

BAB II

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian [4] mengangkat topik dengan judul “Analisis Quality Of Service Jaringan Load Balancing Menggunakan Metode *PCC* dan *NTH*” yang dibuat oleh Saharuna Zawiyah, Nur Rini, Ahamad Sandi. Pada penelitian tersebut berfokus pada analisis kinerja dari dua metode *load balancing* yaitu *NTH* dan *PCC*, Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan *load balancing* dapat menyeimbangkan nilai *throughput* dan meminimalkan nilai *packet loss*. Nilai *throughput* pada *Nth* lebih stabil disetiap client daripada *PCC*. Namun nilai *packet loss* pada *PCC* lebih kecil daripada *Nth*. Nilai *delay* dan *jitter* tidak berpengaruh pada penerapan *load balancing*, namun *PCC* memiliki nilai *delay* dan nilai *jitter* yang lebih kecil dibandingkan *Nth*. Mekanisme *failover* berjalan baik pada kedua metode *load balancing*, namun mekanisme *failover* pada *Nth* lebih cepat daripada *PCC* dengan nilai *downtime* sebesar 3 detik perbedaan pada penelitian ini dari segi metode yaitu hanya menggunakan metode *ECMP*.

Penelitian [5] mengangkat topik dengan judul “Analisis Perbandingan Metode Load Balancing *PCC* dan *ECMP* Menggunakan *Mikrotik Hap Late Rb941*” yang dibuat oleh Rifki Alkatiri, Erwin Gunawan, dan Santosa. Pada penelitian tersebut berfokus pada perbandingan kualitas layanan internet yang memanfaatkan *load balancing* karena di perlukan nya pembagian beban trafik menjadi rata dan seimbang. Dalam pengujian yang dilakukan penelitian tersebut disimpulkan bahwa *load balancing* metode *PCC* (*Per Connection Classifier*) dapat berjalan lebih optimal dan metode *PCC* dapat membagi beban trafik secara seimbang sehingga nilai *Rx* sebesar 24.4 *Mbps* dan 25.2 *Mbps* dan menghasilkan nilai yang lebih baik dari metode *ECMP* (*Equal Cost Multipath*). Metode *PCC* memiliki nilai *Tx* dan *Rx* yang sama secara seimbang yaitu 592 *bps* sedangkan *ECMP* secara merata dan seimbang perbedaan dari

penelitian ini adalah parameter uji yang di lakukan pada penelitian ini adalah kualitas layanan jaringan internet.

Penelitian [6] tersebut juga mengangkat topik yang juga hampir mendekati dengan judul skripsi “ Analisis Litensi Metode *PCC,NTH* dan *ECMP* untuk *Load Balance* dan *Failover*” pada penelitian ini berfokus pada analisis perbandingan dari keuntungan dan kerugian dari ketiga beban tersebut. Metode dari *balancing* dan *failover* yaitu *Equal Cost Multi Path (ECMP)*, *NTH*, dan *PCC* di implementasikan dalam topologi virtual menggunakan dua *ISP* dengan menggunakan *software Winbox* dan *Mikrotik RB-941*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *Webstress Tools*, *Internet Download Manager (IDM)*, *Ping Tools*. Dan Hasil menunjukkan metode *PCC* adalah metode yang paling menguntungkan karena megklasifikasikan lalu lintas koneksi masuk dan keluar dari *router* kedalam beberapa kelompok. Pengelompokan dibedakan berdasarkan *src-address*, *dst address*, *src-port* dan *dst-port*. *Mikrotik* akan mengingat jalur *gateway* yang telah dilalui pada awal trafik koneksi. Sehingga paket data berikutnya yang masih berhubungan akan melewati jalur *gateway* yang sama dengan paket data yang dikirimkan sebelumnya perbedaan pada penelitian ini adalah tentang tools yang dipakai serta parameter uji yang di lakukan menggunakan *wireshark* untuk menghitung *QoS*.

Tabel 2. 1 Referensi

| Tahun | Judul | Metode | Objek | Hasil |
|-------|---|------------------|-----------------------------|---|
| 2020 | Analisis <i>Quality Of Service Jaringan Load Balancing</i> Menggunakan Metode <i>PCC</i> dan <i>NTH</i> | <i>NTH, PCC</i> | <i>Mikrotik Routerboard</i> | Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan <i>load balancing</i> dapat menyeimbangkan nilai throughput dan meminimalkan nilai packet loss. |
| 2021 | Analisis Perbandingan Metode <i>Load Balancing PCC</i> dan <i>ECMP</i> Menggunakan Mikrotik Hap Late Rb941 | <i>PCC, ECMP</i> | <i>Mikrotik Routerboard</i> | Hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa <i>load balancing</i> metode <i>PCC (Per Connection Classifier)</i> dapat berjalan lebih optimal dan Metode <i>PCC (Per Connection Classifier)</i> dapat membagi beban trafik secara seimbang sehingga menghasilkan nilai Rx sebesar 24.4 |

| Tahun | Judul | Metode | Objek | Hasil |
|-------|---|---------------------|-----------------------------|--|
| | | | | Mbps dan 25.2 Mbps dan menghasilkan nilai yang lebih baik dari metode <i>ECMP</i> (<i>Equal Cost Multi-Path</i>). |
| 2021 | Analisis Litensi Metode <i>PCC,NTH</i> dan <i>ECMP</i> untuk <i>Load Balance</i> dan Failover | <i>PCC,ECMP,NTH</i> | <i>Mikrotik Routerboard</i> | Hasil penelitian menunjukkan metode <i>PCC</i> karena mengklasifikasikan lalu lintas koneksi masuk dan keluar router ke dalam beberapa kelompok. |

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Jaringan Komputer

Formulir Jaringan komputer adalah sebuah kumpulan komputer, printer dan peralatan lainnya yang terhubung. Informasi dan data bergerak melalui kabel-kabel sehingga memungkinkan pengguna jaringan komputer dapat saling bertukar dokumen dan data, mencetak pada printer yang sama dan bersama sama menggunakan *hardware/software* yang terhubung dengan jaringan. Tiap komputer, *printer* atau periferan yang terhubung dengan jaringan disebut *node*. Sebuah jaringan komputer dapat memiliki dua, puluhan, ribuan atau bahkan jutaan *node*[7].

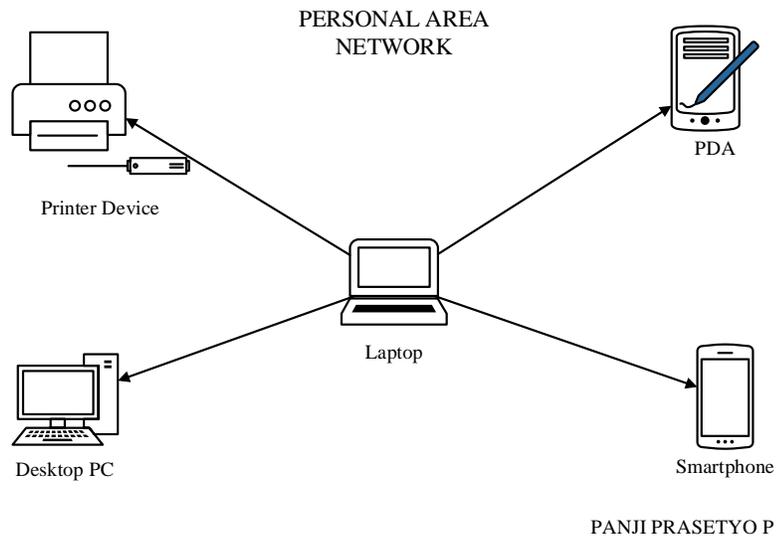
Sebuah jaringan biasanya terdiri dari 2 atau lebih komputer yang saling berhubungan diantara satu dengan yang lain, dan saling berbagi sumber daya misalnya *CDROM*, *Printer*, pertukaran file, atau memungkinkan untuk saling berkomunikasi secara elektronik. Komputer yang terhubung tersebut, dimungkinkan berhubungan dengan media kabel, saluran telepon, gelombang radio, satelit, atau sinar infra merah[7].

