3*

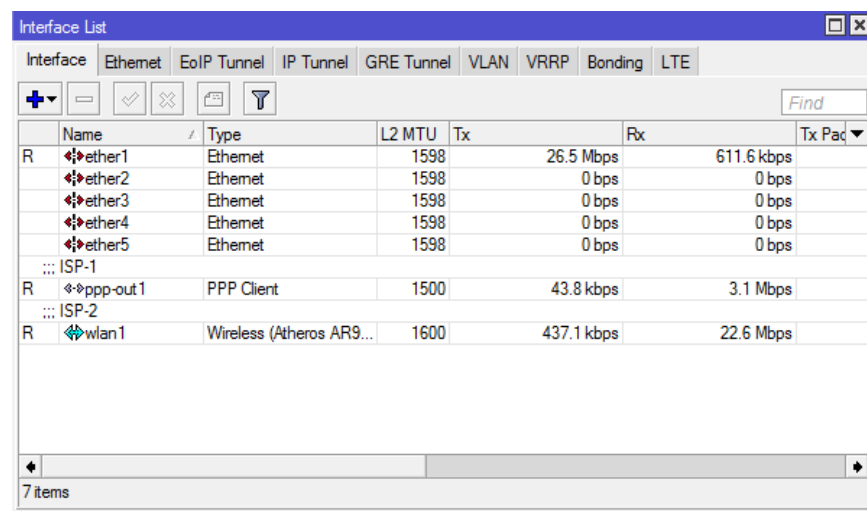
b. Analisis Metode *Per Connection Classifier* (PCC)

Metode yang digunakan adalah *Per Connection Classifier* (PCC), yang membagi arah suatu paket menuju *gateway* suatu koneksi tertentu. Metode PCC berkemampuan dalam melakukan *per connection load balance* dengan kelebihan mampu melakukan *per-address per load balance*.

PCC berjalan dalam mengelompokkan trafik atau lalulintas data koneksi yang masuk dan keluar baik ke *router* atau dari *router* menjadi beberapa kelompok, yang dapat dibedakan berdasarkan *source address*, *destination address*, *source port*, dan *destination port*. Kelebihan PCC adalah menjadikan *router* mampu mengingat jalur *gateway* yang telah dilalui diawal trafik atau lalu lintas data koneksi,

hingga paket data selanjutnya yang masih berhubungan akan diarahkan pada jalur *gateway* yang sama dengan paket data sebelumnya yang sudah dikirim.

Pengujian yang dilakukan untuk menganalisa metode PCC dalam penerapan *Load Balance* dengan dilakukannya aktifitas menggunakan fasilitas dari *live streaming* di situs useetv.com yang nantinya apakah metode PCC dapat menandai jalur atau *gateway* mana yang dapat dipergunakan. Pengujian Metode PCC dapat dilakukan dengan mengharapkan berjalan efektif dan mendekati seimbang bila banyaknya penggunaan dari koneksi yang terjadi, besarnya trafik yang dilalui pada ppp-out1 dan wlan1 dapat dipantau dengan menggunakan aplikasi winbox itu sendiri. Seperti berikut:



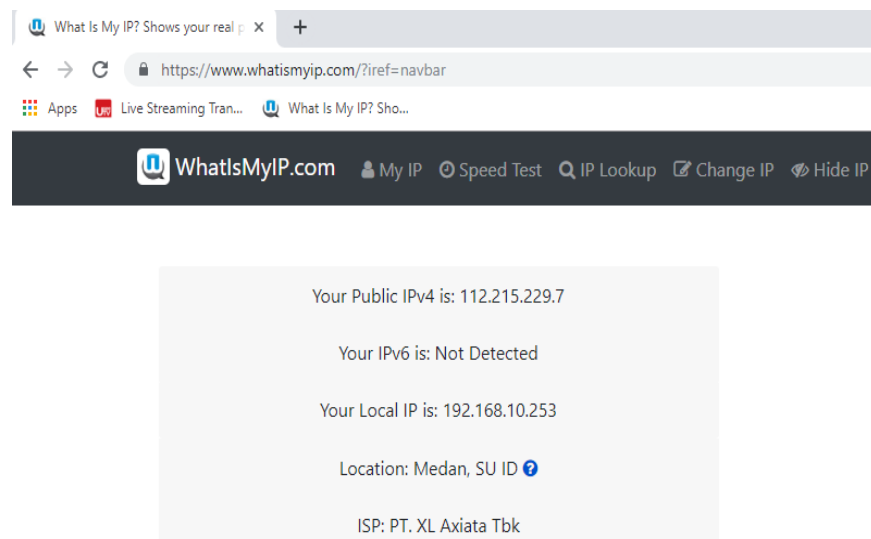
	Name	Type	L2 MTU	Tx	Rx	Tx Pac
R	ether1	Ethernet	1598	26.5 Mbps	611.6 kbps	
	ether2	Ethernet	1598	0 bps	0 bps	
	ether3	Ethernet	1598	0 bps	0 bps	
	ether4	Ethernet	1598	0 bps	0 bps	
	ether5	Ethernet	1598	0 bps	0 bps	
...	ISP-1					
R	ppp-out1	PPP Client	1500	43.8 kbps	3.1 Mbps	
...	ISP-2					
R	wlan1	Wireless (Atheros AR9...	1600	437.1 kbps	22.6 Mbps	

Gambar 4.23 pengujian PCC dengan uji *live streaming*

Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.23 trafik pada kedua *interface* berjalan secara fluktuatif. Namun apabila dicermati terlihat bahwa kepadatan trafik yang mengalir melalui wlan1 menuju ISP2

selalu lebih besar daripada trafik yang mengalir melalui ppp-out1 menuju ISP1 dikarenakan besaran *bandwidth* yang disediakan oleh kedua ISP berbeda-beda tergantung dari jenis *provider* yang menyediakan.

Pengujian yang selanjutnya dilakukan dengan menggunakan *website* pendeteksi alamat IP. Dalam pengujian ini *website* yang digunakan yaitu *www.whatismyip.com* dengan menggunakan *website* ini maka akan terlihat alamat IP dari gateway yang digunakan seperti berikut:



Gambar 4.24 Pengujian dengan pendeteksi IP (*gateway*)

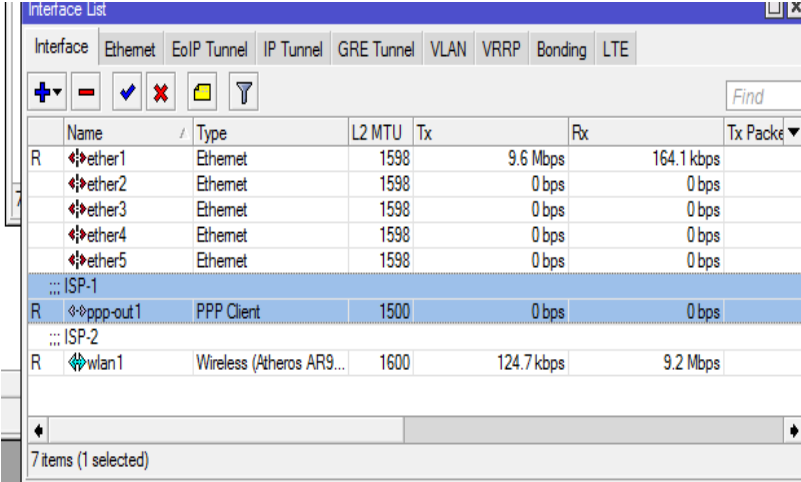
Pada gambar 4.26 diatas menunjukkan bahwa IP yang digunakan yaitu 112.215.229.7. Pengujian dilakukan dengan cara *reload* halaman *website* pendeteksi alamat IP dengan rentang waktu selama 3 detik sebanyak 5 kali, maka diperoleh hasil berikut:

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Alamat IP

Pengujian	Alamat IP yang diperoleh
1	112.215.229.7
2	112.215.229.7
3	112.215.229.7
4	112.215.229.7
5	112.215.229.7

