

**IMPLEMENTASI MANAJEMEN BANDWIDTH DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE LOAD BALANCING DAN FAILOVER PADA ROUTER MIKROTIK  
DAN SWITCH CISCO (STUDI KASUS: PUSAT PENGUATAN DAN  
PEMBERDAYAAN BAHASA KEMDIKBUD RISTEK)**

**Hilmy Zhahir<sup>1</sup>, Maulana Ardiansyah<sup>2</sup>**

Universitas Pamulang; Jl. Raya Puspitek No. 46 buaran, serpong, Kota Tangerang  
Selatan. Provinsi Banten 15310. (021) 741-2566 atau 7470 9855

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pamulang

Email: [hilmyzhahir@gmail.com](mailto:hilmyzhahir@gmail.com)<sup>1</sup>, [maulana1402@gmail.com](mailto:maulana1402@gmail.com)<sup>2</sup>

**ABSTRACT**

*The purpose of this study is to provide a good Quality of Service for all Internet users in a network by adjusting the Bandwidth with Load Balancing and Failover Methods on Mikrotik Routers and Cisco Switches. With the proliferation of Internet applications and the need for bandwidth to support work, the use of one ISP is currently not sufficient, so it cannot meet the needs of the Language Strengthening and Empowerment Center, for this reason it is necessary to add a new ISP link, by applying the concept of bandwidth management using load balancing and failover methods. using ISP PUSDATIN and ISP FIBERNET. The Center for Language Strengthening and Empowerment of the Language Development and Development Agency of the Ministry of Education, Culture, Research, and Technology is one of the organizational units of the Language Development and Development Agency that carries out its duties and functions in the field of strengthening and empowering the Indonesian language. In carrying out its duties and functions, the Center for Language Strengthening and Empowerment also requires internet access to support the work of its staff. Currently, the Center for Language Strengthening and Empowerment does not yet have good internet network management, such as the internet which is often disconnected and often experiences poor bandwidth constraints.*

**Keywords:** *Internet, load balancing, failover, bandwidth, mikrotik.*

**ABSTRAK**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan *Quality of Service* yang baik bagi seluruh pengguna *Internet* dalam suatu jaringan dengan cara mengatur *Bandwidth* dengan Metode *Load Balancing* dan *Failover* pada *Router Mikrotik* dan *Switch Cisco*. Dengan menjamurnya aplikasi *Internet* dan kebutuhan *bandwidth* untuk menunjang pekerjaan, penggunaan satu *ISP* saat ini belum mencukupi, sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan pada Pusat Penguatan dan Pemberdayaan Bahasa, untuk itu perlu penambahan *link ISP* baru, dengan menerapkan konsep pengelolaan *bandwidth* menggunakan metode *load balancing* dan *failover* menggunakan *ISP PUSDATIN* dan *ISP FIBERNET*. Pusat Penguatan dan Pemberdayaan Bahasa Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi merupakan salah satu unit organisasi dari Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa yang melaksanakan tugas dan fungsinya di bidang penguatan dan pemberdayaan bahasa Indonesia. Dalam menjalankan tugas dan fungsinya tersebut, Pusat Penguatan dan Pemberdayaan Bahasa juga memerlukan akses *internet* untuk menunjang pekerjaan para staf. Saat ini di Pusat Penguatan dan Pemberdayaan bahasa belum memiliki manajemen jaringan internet yang baik seperti internet yang sering terputus dan sering mengalami kendala *bandwidth* yang kurang baik.

**Kata Kunci:** *Internet, load balancing, failover, bandwidth, mikrotik.*

## PENDAHULUAN

Pada saat ini internet merupakan sesuatu yang tidak bisa dipisahkan dari kehidupan sehari-hari. Semua informasi yang diperlukan bisa di peroleh melalui internet. Banyak tempat yang bisa dikunjungi untuk sekedar mengakses internet, mengakses tempat-tempat tersebut diperlukannya koneksi internet yang baik pada setiap user dalam suatu jaringan. Oleh karena itu di perlukan manajemen bandwidth (pengelolaan jaringan) yang mengatur tentang kecepatan setiap user.