A. Jenis Jenis Jaringan Komputer

Jenis-jenis jaringan komputer berdasarkan cakupan areanya dapat dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu *PAN*, *LAN*, *MAN* dan *WAN*:

1) *Personal Area Network* (PAN)

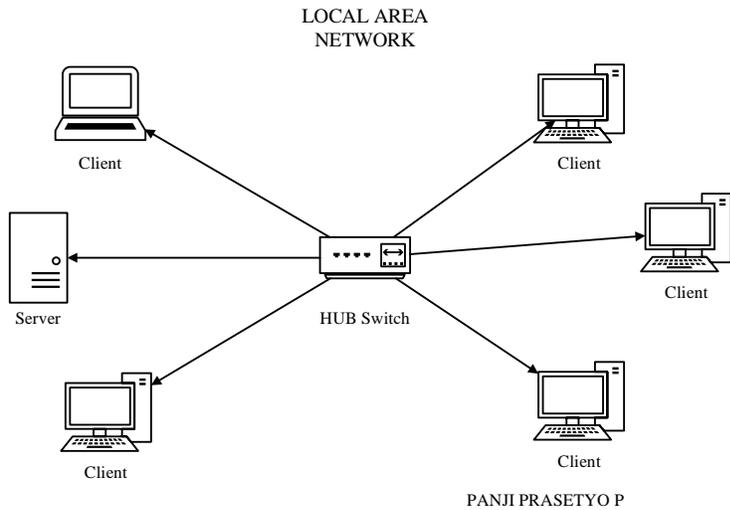
PAN adalah singkatan dari personal area network. Jenis jaringan komputer *PAN* adalah hubungan antara dua atau lebih system komputer yang berjarak tidak terlalu jauh. Biasanya Jenis jaringan yang satu ini hanya berjarak 4 sampai 6 meter saja. Jenis jaringan ini sangat sering digunakan. PAN memiliki keuntungan biasanya terdiri dari perangkat pribadi seperti ponsel, tablet, atau headset, menghubungkan perangkat-perangkat yang dekat fisik, konsumsi daya rendah pada perangkat. Kekurangan PAN adalah Jangkauan terbatas hanya beberapa meter. Tidak cocok untuk menghubungkan perangkat di area yang lebih luas. Topologi ditunjukkan pada gambar 2.1 [2].



Gambar 2. 1 Personal Area Network (PAN) [2].

2) Local Area Network (LAN)

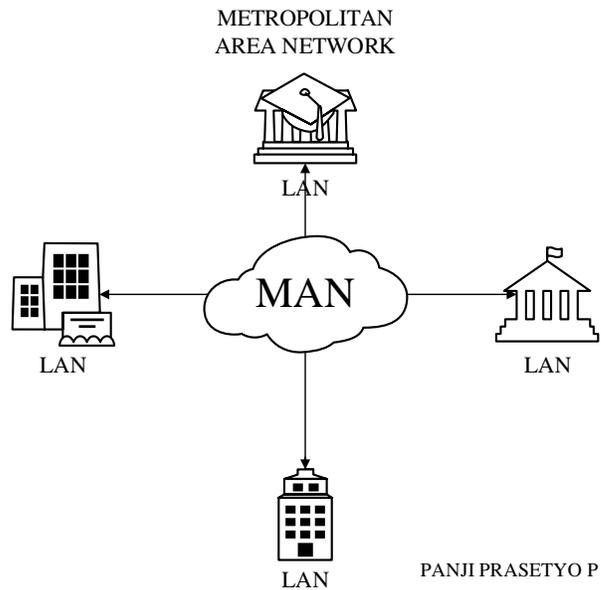
LAN adalah singkatan dari local area network. Jenis jaringan *LAN* ini sangat sering kita temui di warnet-warnet, kampus, sekolah ataupun perkantoran yang membutuhkan hubungan atau koneksi antara dua komputer atau lebih dalam suatu ruangan. Keuntungan *LAN* adalah kecepatan tinggi dalam berbagi informasi dan sumber daya karena jarak yang pendek, biaya implementasi relatif rendah, Administrasi dan pemeliharaan yang lebih mudah karena ukurannya yang terbatas. Kekurangan pada *LAN* adalah terbatas pada jarak geografis yang pendek, kemungkinan terjadi bottleneck jika banyak perangkat aktif di jaringan. Jaringan *LAN* juga merupakan jaringan yang sangat di pengaruhi oleh topologi jaringannya, topologi *LAN* pada gambar 2.2 [2].



Gambar 2. 2 Local Area Network (LAN) [2].

3) Metropolitan Area Network (MAN)

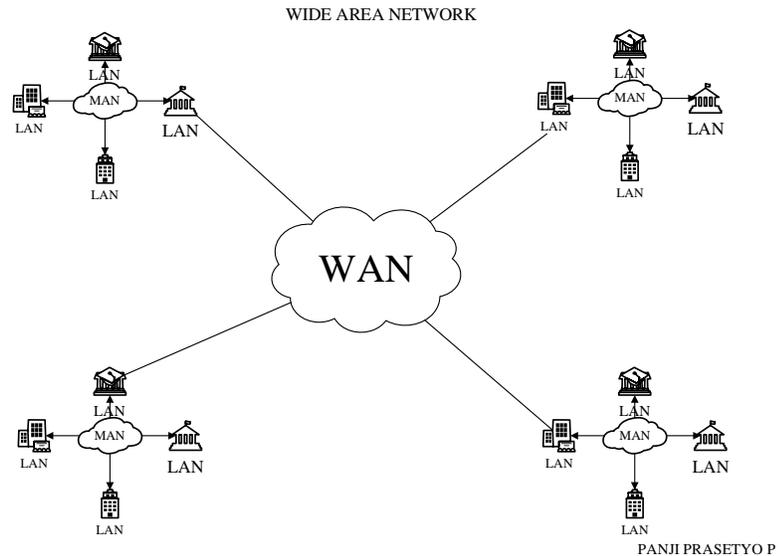
MAN singkatan dari metropolitan area network. Jenis jaringan komputer *MAN* ini adalah suatu jaringan komputer dalam suatu kota dengan transfer data berkecepatan tinggi yang menghubungkan suatu lokasi seperti sekolah, kampus, perkantoran dan pemerintahan. Sebenarnya jaringan *MAN* ini adalah gabungan dari beberapa jaringan *LAN*. Keuntungan menggunakan WAN adalah Menghubungkan area yang lebih besar daripada LAN tetapi tidak sebesar WAN, dapat digunakan untuk menghubungkan beberapa kantor atau institusi di kota yang sama. Kekurangan *MAN* adalah Implementasi dan biaya pemeliharaan dapat cukup tinggi, rentan terhadap gangguan yang dapat mempengaruhi sebagian besar area jaringan. Jangkauan dari jaringan *MAN* ini bisa mencapai 10 - 50 kilo meter, ditunjukkan pada gambar 2.3 [2].



Gambar 2. 3 Metropolitan Area Network (MAN) [2]

4) Wide Area Network (WAN)

WAN singkatan dari wide area network. WAN adalah jenis jaringan komputer yang mencakup area yang cukup besar. Keuntungan pada WAN adalah dapat menghubungkan lokasi yang jauh secara geografis, dapat mengintegrasikan cabang perusahaan di berbagai lokasi, dukungan untuk komunikasi jarak jauh. Kekurangan pada WAN adalah kecepatan sering kali lebih lambat dibandingkan dengan LAN, biaya implementasi dan pemeliharaan yang lebih tinggi, rentan terhadap gangguan dan kerentanan keamanan. contohnya adalah jaringan yang menghubungkan suatu wilayah atau suatu negara dengan negara lainnya seperti pada gambar 2.4[2].

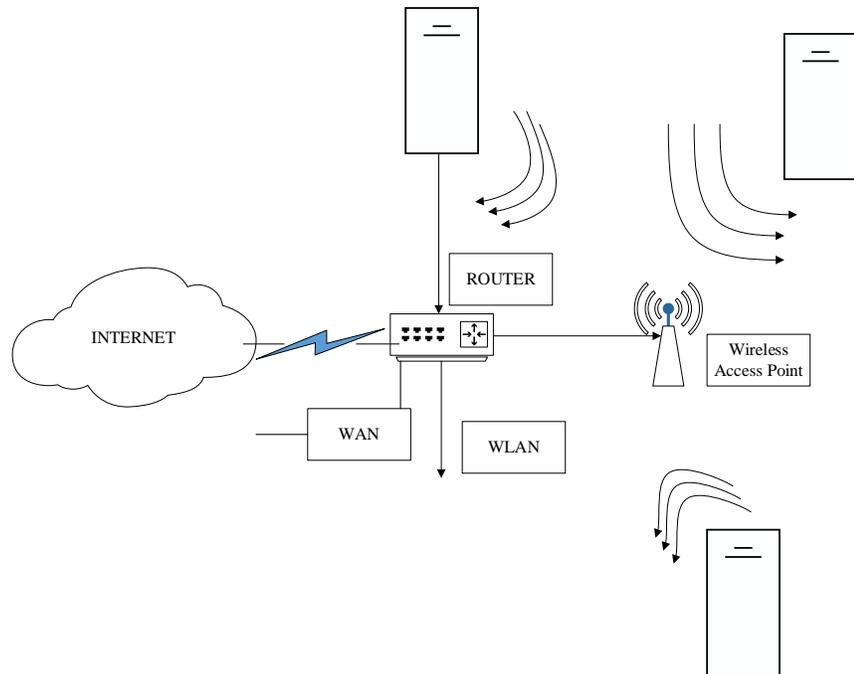


Gambar 2. 4 Wide Area Network (WAN) [2].