Pada tabel 4.3 menunjukkan penggunaan *gateway* pada *load balancing* metode Per Connection Classifier (PCC) bahwa *gateway* yang digunakan tetap karena koneksi pertama PCC *load balance* menyimpan jalur berdasarkan *source address* dan *destination address* pada PCC *matcher* sehingga pada saat terjadi koneksi lagi akan dilewatkan ke jalur yang sudah ditetapkan PCC *matcher*. Maka dari hasil pengujian tersebut dapat ditarik analisa bahwa pada metode PCC terbukti satu koneksi akan menggunakan *gateway* secara tetap pada batas waktu tertentu berdasarkan *source address* dan *destination address*.

Bila dalam penerapan *Load Balance* tidak adanya metode *Per Connection Classifier* maka penggunaan trafik dan permintaan jalur *gateway* untuk koneksi internet hanya menggunakan 1 beban ISP saja, jadi *client* dapat menikmati koneksi internet hanya melalui salah satu ISP yang lebih dahulu digunakan seperti berikut:



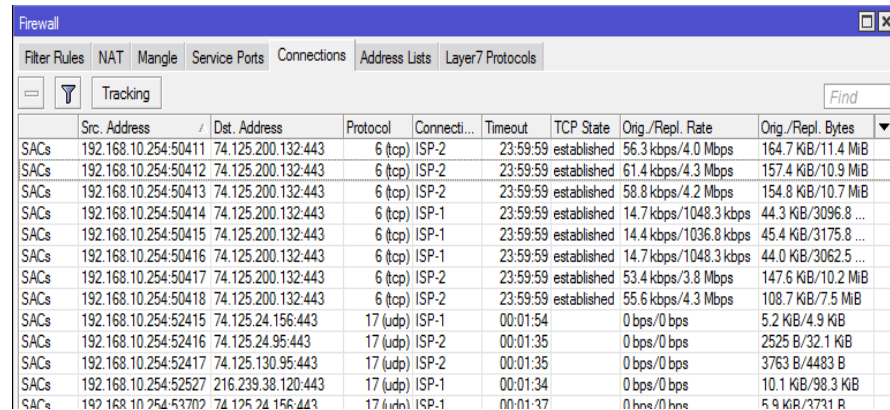
Interface	Name	Type	L2 MTU	Tx	Rx	Tx Packets
R	ether1	Ethernet	1598	9.6 Mbps	164.1 kbps	
	ether2	Ethernet	1598	0 bps	0 bps	
	ether3	Ethernet	1598	0 bps	0 bps	
	ether4	Ethernet	1598	0 bps	0 bps	
	ether5	Ethernet	1598	0 bps	0 bps	
... ISP-1						
R	ppp-out.1	PPP Client	1500	0 bps	0 bps	
... ISP-2						
R	wlan1	Wireless (Atheros AR9...	1600	124.7 kbps	9.2 Mbps	

Gambar 4.25 Pengujian penerapan *Load Balance* Metode PCC tidak aktif menggunakan ISP 2

Dalam gambar 4.25 dijelaskan bahwa penggunaan ISP2 lebih dahulu digunakan sebab ISP1 dalam keadaan mati sebelum kedua ISP digunakan secara bersamaan, begitu pula dengan sebaliknya bila ISP 2 ditidak aktifkan kemudian diaktifkan kembali maka penggunaan ISP1 lebih digunakan. Jadi dapat disimpulkan *Load Balance* tanpa adanya metode PCC maka *Load Balance* tidak bekerja dalam menyeimbangkan koneksi trafik untuk client akan tetapi lebih menggunakan salah satu ISP.

Dari apa yang telah dilakukan didapati sifat dari PCC yang akan mengingat jalur yang telah dilalui trafik koneksi, maka dilakukan analisis koneksi yang terjadi dan besar paket yang dilalui pada masing-masing *interface* sehingga dapat diketahui metode PCC bekerja dengan baik atau belum.