Bandwidth didefinisikan sebagai lebar pita jaringan komputer yang menentukan kecepatan akses jaringan komputer. Manajemen bandwidth sangatlah penting untuk mengendalikan pemakaian bandwidth yang digunakan oleh user. Jika tidak dikendalikan, maka akan terjadi pemakaian bandwidth yang berlebihan oleh satu atau beberapa user. Pemakaian yang berlebihan tersebut akan menyebabkan user yang lain mendapatkan alokasi bandwidth yang kecil atau dalam kata lain akan mengalami loading yang lama dalam mengakses internet pada akhirnya. Keadaan ini akan bertambah parah jika ternyata jaringan ini memiliki alokasi bandwidth internet yang terbatas. Untuk itu perlu penambahan link ISP (Internet Service Provider) yang baru, dengan menerapkan konsep pengelolaan bandwidth menggunakan metode load balancing dan failover.

Dalam penelitian ini akan ada internet dengan menggunakan bandwidth dari Link ISP yang berbeda. Agar kedua link dapat dimanfaatkan berdasarkan karakteristik ISP maka diterapkanlah teknik Load Balancing yaitu distribusi beban terhadap sebuah service yang ada pada server ketika ada permintaan dari pengguna dengan memanfaatkan pembagian pengalamatan IP segmen (Internet Protocol address). Akan tetapi apabila salah satu jaringan link ISP terputus mampu digantikan oleh link kedua. Dan untuk dapat melakukan kinerja seperti hal tersebut dibutuhkannya teknik load balancing dan failover yaitu kemampuan sistem dalam berpindah jalur secara otomatis saat salah satu jalur yang sedang digunakan terputus.

Pusat Penguatan dan Pemberdayaan Bahasa (PUSTANDA) Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa Kementerian Pendidikan, Kebudayaan,

Riset, dan Teknologi merupakan salah satu unit organisasi dari Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa yang melaksanakan tugas dan fungsinya di bidang penguatan dan pemberdayaan bahasa Indonesia. Dalam menjalankan tugas dan fungsinya tersebut, Pusat Penguatan dan Pemberdayaan Bahasa juga memerlukan akses internet untuk menunjang pekerjaan para staf.

Saat ini di Pusat Penguatan dan Pemberdayaan bahasa belum memiliki manajemen jaringan internet yang baik seperti internet yang sering terputus dan sering mengalami kendala bandwidth yang kurang baik.

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis tertarik melakukan penelitian dengan judul “IMPLEMENTASI MANAJEMEN BANDWIDTH DENGAN MENGGUNAKAN METODE LOAD BALANCING DAN FAILOVER PADA ROUTER MIKROTIK DAN SWITCH CISCO (STUDI KASUS: PUSAT PENGUATAN DAN PEMBERDAYAAN BAHASA KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI”.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Internet**

Internet *interconnected networks* merupakan sarana informasi berupa jaringan untuk saling menghubungkan antara komputer atau perangkat yang satu dengan yang lainnya, dengan jangkauan seluruh dunia (*word wide*) yang memungkinkan komputer atau perangkat tersebut untuk saling berkomunikasi. (Maulana, Shandi, & Romi, 2020)

Internet juga bisa diartikan sebagai media yang memungkinkan sebuah proses komunikasi berlangsung efisien dengan menyambungkannya dengan beragam aplikasi yang dapat dinikmati oleh para penggunanya, sehingga pengguna tersebut bisa menfapatkan informasi secara cepat dan efisien.