5) *Wireless Local Area Network (WLAN)*

Pengertian *Wireless LAN* atau kadang disingkat dengan *WLAN* adalah sebuah sistem komunikasi data yang fleksibel yang dapat diaplikasikan sebagai ekstensi ataupun sebagai alternatif pengganti untuk jaringan *LAN* kabel. *Wireless LAN* menggunakan teknologi *frekuensi radio*, mengirim dan menerima data melalui media udara, dengan meminimalisasi kebutuhan akan sambungan kabel. Dengan begitu, *wireless LAN* telah dapat mengkombinasikan antara konektivitas data dengan mobilitas user. *Wireless LAN* adalah sebuah alternatif dimana untuk alternatif *LAN* kabel sulit atau tidak mungkin dibangun. Keuntungan menggunakan *WLAN* adalah Mobilitas pengguna karena tidak ada kabel yang diperlukan, fasilitas akses jaringan tanpa perlu koneksi fisik, ideal untuk lingkungan di mana pemasangan kabel sulit dilakukan. Kekurangan pada *WLAN* adalah Rentan terhadap interferensi dan pengamanan yang kurang baik. Kecepatan dan stabilitas koneksi dapat terpengaruh oleh jarak dan

hambatan fisik. Tempat-tempat seperti bangunan tua yang dilindungi atau ruang-ruang kelas, seperti pada gambar 2.5 [2].

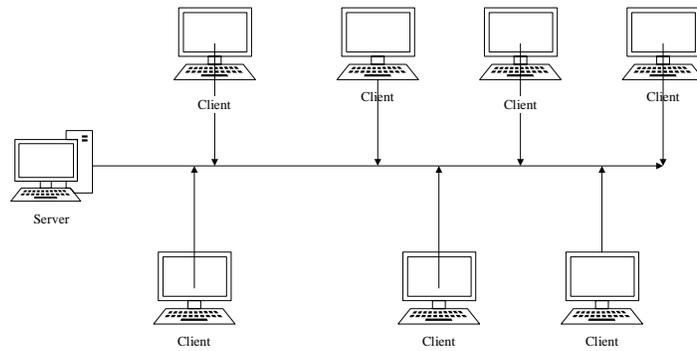


Gambar 2. 5 Wireless Local Area Network (WLAN) [2]

A. Jenis – Jenis Topologi pada jaringan komputer

1. Topologi Bus

Pada gambar 2.6, *topologi bus* ini merupakan topologi yang lebih sederhana apabila dibandingkan dengan topologi lainnya tetapi apabila terdapat kabel yang terputus, maka akan memutus jaringan bus dan mengganggu komputer atau *client* yang lainnya[2].

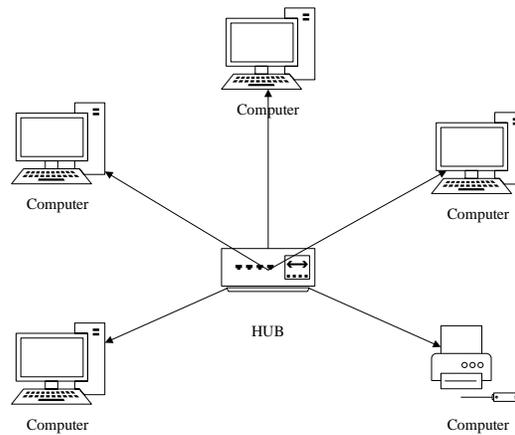


PANJI PRASETYO PANGESTU

Gambar 2. 6 Topologi Bus [2]

2. Topologi Star

Terlihat pada gambar 2.7 layaknya sebuah bintang, bentuk topologi ini sama seperti bintang karena memiliki node inti pada bagian tengah yang dihubungkan dengan node lainnya. Setiap jenis jaringan komputer tentu memiliki kelebihan, sama seperti *topologi star* ini [2].

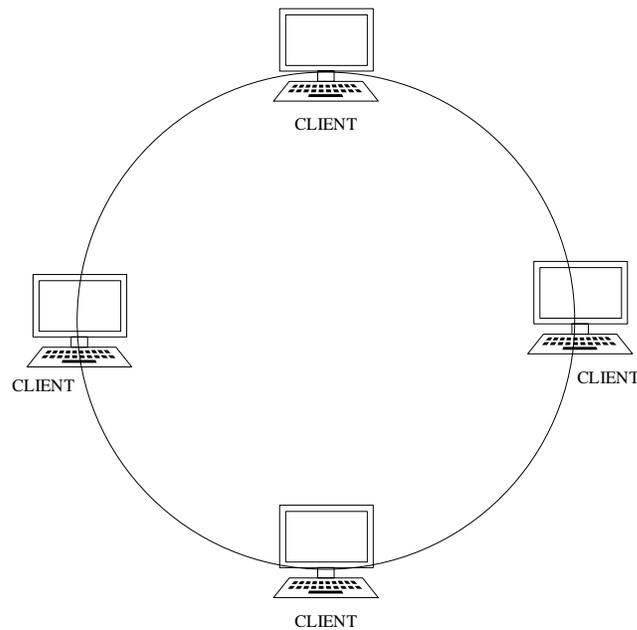


PANJI PRASETYO PANGESTU

Gambar 2. 7 Topologi Star [2]

3. *Topologi Ring*

Topologi Jaringan ini mampu menghubungkan beberapa komputer dalam suatu rangkaian yang bentuknya melingkar layaknya cincin. Namun, topologi ini memiliki kekurangannya yaitu apabila terdapat satu kabel yang terputus maka akan membuat jaringan komputer menjadi gagal beroperasi dan mempengaruhi yang lainnya, Gambar 2.8 adalah contoh *topologi ring*[2].

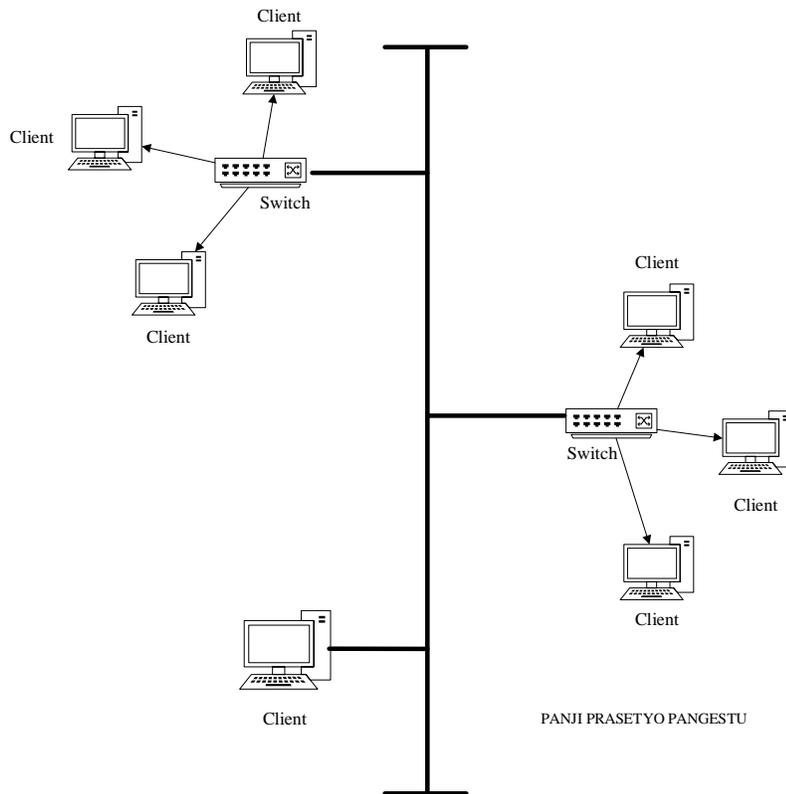


PANJI PRASETYO PANGESTU

Gambar 2. 8 *Topologi Ring* [2].

4. *Topologi Tree*

Topologi Tree ini mampu menghubungkan beberapa jaringan topologi star yang dihubungkan dengan suatu jaringan topologi bus. Dalam topologi ini biasanya terdapat beberapa jenis jaringan pada tingkat yang lebih tinggi hingga ke tingkat yang lebih rendah. *Topologi Tree* ini membuat suatu data dapat terpusat menurut tingkatannya sehingga membuat manajemen data menjadi lebih mudah, seperti pada gambar 2.9 [2].