Berikut hasil *monitoring* yang terjadi ketika salah satu *Client* melakukan pengunduhan sebuah file:



	Src. Address	/	Dst. Address	Protocol	Connecti...	Timeout	TCP State	Orig./Repl. Rate	Orig./Repl. Bytes
SACs	192.168.10.254:50411		74.125.200.132:443	6 (tcp)	ISP-2	23:59:59	established	56.3 kbps/4.0 Mbps	164.7 KiB/11.4 MiB
SACs	192.168.10.254:50412		74.125.200.132:443	6 (tcp)	ISP-2	23:59:59	established	61.4 kbps/4.3 Mbps	157.4 KiB/10.9 MiB
SACs	192.168.10.254:50413		74.125.200.132:443	6 (tcp)	ISP-2	23:59:59	established	58.8 kbps/4.2 Mbps	154.8 KiB/10.7 MiB
SACs	192.168.10.254:50414		74.125.200.132:443	6 (tcp)	ISP-1	23:59:59	established	14.7 kbps/1048.3 kbps	44.3 KiB/3096.8 ...
SACs	192.168.10.254:50415		74.125.200.132:443	6 (tcp)	ISP-1	23:59:59	established	14.4 kbps/1036.8 kbps	45.4 KiB/3175.8 ...
SACs	192.168.10.254:50416		74.125.200.132:443	6 (tcp)	ISP-1	23:59:59	established	14.7 kbps/1048.3 kbps	44.0 KiB/3062.5 ...
SACs	192.168.10.254:50417		74.125.200.132:443	6 (tcp)	ISP-2	23:59:59	established	53.4 kbps/3.8 Mbps	147.6 KiB/10.2 MiB
SACs	192.168.10.254:50418		74.125.200.132:443	6 (tcp)	ISP-2	23:59:59	established	55.6 kbps/4.3 Mbps	108.7 KiB/7.5 MiB
SACs	192.168.10.254:52415		74.125.24.156:443	17 (udp)	ISP-1	00:01:54		0 bps/0 bps	5.2 KiB/4.9 KiB
SACs	192.168.10.254:52416		74.125.24.95:443	17 (udp)	ISP-2	00:01:35		0 bps/0 bps	2525 B/32.1 KiB
SACs	192.168.10.254:52417		74.125.130.95:443	17 (udp)	ISP-2	00:01:35		0 bps/0 bps	3763 B/4483 B
SACs	192.168.10.254:52527		216.239.38.120:443	17 (udp)	ISP-1	00:01:34		0 bps/0 bps	10.1 KiB/98.3 KiB
SACs	192.168.10.254:53702		74.125.24.156:443	17 (udp)	ISP-1	00:01:27		0 bps/0 bps	5.9 KiB/3721 B

Gambar 4.26 Pengujian membuktikan PCC bekerja secara *Classifier*

Dari monitoring yang telah dilakukan mendapatkan hasil koneksi yang telah ditandai dengan ISP-1 dan ISP-2 hampir berimbang 3 dan 5 kali, hal ini berarti PCC telah menandai koneksi yang terjadi secara seimbang, yang selanjutnya akan diserahkan pada proses *routing* yaitu koneksi yang ditandai sebagai ISP-1 akan dilalui ke *routing-mark* Jalur-1 yaitu menggunakan *gateway* ppp-out1 dan koneksi yang ditandai sebagai ISP-2 akan dilalui ke *routing-mark* Jalur-2 yaitu menggunakan *gateway* wlan1.