Pengguna internet di Indonesia terus bertumbuh dari tahun ke tahun. Hal tersebut diungkap oleh Ketua Umum Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia

(APJII). Ia mengatakan, kini kurang lebih 77 persen penduduk Indonesia sudah menggunakan internet. (Indonesia, 2022)

Dari pembahasan diatas diketahui bahwa peranan internet pada era sekarang ini sangatlah penting untuk menunjang keberlangsungan hidup manusia, semuanya yang hampir sudah serba internet mengharuskan kita untuk beradaptasi mengikuti perkembangan zaman agar bisa lebih mudah untuk menjalani kehidupan sehari-hari.

### **Jaringan Komputer**

Jaringan Komputer dalam arti luas adalah sekumpulan dari beberapa komputer yang tersambung dan saling terhubung sehingga dapat saling berbagi informasi dan berkomunikasi antara satu perangkat dengan perangkat lainnya. Banyak manfaat dari jaringan komputer pada aktivitas individu contohnya seperti berkomunikasi menggunakan video, pesan instan, email serta berbagi perangkat seperti pencetak, pemindai, dan mesin fotokopi, berbagi berkas, berbagi perangkat lunak dan program operasi pada sistem jarak jauh, memperbolehkan pengguna jaringan mengakses dan memelihara informasi dengan mudah, dan masih banyak lagi. (Maulana, Shandi, & Romi, 2020)

### **Mikrotik**

Mikrotik adalah sistem operasi yang berbasis perangkat lunak (*software*) yang dipergunakan untuk menjadikan komputer sebagai *router* sebuah jaringan. Mikrotik juga menggunakan sistem operasi berbasis *Linux* dan menjadi dasar *network router*. (Adani, 2021)

Selain itu, mikrotik didesain khusus untuk memudahkan berbagai keperluan *computer network*. Contohnya, merancang dan membangun sebuah sistem *computer network* untuk skala besar maupun kecil.

### **CISCO**

Cisco adalah produsen peralatan jaringan terbesar di dunia. Walaupun banyak merek peralatan jaringan lain seperti TP-LINK, D-LINK, Huawei dan sebagainya.

Akan tetapi Cisco diakui sebagai produsen terbaik hingga saat ini diseluruh dunia. (cnblogadmin, 2020)

Perangkat CISCO sendiri sudah teruji pada tingkat kemampuannya, baik dalam segi ketahanan perangkat dan yang lainnya, sehingga sampai saat ini masih menjadi idola di kalangan pengguna jaringan internet.

### **Winbox**

*Winbox* Mikrotik adalah perangkat lunak berbasis *GUI (graphical user interface)* yang digunakan untuk mengakses dan mengatur konfigurasi MikroTik *RouterOS*. Berkat desainnya yang *portable* dan lisensinya yang gratis, *software Winbox* Mikrotik ini memang sangat populer dikalangan pengguna mikrotik. Selain itu, *winbox* juga mempunyai tingkat *cross compatibility* yang cukup tinggi. (Safira, 2021)

### **Router**

Perangkat *Router* menerjemahkan informasi dari satu jaringan ke jaringan yang lainnya. Perangkat ini bisa dibilang mirip dengan *bridge*, tetapi lebih pintar. *Router* bekerja dengan mencari jalur terbaik untuk mengirim pesan berdasarkan dari alamat tujuan serta asalnya. (Maulana, Shandi, & Romi, 2020)

### **Switch**

*Switch* adalah suatu perangkat jaringan yang melakukan bridging transparan, dengan kata lain menjadi penghubung segmentasi berbagai jaringan dengan *memforward* berdasarkan alamat *MAC*. *Switch* bisa disebut sebagai *multi port bridge*, tidak lain karena dia mempunyai *collision domain* dan *broadcast domain* tersendiri, serta dapat pula mengatur lalu lintas paket yang melalui *switch*. (Maulana, Shandi, & Romi, 2020)

## Manajemen Bandwidth

Manajemen *bandwidth* yaitu dalam hal mengatur *bandwidth*, sehingga para pengguna internet mendapatkan layanan *bandwidth* yang merata walaupun penggunanya banyak. (Hadi & Wibowo, 2019)

Manajemen *bandwidth* juga digunakan untuk memastikan *bandwidth* yang memadai untuk memenuhi kebutuhan *trafik* data dan informasi serta mencegah persaingan antara aplikasi.