Gambar 2. 9 Topologi Tree [2]

B. Fungsi Jaringan Komputer

Berdasarkan fungsinya jaringan komputer dibedakan menjadi dua model koneksi, model pertama yaitu *peer-to-peer* dan yang kedua adalah *client-server*.

1) *Peer-to-peer*

Sistem operasi jaringan model *peer to peer* memungkinkan seorang user membagi sumber dayanya yang ada dikomputernya, baik itu file data, *printer*, dll dan mengakses sumber data pada komputer lain. Model ini tidak mempunyai sebuah file *server* atau sumber daya yang terpusat, seluruh computer mempunyai kemampuan yang sama untuk memakai sumber daya yang tersedia di jaringan[8].

Kelebihan model jaringan *peer to peer* antara lain :

- a. Tidak terlalu mahal, karena tidak membutuhkan PC yang sepenuhnya berfungsi sebagai *server*.
- b. Mudah dalam instalasi programnya.

Kekurangan Model jaringan *peer to peer* :

- a. Tidak terpusat, terutama untuk menyimpan data dan aplikasi.
- b. Tidak aman, karena tidak terdapat fasilitas pengamanan *server*[8].

2) *Client-Server*

Sistem operasi jaringan *Client Server* memungkinkan jaringan untuk mensentralisasi fungsi dan aplikasi kepada satu atau dua *dedicated file server*. Sebuah *file server* menjadi jantung dari keseluruhan system memungkinkan untuk mengakses sumber daya, dan menyediakan keamanan. *Workstation-workstation* dapat mengambil sumber daya yang ada pada *file server*[8].

Kelebihan model jaringan *Client-server* antara lain :

- a. Terpusat.
- b. Sumber daya dan keamanan data dikontrol melalui *server*.
- c. Teknologi baru dengan mudah terintegrasi kedalam system
- d. Keseluruhan komponen dapat bekerjasama (*client* dan *server*).

Kekurangan Model jaringan *Client-server* :

- a. Biaya pengadaan dan operasionalnya mahal.
- b. Membutuhkan investasi untuk *dedicated server*.
- c. Jaringan besar membutuhkan staf ahli sehingga system dapat berjalan secara efisien
- d. Ketergantungan antar komputer relatif tinggi.
- e. Ketika *server drop*, keseluruhan operasi pada network akan terganggu[8].

2.2.2 *Internet Working / Jaringan Internet*

Interconnection-networking (Internet) adalah sebuah sistem global jaringan komputer yang saling menghubungkan antara satu dengan yang lain di seluruh penjuru dunia dengan menggunakan *standart Internet Protocol Suite*. Sejarah internet di Indonesia pertama kali dikenal pada tahun 1990an. Adanya teknologi informasi seperti internet telah membuka mata dunia akan sebuah dunia, interaksi dan market place baru serta sebuah jaringan bisnis dunia yang tanpa batas. Dunia didalam internet disebut juga dengan dunia maya (*cyberspace*). Hadirnya internet sebagai sebuah infrastruktur dan jaringan telah menunjang efektifitas dan efisiensi operasional sebuah perusahaan, terutama peranannya sebagai sarana publikasi, komunikasi, serta sarana untuk mendapatkan berbagai informasi yang dibutuhkan[9].

A. Perangkat penyusun

a. *Router Mikrotik*

Router adalah perangkat jaringan komputer yang dapat berfungsi untuk meneruskan paket data dari satu network ke network lain yang berbeda dalam sebuah jaringan komputer. *Router* ini bisa dibangun menggunakan Mikrotik.

Mikrotik adalah perangkat jaringan komputer yang berupa Hardware dan Software yang dapat difungsikan sebagai *Router*, sebagai alat Filtering, Switching maupun yang lainnya. Adapun hardware Mikrotik bisa berupa *Router* PC (yang diinstall pada PC) maupun berupa *Router* Board (sudah dibangun langsung dari perusahaan Mikrotik). Sedangkan software Mikrotik atau yang dikenal dengan nama *RouterOS* ada beberapa versinya. Untuk contoh *router* mikrotik dapa dilihat pada gambar 2.10 [10].



Gambar 2. 10 Router Mikrotik [10].

b. Komputer

Komputer adalah suatu peralatan yang dapat menerima input, mengolah input, memberikan informasi, menggunakan suatu program yang tersimpan di memori komputer dapat menyimpan program dan hasil pengolahan, serta bekerja secara otomatis.

Komputer merupakan serangkaian mesin elektronik yang terdiri dari jutaan komponen yang saling bekerja sama, serta membentuk sebuah sistem kerja yang rapi dan teliti. Sistem ini kemudian digunakan untuk dapat melaksanakan pekerjaan secara otomatis, berdasarkan instruksi (program) yang diberikan kepadanya[11].

c. *Fiber Optik*

Kabel *fiber optik* adalah serat optik yang memiliki saluran transmisi yang terbuat dari kaca atau plastic yang sangat halus. Untuk ukuran yang lebih kecil dari sehelai rambut yang dapat digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat yang lain. Diameter kabel *fiber optik* pada umumnya berukuran sekitar 120 mikrometer. Sedangkan Sumber cahayanya dapat berupa sinar Laser ataupun sinar *LED*.

Keuntungan-keuntungan menggunakan kabel *fiber optik* sebagai media transmisi diantaranya adalah tingginya *bandwidth* yang

dimilikinya, tidak rentan terhadap gangguan (*interference*) apabila dibandingkan dengan kabel tembaga, lebih tipis dan ringan serta dapat mentransmisikan data dalam bentuk digital. Bagian kabel *fiber optic* ditunjukkan pada gambar 2.11[12].



Gambar 2. 11 *Fiber Optik* [12].

B. Optimalisasi Jaringan

Optimalisasi jaringan adalah teknologi yang digunakan untuk meningkatkan kinerja jaringan di dalam lingkungan tertentu. Ini dianggap sebagai komponen penting dari manajemen sistem informasi yang efektif. Optimalisasi jaringan memainkan peran penting karena teknologi informasi tumbuh pada tingkat yang eksponensial dengan pengguna bisnis menghasilkan *volume data* yang besar dan dengan demikian mengkonsumsi bandwidth jaringan yang lebih besar. Jika optimisasi jaringan yang tepat tidak ada, pertumbuhan yang berkelanjutan dapat menambah ketegangan pada arsitektur jaringan dari lingkungan atau organisasi yang bersangkutan[13].

Tujuan dari setiap optimasi jaringan adalah dengan serangkaian kendala yang diberikan. Memastikan desain jaringan yang optimal dengan struktur biaya terendah dan aliran data gratis. Optimalisasi jaringan harus dapat memastikan penggunaan yang optimal untuk sumber daya sistem, meningkatkan produktivitas serta efisiensi bagi organisasi. Optimalisasi jaringan melihat *workstation individual* hingga ke *server* dan alat serta

koneksi yang terkait dengannya. Organisasi besar memanfaatkan tim analisis jaringan untuk mengoptimalkan jaringan. Optimalisasi jaringan sering menggunakan pembentukan lalu lintas, eliminasi data yang berlebihan, *caching data* dan kompresi data serta penyederhanaan protokol data. Optimalisasi jaringan harus dapat meningkatkan efisiensi jaringan tanpa memperoleh perangkat keras atau perangkat lunak tambahan atau mahal[13].