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Simpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil penelitian mengenai *Per Connection Classifier* (PCC) dalam penerapan *load balancing* yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. PCC bekerja dengan cara mengelompokkan trafik koneksi yang keluar/masuk *router* menjadi beberapa kelompok, kemudian dibedakan berdasarkan alamat IP pengirim (*source address*), alamat IP penerima (*destination address*), *port* pengirim (*source port*), dan *port* penerima (*destination port*).
- b. *Load balancing* menggunakan metode *Per Connection Classifier* (PCC) akan dapat berjalan semakin seimbang dan efektif apabila menggunakan koneksi *client* yang semakin banyak.
- c. Pengujian Metode PCC dilakukan dengan membagi beban trafik ataupun besarnya trafik yang dilalui pada ISP1 dan ISP2 yang dipantau dengan menggunakan aplikasi *winbox*.
- d. Pengujian *Quality of Service* (QoS) dilakukan dengan menggunakan parameter *delay*, *throughput*, dan *packet loss* dengan cara mengujinya pada aplikasi *netools* *wireshark*.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai *Per Connection Clasiifier* (PCC) dalam penerapan *load balancing*, masih membutuhkan saran-saran untuk mendukung kesempurnaan dalam penelitian ini, saran tersebut diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Untuk kedepannya penelitian ini lebih diperhatikan lagi tingkat keamanan sistemnya karena sangat mudah untuk konfigurasi *firewall* pada *load balancing*.
- b. Untuk kedepannya penelitian dapat menerapkan dan menganalisa *load balancing* dengan metode selain *Per Connection Clasiifier* (PCC) seperti metode *Nth*, *Equal Cost Multi Path* (ECMP), *Per Connection Queue* (PCQ) ataupun menggabungkan beberapa metode dalam satu penerapan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anif M, dkk. 2018. Implementasi Teknologi *Load Balancing* Dua Jalur *Internet Service Provide* (ISP) menggunakan Metode *Per Connection Classifier* (PCC) di Pondok Pesantren Yasin Kudus. *Jati Emas (Jurnal Aplikasi Teknik dan Pengabdian Masyarakat)*. Vol. 2 No. 1. e-ISSN: 2550-0821.
- Bhayangkara F. J., dan Riadi I. 2014. Implementasi *Proxy Server* Dan *Load Balancing* Menggunakan Metode *Per Connection Classifier* (PCC) Berbasis Mikrotik. *Jurnal Sarjana Teknik Informatika*. Vol. 2 No. 2. e-ISSN: 2338-5197.
- Dhany, H. W., Izhari, F., Fahmi, H., Tulus, M., & Sutarman, M. (2017, October). Encryption and decryption using password based encryption, MD5, and DES. In *International Conference on Public Policy, Social Computing and Development 2017 (ICOPOSDev 2017)* (pp. 278-283). Atlantis Press.
- Erika, Winda, Heni Rachmawati, and Ibnu Surya. "Enkripsi Teks Surat Elektronik (E-Mail) Berbasis Algoritma Rivest Shamir Adleman (RSA)." *Jurnal Aksara Komputer Terapan* 1.2 (2012).
- Elhanafi A. M., Lubis I., dan Muhazir A. 2018. Simulasi Implementasi *Load Balancing* PCC Menggunakan Simulator Gns3. *Publikasi Jurnal Penelitian Teknik Informatika Universitas Prima Indonesia (UNPRI) Medan*. Vol. 1 No. 1. e-ISSN : 2541-2019.
- Fachri, Barany. Perancangan Sistem Informasi Iklan Produk Halal Mui Berbasis Mobile Web Menggunakan Multimedia Interaktif. *Jurasik (Jurnal Riset Sistem Informasi dan Teknik Informatika)*, 2018, 3: 98-102.
- Fuad, R. N., & Winata, H. N. (2017). Aplikasi keamanan file audio wav (waveform) dengan terapan algoritma RSA. *InfoTekJar: Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan*, 1(2), 113-119.
- Ginting, G., Fadlina, M., Siahaan, A. P. U., & Rahim, R. (2017). Technical approach of TOPSIS in decision making. *Int. J. Recent Trends Eng. Res*, 3(8), 58-64.
- Hafni, Layla, and Rismawati Rismawati. "Analisis faktor-faktor internal yang mempengaruhi nilai perusahaan pada perusahaan manufaktur yang terdaftar di BEI 2011-2015." *Bilancia: Jurnal Ilmiah Akuntansi* 1.3 (2017): 371-382.