Manajemen *bandwidth* secara sederhana adalah istilah umum untuk sekumpulan *tools* dan teknik yang penggunaannya oleh suatu institusi untuk membantu mengurangi kebutuhan kritikal yang ada pada suatu segmen jaringan. (Prime, 2022)

Fungsi lainnya dari *manajemen bandwidth* yaitu dalam hal mengatur *kapasitas bandwidth*, agar para pengguna internet mendapatkan layanan *bandwidth* yang merata walaupun penggunanya banyak.

## Quality of Service (QoS)

*Quality of Service* adalah teknik untuk mengelola *bandwidth*, *delay*, dan *packet loss* untuk aliran dalam jaringan. Tujuan dari mekanisme *QoS* adalah mempengaruhi setidaknya satu diantara empat parameter dasar *QoS* yang telah ditentukan. *QoS* didesain untuk membantu *end user (client)* menjadi lebih produktif dengan memastikan bahwa *user* mendapatkan performansi yang handal dari aplikasi-aplikasi berbasis jaringan. (Budiman, Duskarnaen, & Ajie, 2022)

## Load balancing

*Load balance* 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. (Saputra & Subardono, 2020)

Penggunaan *load balancing* sudah sangat banyak diterapkan, hampir pada setiap manajemen jaringan komputer yang ada itu sudah menggunakan metode *load balancing*, selain itu manfaat menggunakan metode ini sangatlah banyak dan sangat membantu dalam manajemen *bandwidth*.

### **Failover**

*Failover* adalah teknik untuk membagi beban *trafik* di jaringan yang terlalu besar dan memindahkannya secara otomatis apabila pada jaringan tersebut mengalami kendala dalam koneksi, dalam hal ini jaringan internet bisa terputus koneksi. Aplikasi teknik *failover* biasanya digabungkan dengan teknik *load balancing*. Penggunaan *failover* ditujukan untuk membangun jaringan komputer yang handal. (Saputra & Subardono, 2020)

### **Firewall**

*Firewall* merupakan salah satu cara dalam melakukan keamanan pada perangkat komputer yang mampu melindungi, mengontrol, membatasi atau menolak suatu koneksi pada jaringan yang dilindungi dari serangan atau ancaman luar. *Firewall* digunakan untuk mengimplementasi kebijakan keamanan untuk mengendalikan atau filterisasi lalu lintas jaringan yang keluar masuk, bahkan melakukan pencegahan dengan memberikan pemberitahuan ketika terjadinya hal yang tidak normal pada jaringan. (Listyawati, Widjajarto, & Kurniawan, 2022)

### **NAT (Network Address Translation)**

*Firewall* merupakan suatu cara atau mekanisme yang diterapkan baik terhadap *hardware*, *software* ataupun sistem itu sendiri dengan tujuan untuk melindungi, baik dengan menyaring, membatasi atau bahkan menolak suatu atau semua hubungan atau kegiatan suatu segmen pada jaringan lokal dengan jaringan luar yang bukan merupakan ruang lingkungannya. (Nadhir, Ummu, & Qomarudin, 2022)

### **IP Address**

*IP Address* Terdapat 4 buah oktet pada alamat *IP* atau *IP Address*. *Oktet* merupakan bilangan biner sebanyak 8 bit. 255 merupakan nilai desimal terbesar

dari 8bit bilangan biner. dengan demikian, *IP Address* memiliki jumlah yang sangat banyak. Banyaknya alamat ini masih perlu dibagikan lagi untuk pengguna internet di seluruh dunia. Untuk mempermudah pada skema pembagiannya, *IP Address* dikelompokkan jadi beberapa *class* dengan tujuan untuk memudahkan dalam pendistribusian *IP address*, seperti dalam membagikan beberapa blok *IP Address* yang dapat dipakai oleh *Internet Service Provider* di berbagai tempat. (Maulana, Shandi, & Romi, 2020).