1. *Failover*

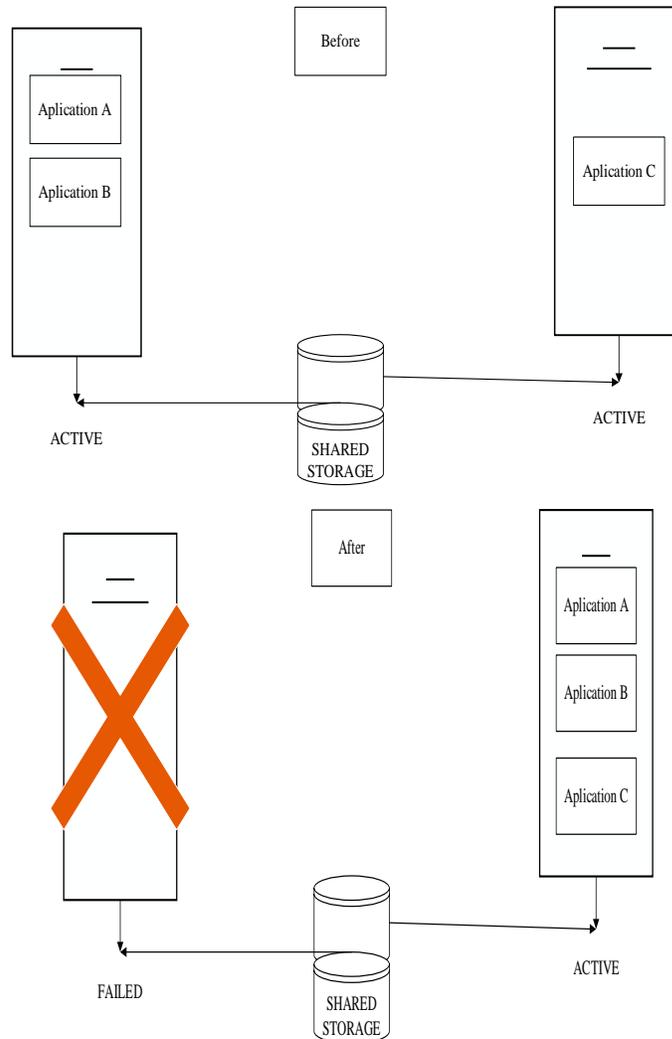
Failover yang juga disebut *high availability cluster* pada umumnya diimplementasikan untuk tujuan meningkatkan ketersediaan layanan yang disediakan oleh kluster. Elemen kluster memiliki node-node redundan yang akan digunakan untuk menyediakan layanan ketika salah satu komponen mengalami kegagalan. Dibutuhkan dua buah node sebagai syarat minimum suatu kluster untuk dapat melakukan redundansi [14].

Failover merupakan sebuah teknik untuk menghindari kegagalan pada sistem. Dengan implementasi *failover* pada sistem, sistem akan terus berjalan untuk melayani pengguna karena *failover* memindahkan traffic dari komponen yang mengalami kegagalan ke komponen backup. Proses failover dapat dirancang secepat mungkin setelah saat terjadi kegagalan. Di dalam failover terdapat proses failback, failback adalah proses kembalinya komponen yang sebelumnya mengalami kegagalan. Terdapat dua model dari failover, yaitu *failover active-active* dan *failover active-passive*[14]

a. *Fail over active-active*

Pada mode *active/active*, semua node berstatus aktif dengan menjalankan masing-masing aplikasi atau proses yang merupakan beban kerja masing-masing *node*. Apabila satu *node* aktif mengalami kegagalan, *node* aktif lain akan mengambil alih beban kerja *node* yang gagal tersebut sehingga node aktif yang masih berfungsi menjalankan seluruh aplikasi dan proses yang ada[14].

Tujuan dari *active/active failover* ini adalah untuk mencapai load balancing. Yang membedakan mode ini dengan load balancing cluster yaitu adanya konfigurasi untuk *redundancy* diantara kedua *node* yang aktif, cara kerja *active/active failover* ditunjukkan padad gambar 2.12 [14].

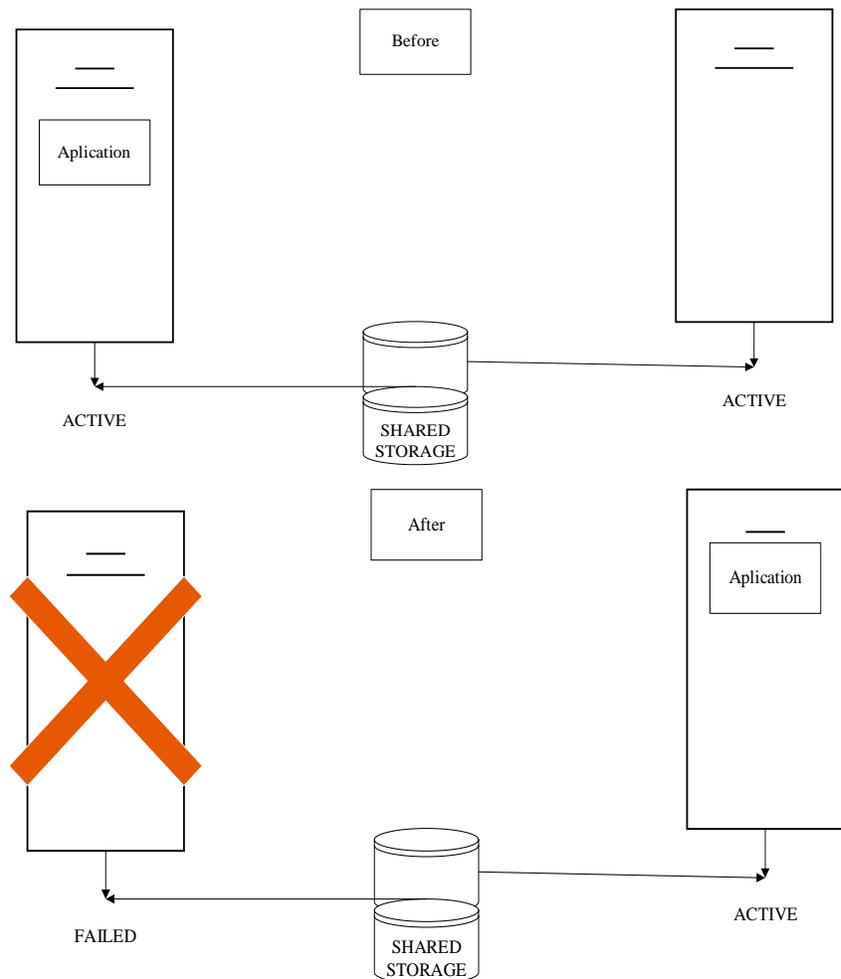


Gambar 2. 12 Active/Active Failover [14]

b. Active Passive Failover

Sedangkan pada mode *active/passive node* yang satu menjadi komponen atau *node* aktif dan yang lainnya pasif. *Node* aktif

bertugas untuk melakukan eksekusi terhadap aplikasi atau tugas tertentu, sedangkan node pasif berstatus *stand by* dengan tidak melakukan tugas apapun sampai mendeteksi bahwa terdapat masalah pada *node* utama/aktif. Pada saat *node* utama mengalami kegagalan, *node* pasif akan mengambil alih tugas yang tadinya dilakukan oleh *node* utama, cara kerja *active/passive failover* ditunjukkan padad gambar 2.13 [14].



Gambar 2. 13 Active/Passive Failover [14]

2.2.3 Load Balancing

A. Pengertian *Load Balancing*

Load Balance merupakan pembagian beban yang bekerja untuk menghasilkan output yang seimbang. Pada jaringan komputer *load balance* merupakan teknik membagi beban jaringan atau *traffic* melalui beberapa link network yang tersedia untuk menghasilkan output antara lain:

- 1) Peningkatan *throughput*
- 2) Mempercepat *Respon Time*
- 3) Menghindari tumpukan paket yang berlebihan atau kongesti pada jaringan

Dengan adanya *load balance* maka beban *traffic* yang ada pada jaringan dapat disebar melalui beberapa path atau link sekaligus sehingga setiap path/link akan mendapatkan beban *traffic* yang seimbang [15].

Load balance tidak menggabungkan koneksi pada *router* sehingga menjadi *bandwidth* berlebih melainkan menggunakan *router* untuk mendistribusikan permintaan klien di sejumlah *server* dalam cluster untuk mencapai alamat tujuan [15].

B. Algoritma Load Balancing

Algoritma Load Balancing adalah metode yang digunakan dalam jaringan komputer untuk mendistribusikan beban lalu lintas secara merata di antara beberapa sumber daya, seperti server, jalur jaringan, atau node komputasi. Tujuannya adalah untuk memastikan penggunaan efisien sumber daya yang tersedia, mencegah overload pada satu sumber daya, dan meningkatkan ketersediaan dan kinerja keseluruhan sistem. Beberapa algoritma load balancing yang umum digunakan meliputi :

1. Round Robin

Algoritma ini mendistribusikan lalu lintas ke setiap sumber daya secara berurutan, memberikan setiap sumber daya kesempatan yang sama untuk melayani permintaan.

2. Least Connections

Algoritma ini mengarahkan lalu lintas ke sumber daya yang memiliki jumlah koneksi terendah pada saat itu, untuk memastikan beban yang merata di antara sumber daya yang tersedia.

3. Least Response Time

Algoritma ini memilih sumber daya dengan waktu respons terendah saat ini, sehingga mendistribusikan lalu lintas ke sumber daya yang paling responsif.

4. Weighted Round Robin

Mirip dengan Round Robin, tetapi memungkinkan pemberian bobot berbeda pada setiap sumber daya, sehingga beberapa sumber daya dapat menerima beban yang lebih besar.