- Hamdi, Muhammad Nurul, Evi Nurjanah, and Latifah Safitri Handayani. "Community development based on Ibnu Khaldun thought, sebuah interpretasi program pemberdayaan UMKM di bank zakat el-zawa." *EL MUHASABA: Jurnal Akuntansi (e-journal)* 5.2 (2014): 158-180.
- Hariyanto, E., & Rahim, R. (2016). Arnold's cat map algorithm in digital image encryption. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 5(10), 1363-1365.
- Haryanto M. D., Dan Riadi I. 2014. Analisis Dan Optimalisasi Jaringan Menggunakan Teknik Load Balancing (Studi Kasus Jaringan Uad Kampus 3). *Jurnal Sarjana Teknik Informatika*. Vol 2. No. 3. e-ISSN: 2338-5197.
- Hartanto, S. (2017). Implementasi fuzzy rule based system untuk klasifikasi buah mangga. *TECHSI-Jurnal Teknik Informatika*, 9(2), 103-122.
- Harumy, T. H. F., & Sulistianingsih, I. (2016). Sistem penunjang keputusan penentuan jabatan manager menggunakan metode MFE pada CV. Sapo Durin. In *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia* (pp. 6-7).
- Havena, M., & Marlina, L. (2018). The Technology of Corn Processing as an Effort to Increase The Income of Kelambir V Village. *Journal of Saintech Transfer*, 1(1), 27-32.
- Indra Permana, A. M. I. N. U. D. D. I. N. "Sistem Pakar Mendeteksi Hama dan Penyakit Tanaman Kelapa Sawit pada PT. Moeis Kebun Sipare-Pare Kabupaten Batubara." (2013).
- Kurnia, D., Dafitri, H., & Siahaan, A. P. U. (2017). RSA 32-bit Implementation Technique. *Int. J. Recent Trends Eng. Res*, 3(7), 279-284.
- Kurniawan, H. (2018). Pengenalan Struktur Baru untuk Web Mining dan Personalisasi Halaman Web. *Jurnal Teknik dan Informatika*, 5(2), 13-19.
- Khairul, K., Haryati, S., & Yusman, Y. (2018). Aplikasi Kamus Bahasa Jawa Indonesia dengan Algoritma Raita Berbasis Android. *Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan*, 11(1), 1-6.
- Ikhsan Muhammad N. 2016. Analisis Performa Dan Desain Jaringan Komputer Menggunakan *Top-Down Network* Desain studi Kasus Pada CV. Merah Putih. *Jurnal Informatika*. Vol. 16 No. 2.
- Iskandar I., dan Hidayat A. 2015. Analisa *Quality of Service (QoS)* Jaringan Internet Kampus (Studi Kasus: UIN Suska Riau). *Jurnal CoreIT*. Vol 1 No. 2. ISSN: 2460-738X.

- Kurnia D. 2017. Analisis Qos Pada Pembagian *Bandwidth* Dengan Metode *Layer 7 Protocol*, *Pcq*, *Htb* Dan *Hotspot* Di Smk Swasta Al-Washliyah Pasar Senen. *CESS (Journal of Computer Engineering System and Science)*. Vol. 2 No. 2. p-ISSN :2502-7131.
- Kurniawan H., dan Pulungan R. 2011. Analisis Kinerja Beberapa Algoritma Load Balancing. Seminar Nasional Informatika 2011 (semnasIF 2011). ISSN: 1979-2328.
- Pamungkas C. A. 2016. Manajemen *Bandwidth* Menggunakan Mikrotik *Routerboard* Di Politeknik Indonusa Surakarta. *Jurnal INFORMA Politeknik Indonusa Surakarta*. Vol 1. No. 3. ISSN : 2442-7942.
- Pangestu Y., Setiyadi D., dan Khasanah F. N. 2018. Metode *Per Connection Classifier* Untuk Implementasi *Load Balancing* Jaringan Internet. *Jurnal Penelitian Ilmu Komputer, System Embedded & Logic*. Vol. 6 No. 1. p-ISSN: 2303-3304.
- Sadikin N., dan Ramadhan F. R. 2019. Implementasi *Load Balancing 2* (Dua) Isp Menggunakan Metode *Per Connection Classifier* (PCC). *Jurnal Maklumatika*. Vol. 5 No. 2. ISSN : 2407-5043.