### **Hotspot**

*Hotspot* adalah suatu istilah bagi sebuah area dimana orang atau *user* bisa mengakses jaringan internet, asalkan menggunakan PC, laptop atau perangkat lainnya dengan fitur yang ada *WiFi* “*Wireless Fidelity*” sehingga dapat mengakses internet tanpa media kabel. (Pendidikan, 2022).

### **Routing**

*Routing* adalah istilah umum yang menggambarkan apa yang dilakukan *router*. Singkatnya, ketika *router* menerima paket dari satu jaringan yang ditujukan untuk perangkat di jaringan lain, *router* menentukan cara terbaik untuk membawa paket ke tujuannya. (Maulana, Shandi, & Romi, 2020)

### **Mangle**

*Mangle* merupakan salah satu fitur yang terdapat pada menu *firewall*. Mangle sendiri memiliki fungsi untuk menandai sebuah koneksi atau paket data, yang melewati *router*, masuk ke *router*, ataupun keluar dari *router*. (citraweb, 2019)

### **METODE**

Merupakan metode yang digunakan penulis dalam melakukan penelitian dan menjadikannya informasi yang akan digunakan untuk mengetahui permasalahan yang dihadapi.

## Metode Studi Pustaka

Metode studi pustaka adalah teknik pengumpulan data dengan cara menelaah, mengkaji dan membandingkan teori atau hasil penelitian yang telah ada, baik dari artiker, buku, jurnal, maupun media lainnya yang berkenaan dengan penelitian yang sedang dilakukan.

## Metode Observasi

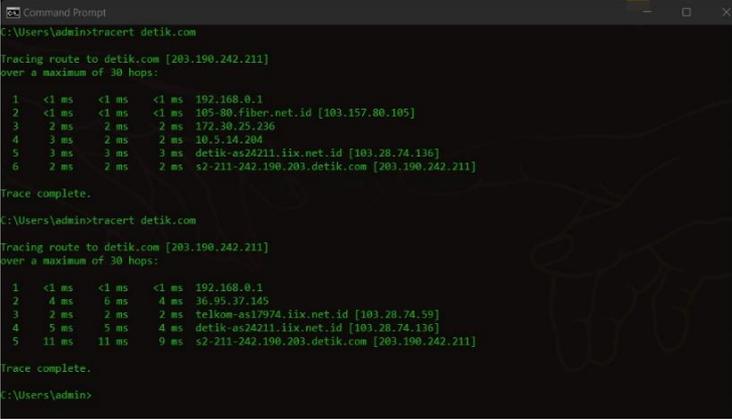
Metode Observasi adalah metode yang dilakukan dengan pengamatan dan pencatatan yang sistematis terhadap suatu subyek penelitian secara langsung ke lapangan, dimaksudkan untuk mendapatkan data secara alami, yaitu pada Pusat Penguatan dan Pemberdayaan Bahasa Kemendikbud Ristek Sentul Bogor.

## Metode Wawancara

Wawancara adalah upaya untuk mendapatkan informasi dengan bertanya langsung kepada responden yang berada di lokasi dimana penelitian ini diambil, dengan cara Tanya jawab sambil bertatap muka antara pewawancara dengan responden/ orang yang di wawancarai, dengan atau tanpa menggunakan pedoman.