5. Weighted Least Connections

Seperti Least Connections, tetapi mempertimbangkan bobot yang ditetapkan pada setiap sumber daya.

6. IP Hash

Algoritma ini menggunakan alamat IP pengirim atau penerima untuk menghasilkan hash, yang kemudian digunakan untuk mengarahkan lalu lintas ke sumber daya tertentu. Ini bermanfaat untuk memastikan bahwa permintaan dari alamat IP yang sama selalu diarahkan ke sumber daya yang sama.

7. Random

Algoritma ini secara acak memilih sumber daya yang akan melayani permintaan berikutnya, memberikan pendekatan yang tidak memihak [15].

C. Cara kerja *Load Balancing*

load balancer atau perangkat load balancing akan bekerja dengan cara mendistribusikan lalu lintas kunjungan ke dalam beberapa server demi memastikan tidak ada salah satu server yang mengalami kelebihan beban. Load balancer akan meminimalkan waktu respons server secara efektif [15].

Jika diibaratkan, load balancing memiliki fungsi yang sama seperti polisi lalu lintas yang memiliki tugas untuk mencegah kemacetan dan insiden lalu lintas lainnya. Dengan begitu, load balancer harus bekerja untuk memastikan arus lalu

lintas jaringan tetap lancar dan dapat memberikan keamanan pada sistem kerja jaringan tersebut [15].

Secara sederhana, dapat menyederhanakan cara kerja load balancing sebagai berikut:

- a. Pengguna meminta akses masuk ke server.
- b. Load balancer menerima permintaan tersebut dan mendistribusikan lalu lintas tersebut ke beberapa server.
- c. Jika salah satu server sudah hampir penuh, load balancer akan mengalihkan lalu lintas tersebut ke server lain yang masih tersedia.

Dengan begitu, tidak akan ada server yang mengalami kelebihan beban dan membuat website atau aplikasi down [15].

Load Balancing juga memiliki beberapa metode yang diantaranya adalah :

a. *Equal Cost MultiPath (ECMP)*

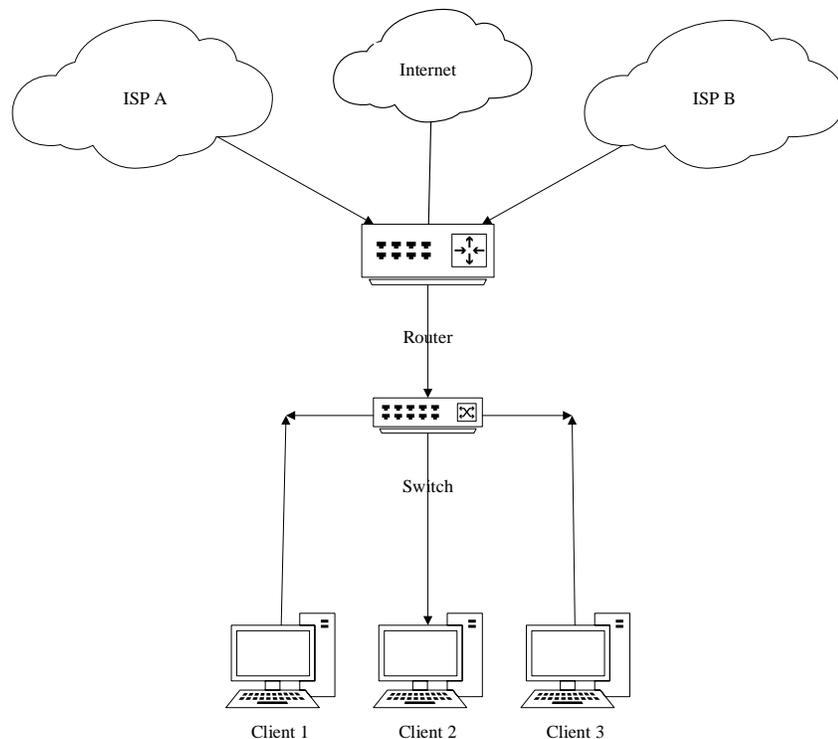
Metode *ecmp* atau *equal cost multi path* adalah salah satu metode dari load balancing yang membagi jalur routing lebih dari 1 gateway dengan cara acak. *Ecmp* bekerja melalui pemilihan jalur paket yang keluar secara bergantian pada gateway[15].

Dalam *Equal-Cost Multipath (ECMP)*, *Cost* adalah nilai numerik yang mewakili biaya atau kualitas suatu jalur dalam jaringan. *Cost* digunakan dalam algoritma routing untuk menentukan prioritas penggunaan jalur-jalur alternatif. Jalur dengan *cost* lebih rendah lebih disukai karena dianggap lebih baik dalam hal kualitas atau efisiensi. *ECMP* membagi lalu lintas di antara jalur-jalur dengan *cost* yang sama, berusaha untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan mencegah bottleneck pada jalur Tunggal [15].

Ecmp diimplementasikan pada saat paket hendak menuju internet melalui dua atau lebih *ISP* yang terhubung dalam sebuah *router gateway*. Konfigurasi pada *ecmp* cukup mendeklarasikan *default route* menggunakan beberapa *ISP* yang terhubung pada *gateway*[15].

Hasil dari *ecmp* membuat *router gateway* memiliki beberapa koneksi aktif secara bersamaan namun nilai *administrative distance* atau yang dikenal dengan prioritas dari masing-masing *gateway* adalah sama[15] .

Metode *ecmp* memiliki kelemahan dalam penerapannya yaitu tidak dapat memprediksi link *ISP* yang akan digunakan oleh *router gateway* apabila salah satu atau *gateway ISP* utama ketika digunakan mengalami *down link*, karena *router gateway* akan selalu menentukan secara acak. Skema kinerja *ECMP* ditunjukkan pada gambar 2.14 [15].



Gambar 2. 14 Skema Kinerja ECMP [15].

b. Per Connection Classifier (PCC)

Per Connection Classifier atau *PCC* merupakan metode *load balance* yang membagi suatu paket menuju *gateway* dengan perhitungan koneksi tertentu. *PCC* mengelompokkan *traffic* koneksi yang melalui atau keluar masuk *router* menjadi beberapa kelompok.

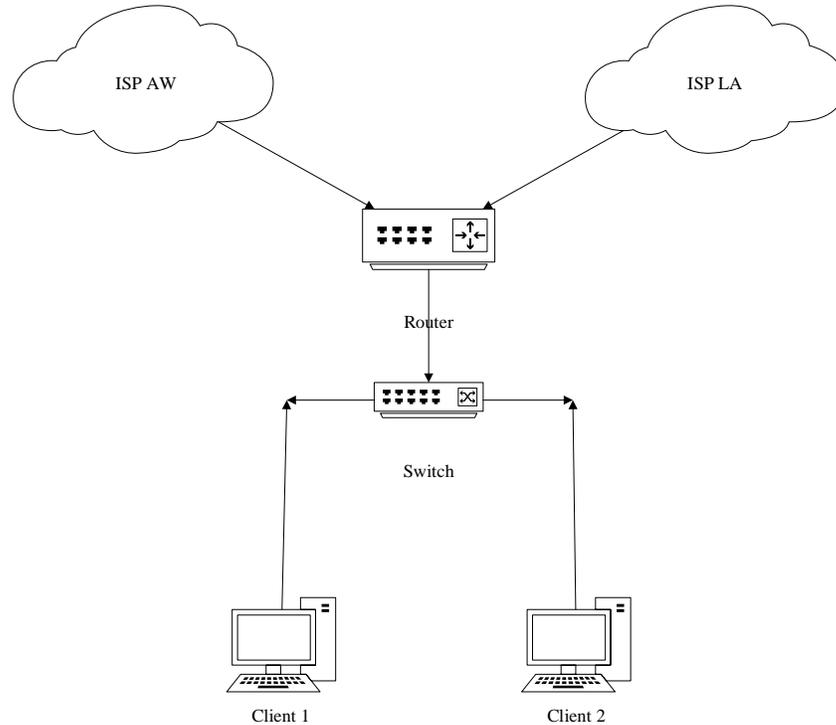
Pengelompokkan ini bisa dibedakan berdasarkan *src-address*, *src-address-and-port*, dan *both-address*[15].

Per Connection Classifier (PCC) membagi 2 atau lebih jalur *ISP* dengan cara melakukan *per address pair load balance*. Secara konsep *PCC* melakukan pengaturan *ip firewall mangle* dengan cara mengambil *field* dari setiap *ip header packet* yang diterima oleh *router gateway*. Kemudian *field* yang dipilih ini dapat berupa *ip address* pengirim (*src-address*), *ip address* tujuan (*dst-address*), *port* pengirim (*src-port*), *port* tujuan (*dst-port*) ataupun keduanya dari *src-address* dan *dst-address*[15].