## HASIL PENELITIAN

### Pengujian Traceroute



```
Command Prompt
C:\Users\admin>tracert detik.com

Tracing route to detik.com [203.190.242.211]
over a maximum of 30 hops:
  0  <1 ms  <1 ms  <1 ms  192.168.0.1
  1  <1 ms  <1 ms  <1 ms  105-80-fiber.net.id [103.157.80.105]
  2  2 ms   2 ms   2 ms  172.30.25.236
  3  3 ms   2 ms   2 ms  10.5.14.204
  4  3 ms   3 ms   3 ms  detik-as24211.iix.net.id [103.28.74.136]
  5  2 ms   2 ms   2 ms  s2-211-242.190.203.detik.com [203.190.242.211]

Trace complete.

C:\Users\admin>tracert detik.com

Tracing route to detik.com [203.190.242.211]
over a maximum of 30 hops:
  0  <1 ms  <1 ms  <1 ms  192.168.0.1
  1  4 ms   6 ms   4 ms  36.95.37.145
  2  2 ms   2 ms   2 ms  telkom-as17974.iix.net.id [103.28.74.59]
  3  5 ms   5 ms   4 ms  detik-as24211.iix.net.id [103.28.74.136]
  4  11 ms  11 ms  9 ms  s2-211-242.190.203.detik.com [203.190.242.211]

Trace complete.

C:\Users\admin>
```

Gambar 1. hasil traceroute ip address

Dari hasil kedua *traceroute* di atas untuk tujuan alamat *IP* yang sama, terlihat keduanya melalui *gateway ISP* yang berbeda. Tujuan 203.190.242.211 melalui *gateway ISP-1* (103.157.80.105) dan *gateway ISP-2* (36.95.37.145).

*Ip address* tujuan pertama detik.com 203.190.242.211 akan melalui *ip gateway* (gerbang jaringan) fibernet 103.157.80.105.

Keterangan:

Hop: jalur lompatan dari *ip address* berasal, sampai dengan *ip address* tujuan.

Time: waktu dan kecepatan dari loncatan jalur yang ditentukan.

Ip address: pengalamatan dari loncatan jalur atau perutean yang akan dilewati.

Jika di implementasikan dalam bentuk tabel, adalah sebagai berikut:

**Tabel 1.** hasil *traceroute Ip address jalur* Fibernet

Hop	Time	Time	Time	Ip Address	Keterangan
1	1	1	1	192.168.0.1	<i>Ip address local</i>
2	1	1	1	103.157.80.105	<i>Ip publik fibernet</i>
3	2	2	2	172.30.25.236	jalur <i>ip address</i> yang dilewati
4	3	2	2	10.5.14.204	jalur <i>ip address</i> yang dilewati
5	3	3	3	103.28.74.136	jalur <i>ip address</i> yang dilewati
6	2	2	2	203.190.242.211	<i>Ip publik detik.com</i>

*Ip address* tujuan kedua detik.com 203.190.242.211 akan melalui *ip gateway* (gerbang jaringan) pusdatin 36.95.37.145.

**Tabel 2.** hasil *traceroute IP address jalur* Pusdatin

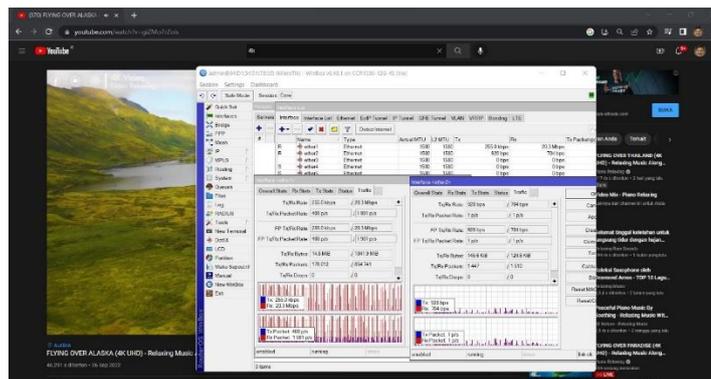
Hop	Time	Time	Time	Ip Address	Keterangan
1	1	1	1	192.168.0.1	<i>Ip address local</i>
2	4	6	4	36.95.37.145	<i>Ip publik fibernet</i>
3	2	2	2	103.28.74.59	jalur <i>ip address</i> yang dilewati

4	5	5	4	103.28.74.136	jalur <i>ip address</i> yang dilewati
5	11	11	9	203.190.242.211	<i>Ip publik</i> detik.com

Dimana dalam perutean tersebut tidak ada mengalami error atau RTO (*Recovery Time Objective*) yang biasanya di sebabkan ketika komputer server tidak merespon permintaan koneksi dari klien setelah beberapa lama dalam jangka waktu yang bervariasi.

Dari hasil *tracerout* diatas penulis menyatakan bahwa metode *load balance* dan *failover* atau pergantian *link* secara otomatis berhasil di jalankan tanpa mengalami kendala RTO pada jalur perutean.

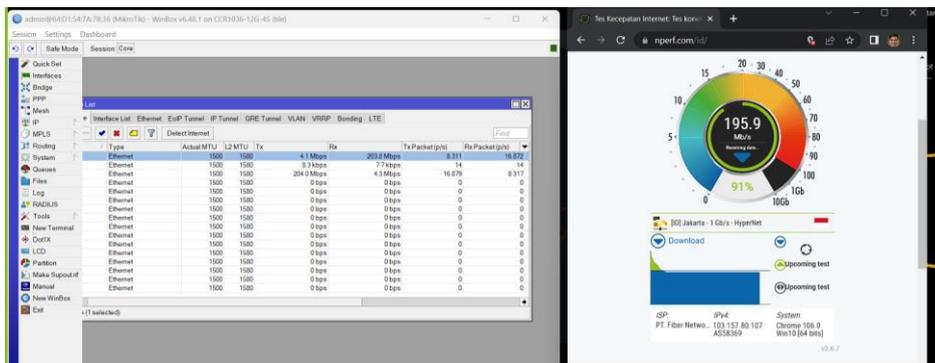
### Pengujian Akses Video



Gambar 2. hasil pengujian Akses Video

Dari hasil pengujian di atas, ketika mengakses *video* di *website*, yang berbeda terlihat kedua jalur *ISP* aktif bersamaan ini dapat dilihat pada *trafik* kedua *interface*, dimana beban *traffic* masih mengutamakan *bandwidth* dari *ISP 1* atau fibernet, karna memang telah di *setting* dengan metode *load balace* agar penggunaan akses video lebih diutamakan untuk melewati jalur dari *ISP* dari fibernet, dikarenakan kapasitas *bandwidth* yang lebih banyak jika dibandingkan dari *ISP* pusdatin, sehingga beban *traffic* yang di dapat oleh *ISP* pusdatin tidaklah terlalu banyak.