Setelah ditentukan *field* dari *ip header* tersebut maka dirubah menjadi bilangan *32 bit*. Perubahan ini menggunakan algoritma "*hashing*". Bilangan *32 bit* kemudian dibagi oleh parameter *denominator* dan *remainder*. Jika ternyata hasilnya sama maka paket tersebut akan dilakukan marking berupa *marking connection* ataupun *marking routing*[15].

PCC hanya melihat *field ip address* pengirim dari setiap packet yang diterimanya. Dengan menggunakan *src-address* sebagai *classifier*, maka *PCC* hanya akan mengambil *ip address* dari setiap *client* untuk dimasukkan ke dalam hitungan matematisnya, mulai dari *hash algorithm* sampai dengan *denominator* maupun *remainder*. Sebagai contoh jika menggunakan 3 koneksi *ISP* sebagai load balance maka paket dialirkan bergantian antar *ISP* 1 hingga *ISP* 3 dengan nilai $3/0$, $3/1$, dan $3/2$. suatu mekanisme pengelompokan dan pengaturan lalu lintas data dalam jaringan yang memungkinkan administrator jaringan untuk mengalokasikan sumber daya jaringan berdasarkan koneksi individu. Dengan menggunakan *PCC*, prioritas dan alokasi *bandwidth* dapat diterapkan secara dinamis pada setiap koneksi, memungkinkan manajemen lalu lintas yang lebih efisien dan adil dalam lingkungan

jaringan yang padat. Untuk Skema *PCC* ditunjukkan pada gambar 2.15 [15].



Gambar 2. 15 Skema Kinerja PCC [15].

c. Nth

Nth load balance merupakan suatu teknik yang membentuk suatu deret yang terdiri dari *Every dan Packet* yang akan direalisasikan menjadi suatu variabel *n* dalam tipe data integer yang nantinya akan dibentuk sistem antrian dan ditandai dengan route-mark didalam *mangle rule*. *Nth* sendiri adalah sebuah fitur pada *firewall* yang digunakan sebagai penghitung (*counter*) dari paket data (*packet new*). *Nth load balance* menggunakan multi *gateway* ini disebut *algoritma round robin* karena beban terbagi secara berurutan dan bergiliran dari *gateway* yang satu ke *gateway* yang lain oleh karena itu *gateway* yang digunakan selalu bergantian maka kemungkinan terjadinya terputus

koneksi yang disebabkan perpindahan *gateway* karena load balancing [16].

Berikut adalah variabel yang harus dimengerti di dalam *Nth*, yaitu :

1. *Every*, Angka *every* adalah jumlah kelompok yang ingin dihasilkan. Ketika administrator ingin membagi alur koneksi menjadi 2 kelompok yang akan di load balancing ke dua koneksi yang sudah ada, maka angka *every* = 2
2. *Packet*, angka *packet* adalah jumlah koneksi yang akan ditandai atau di *mangle rules*. Kita harus membuat 2 *mangle* ketika ingin membuat 2 kelompok. Pada *rules* tersebut, angka untuk *every* haruslah sama, tetapi untuk angka pada *packet* harus diubah. Untuk 2 kelompok, berarti angka *packet* untuk 2 *rules* tersebut adalah 1 dan 2.
3. *Counter*, *counter* disebut juga sebagai penghitung atau pencacah biner. nilai *counter* tidak dapat didefinisikan langsung oleh administrator mulai dari *mikrotik versi 3.x*. *Counter* akan otomatis bertambah satu ketika *rules* menerima *packet*. Dan jika nilai *counter* sama dengan *every* maka paket akan dicocokkan dan *counter* akan diatur ke nilai awal [16].

2.2.4 Internet Service Provide (ISP)

Internet Service Provider 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 ke internet, pendaftaran nama domain, dan hosting. *Internet Service Provider* ini mempunyai jaringan baik secara domestik maupun internasional sehingga pelanggan atau pengguna dari sambungan yang disediakan oleh *Internet Service Provider* dapat terhubung ke jaringan internet global. Jaringan disini berupa media transmisi yang dapat mengalirkan data yang dapat berupa kabel (*modem*, sewa kabel, dan

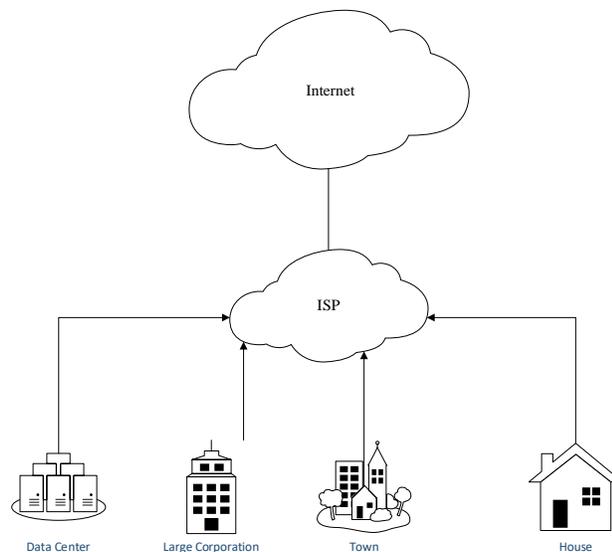
jalur lebar), radio, maupun *VSAT*. Untuk mendapatkan akses internet, sebuah komputer harus menggunakan jasa perusahaan penyedia layanan internet (*ISP*) [17].

Dengan jasa ini kita bisa mendapatkan jalur internet (online) setelah menghubungkan komputer kita dengan komputer *server*nya. Adapun isi dari *ISP* ini adalah orang dan peralatan-peralatan yang diperlukan untuk memberikan service koneksi internet kepada pelangganpelanggannya. Peralatan-peralatan tersebut biasanya berupa *server*, *router*, dan lain sebagainya[17].

A. Prinsip Kerja *ISP*

Cara kerjanya tergolong sederhana, penyedia internet hanya tinggal menunggu pengguna jasa internet (pelanggan) untuk mengirim permintaan koneksi dan akses[17].

Selanjutnya, Internet Provider akan melakukan routing (menggunakan *router*) ke perangkat yang digunakan oleh pengguna layanan tersebut. Perangkat yang digunakan bisa Smartphone, Laptop, PC, atau bahkan Televisi, gambar 2.16 menunjukkan tentang alur kerja dari *ISP*[17].



Gambar 2. 16 Prinsip Kerja *ISP* [17].

B. Fungsi *ISP*

Fungsi *ISP* adalah untuk menghubungkan gadget pengguna dengan koneksi internet lewat perangkat modem atau *router*. Jadi tanpa adanya *ISP*, tidak bisa mengakses layanan internet, seperti streaming, browsing, berkirim e-mail, dan sebagainya, kendati telah memiliki perangkat modem atau *router*. *ISP* berfungsi untuk memverifikasi alamat IP (Internet Protocol) di modem agar bisa dialiri dengan koneksi internet, sehingga bisa menyebarkan koneksi tersebut ke perangkat lain seperti laptop atau ponsel. *ISP* bisa dianalogikan seperti jalan raya, yang memiliki fungsi untuk menghubungkan berbagai layanan di internet dari satu titik akses poin ke titik lainnya, dengan perangkat telekomunikasi yang kompleks. Perangkat telekomunikasi yang biasa dipakai *ISP* tersebut terdiri dari berbagai macam jenis, berdasar layanan koneksi internetnya, seperti *Dial Up*, *DSL*, dan sebagainya[17].

C. Jenis Jenis Layana *ISP*

Perlu peralatan yang banyak jika kita ingin menghubungkan komputer ke jaringan internet. Namun saat ini banyak berkembang perusahaan penyedia layanan internet dimana merekalah yang menyediakan peralatan-peralatan tersebut sehingga kita tidak perlu menyediakan banyak peralatan, cukup masuk ke jaringan yang telah mereka buat saja. Perusahaan tersebut dinamakan sebagai *ISP (Internet Service Provider)*. Perusahaan *ISP* banyak menawarkan berbagai macam layanan akses internet.

1. Dial-up

Layanan akses internet jenis ini dilakukan melalui kabel telepon sehingga kita membutuhkan dial up modem. Biasanya harus membeli *dial up modem* namun ada juga *provider* yang menawarkan atau meminjamkan fasilitas ini kepada client secara gratis sebagai bagian dari layanan mereka. Cara menggunakan layanan ini yaitu harus mendaftar di perusahaan penyedia layanan jenis ini kemudian akan

disuruh untuk melengkapi data administrasi. Setelah itu, akan diberi username dan password untuk melakukan koneksi internet.

Pada umumnya jenis layanan akses *dial up* ada dua macam yaitu layanan personal dan layanan profesional (*corporate*). Layanan personal yakni layanan untuk individu atau rumahan yang biasanya hanya beberapa jam saja melakukan akses internet. Sedangkan layanan profesional yakni layanan yang digunakan untuk perusahaan besar yang membutuhkan layanan akses internet dalam skala besar[17].

2. *Mobile Access*

Layanan akses internet ini sangat mudah dan praktis. Pada umumnya digunakan oleh mahasiswa, online shop atau *UKM* (Usaha Kecil Menengah). Cukup memerlukan telepon seluler atau modem mobile akses baik yang bertipe *GSM* atau *CDMA* untuk bisa menggunakan layanan ini. Pada umumnya pembayaran dilakukan melalui pulsa yang pengisiannya sangat mudah. Namun layanan ini memiliki beberapa kekurangan antara lain: hanya bisa dinikmati diwilayah yang terdapat sinyal dari *provider*, menggunakan batasan kuota akses dan kondisi cuaca dapat mempengaruhi sinyal sehingga berdampak pada kecepatan akses[17].

3. *Hotspot*

Istilah *Hot Spot* ditujukan untuk menamai sebuah tempat yang ada saluran internet sehingga bisa terhubung ke jaringan internet. bisa menggunakan layanan ini melalui laptop, netbook atau smartphone atau perlaratan lain yang mendukung aplikasi *WiFi*. Layanan *hot spot* biasanya terdapat di tempat-tempat seperti cafe, mall, universitas, taman kota dan bandara[17].

4. *DSL (Digital Subscriber Line)*

DSL merupakan sebuah layanan internet yang menggunakan kabel telepon. Layanan ini memiliki frekuensi yang berbeda sehingga

bisa melakukan akses internet sambil menggunakan saluran telepon secara bersamaan. Kecepatan layanan *DSL* sangat cepat melebihi kecepatan dari layanan internet *Dial Up*[17].

5. *BPL (Broadband over Power Lines)*

BPL (Broadband over Power Lines) merupakan layanan internet yang menggunakan jaringan tv kabel. Alat yang digunakan berupa modem broadband. Nah, disini kita bisa nonton tv sambil berinternetan selama 24 jam nonstop dengan kecepatan *384kb – 3mb*. *BPL* memiliki kelemahan yaitu dimana tempat yang dapat menggunakan layanan ini hanyalah daerah yang dilalui oleh tv kabel[17].

6. *Satelite VSAT (Very Small Aperture Terminal)*

VSAT merupakan stasiun penerima sinyal dari satelit dengan menggunakan antena piringan (seperti *parabola*) yang berfungsi mengirim dan menerima data ke satelit. *VSAT* diarahkan menuju posisi *satelit geostasioner* yang merupakan satelit berposisi tetap relatif terhadap perputaran bumi sehingga berorbit pada titik yang sama. Penggunaan layanan ini membutuhkan dana yang besar namun sejalan dengan kualitas layanannya dimana kecepatannya bisa mencapai lebih dari *6 Mbps*[17].

7. *Fiber Optik*

Layanan internet *fiber optik* menggunakan kabel *fiber optik* sehingga mampu mentransfer data dengan kecepatan sangat tinggi, mencapai *1 Gbps*. Biasanya yang menggunakan layanan ini adalah perusahaan besar atau instansi pemerintahan[17].

8. *Gelombang Radio*

Gelombang radio merupakan satu bentuk dari radiasi elektromagnetik. Jadi saluran yang menggunakan cara ini hanya bisa dilakukan pada daerah yang ada pemancarnya dalam radius tertentu.

Transfer data bisa mencapai *512 kbps* dimana alatnya menggunakan modem khusus. Layanan ini sudah jarang digunakan[17].

D. Network Address Translation (NAT)

Network Address Translation (NAT) adalah teknik yang digunakan dalam jaringan komputer untuk mengubah alamat IP pada paket data saat melewati batas jaringan. Tujuannya adalah untuk mengalihkan alamat IP sumber atau tujuan paket sehingga lalu lintas dapat dikirimkan ke tujuan yang tepat dan aman dalam berbagai skenario jaringan.

2.2.5 Quality of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) adalah konsep dalam jaringan komputer yang mengacu pada kemampuan untuk mengelola dan mengontrol lalu lintas jaringan dengan memberikan prioritas, alokasi sumber daya, dan kualitas yang sesuai untuk berbagai jenis lalu lintas. Tujuan dari *QoS* adalah untuk memberikan pengalaman yang lebih baik kepada pengguna dengan memastikan bahwa lalu lintas jaringan diatur dengan efisien dan sesuai dengan kebutuhan aplikasi atau layanan tertentu[3].

A. Parameter QoS

a. Bandwidth

Bandwidth adalah ukuran kapasitas maksimum lalu lintas yang dapat ditangani oleh suatu jaringan. Dalam *QoS*, *bandwidth* dapat dialokasikan secara proporsional atau dengan memberikan prioritas pada lalu lintas yang penting.

b. Latency (Jitter)

Latency adalah waktu yang diperlukan untuk data atau paket untuk mencapai tujuan. *Jitter* adalah variasi dalam *latency* yang dapat mempengaruhi kualitas jaringan, terutama dalam aplikasi *real-time* yang memerlukan respons cepat.

c. Keandalan (Reliability)

Keandalan mengacu pada kemampuan jaringan untuk mengirimkan lalu lintas secara konsisten tanpa kehilangan paket atau gangguan yang signifikan.

d. *Prioritas (Priority)*

Prioritas digunakan untuk mengatur lalu lintas jaringan berdasarkan tingkat pentingnya. Paket dengan prioritas lebih tinggi akan diberikan perlakuan yang lebih baik, seperti bandwidth lebih tinggi atau penanganan lebih cepat.

e. *Pengaturan Antrian (Queuing)*

Pengaturan antrian digunakan untuk mengatur prioritas dan alokasi sumber daya pada lalu lintas jaringan saat ada kelebihan lalu lintas. Antrian yang efisien dapat membantu mengelola lalu lintas dengan cara yang lebih adil dan mengurangi latensi[3].

B. Standar QoS

Standar *QoS* adalah komponen dalam perangkat jaringan yang digunakan untuk mengatur kebijakan *QoS*. Tabel *QoS* terdiri dari entri-entri yang mendefinisikan berbagai jenis layanan, aplikasi, atau aliran data, dan menentukan prioritas dan alokasi sumber daya yang diberikan untuk masing-masing entri tersebut. Tabel *QoS* digunakan untuk memetakan lalu lintas jaringan ke kelas atau antrian yang sesuai, serta mengatur penjadwalan dan perlakuan terhadap lalu lintas tersebut, ditunjukkan *throughput* pada tabel 2.2, *packet loss* tabel 2.3, tabel *delay* 2.4, dan *jitter* 2.5[18].

Tabel 2. 2 Kategori Throughput [18].

| <i>Throughput</i> | | |
|----------------------------|--------------------------|---------------|
| Kategori <i>Throughput</i> | <i>Throughput</i> (kbps) | <i>Indeks</i> |
| Bad | 0-338 kbps | 0 |
| Poor | 338-700 kbps | 1 |
| Fair | 700-1200 kbps | 2 |
| Good | 1200 kbps-2,1 Mbps | 3 |
| Excelent | >2,1 Mbps | 4 |

Tabel 2. 3 Kategori Packet Loss [18]

| <i>Packet Loss</i> | | |
|-----------------------------|------------------------|---------------|
| <i>Kategori Packet Loss</i> | <i>Packet Loss (%)</i> | <i>Indeks</i> |
| Poor | >25% | 1 |
| Medium | 12-24% | 2 |
| Good | 3-14% | 2 |
| Perfect | 0-2% | 4 |

Tabel 2. 4 Kategori Delay [18]

| <i>Delay</i> | | |
|-----------------------|-------------------|---------------|
| <i>Kategori Delay</i> | <i>Delay (ms)</i> | <i>Indeks</i> |
| Poor | > 450 s | 1 |
| Medium | 300 – 450 s | 2 |
| Good | 150 – 300 s | 3 |
| Perfect | < 150 s | 4 |

Tabel 2. 5 Kategori Jitter [18]

| <i>Jitter</i> | | |
|------------------------|-------------------|---------------|
| <i>Kategori Jitter</i> | <i>Jitter (%)</i> | <i>Indeks</i> |
| Poor | 125 – 255 ms | 1 |
| Medium | 75 125 ms | 2 |
| Good | 0 – 75 ms | 3 |
| Perfect | 0 ms | 4 |