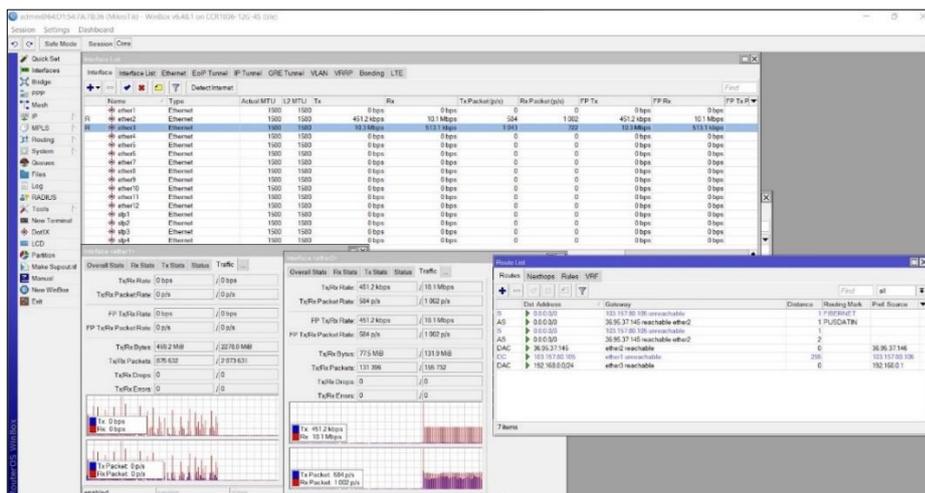
### Pengujian Load Balancing



Gambar 3. Hasil pengujian load balance

Dari hasil tes uji kecepatan diatas, dari menu winbox bahwa traffic yang diprioritaskan cenderung kearah ISP FIBERNET, dikarenakan perbandingan bandwidth yang jauh berbeda, dimana ISP FIBERNET terdiri dari 200Mbps, sedangkan ISP PUSDATIN hanya 10Mbps, dari perhitungan calculator rasio, perbandingannya hanya sedikit, yaitu  $200 : 10 = 9 : 0$ , sehingga PCC akan mengarahkan traffic ke arah ISP FIBERNET lebih besar jika dibandingkan dengan ISP PUSDATIN.

### Pengujian failover



Gambar 4. Hasil pengujian failover

Dari gambar diatas terlihat dari *traffic* yang sedang berjalan, dimana ketika salah satu *link IP Address* terputus, maka secara otomatis *link* lainnya akan langsung membackupnya.

Dari kasus tersebut, diketahui untuk *link ISP* fibernet, secara tiba-tiba mengala *down* atau mati, sehingga menyebankan *traffic* tersebut berhenti berjalan, pada saat yang bersamaan juga, beban *traffic* pada *ISP* pusdatin mengalami lonjakan yang disebabkan pengalihan *traffic* dari *ISP* fibernet yang sedang *down*.

Dari masalah diatas peneliti menyimpulkan bahwa teknik *failover* yang dibuat telah berhasil berjalan dengan baik.

## PEMBAHASAN

Sebelum melakukan penelitian yang lebih lanjut, terlebih dahulu peneliti melihat penelitian yang telah ada yang mempunyai kesamaan dengan penelitian ini, agar memperoleh referensi yang jelas. Dari tinjauan tersebut, maka terdapat beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini, yaitu:

**Tabel 3.** Penelitian yang Relevan.

No	Nama Peneliti	Tahun	Kesimpulan
1	Haris & Suhartono	2018	Dengan load <i>balancing</i> dan teknik <i>failover</i> yang telah diimplementasikan, keseimbangan bebab <i>traffic</i> terjaga dan juga pemulihan jaringan dapat dilakukan ketika salah satu <i>ISP</i> mengalami <i>down</i> .
2	Syamsudin	2017	Penerapan <i>load balancing</i> berfungsi untuk membagi beban <i>traffic</i> supaya <i>traffic</i> tetap terjaga kestabilannya
3	Lema	2019	Banyak perusahaan yang menggunakan dua <i>ISP</i> dengan salah satu <i>ISP</i> sebagai <i>failover</i> saja. Dengan <i>load balancing</i> , kedua <i>ISP</i> dapat digunakan <i>bandwidth</i> dengan maksimal.

4	Sadikin & Ramadhan	2019	Penggunaan <i>load balancing</i> menggunakan metode <i>PCC</i> dan juga metode penelitian observasi dan studi pustaka. <i>Load balancing</i> dan <i>failover</i> yang diimplementasikan mengurangi resiko terbebannya <i>traffic</i> dan terputusnya koneksi internet.
---	--------------------------	------	--

Berdasarkan penelitian (Haris & Suhartono, 2018; Lema, 2019; Sadikin & Ramadhan, 2019; Syamsudin, 2017) penulis mendapat kesimpulan, manajemen *bandwidth* dengan penerapan *load balancing* dapat menjaga beban *traffic* supaya tetap stabil. Selain itu *load balancing* dapat membantu meningkatkan *response time*, *throughput* dan juga membantu menggunakan jalur internet secara maksimal.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Dari hasil pembahasan implementasi manajemen *bandwidth* dengan menggunakan metode *load balancing* pada *router* mikrotik dan *switch* cisco di Pusat Penguatan dan Pemberdayaan Bahasa Kemdikbud Ristek, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. *Load balancing* dapat memanfaatkan seluruh *bandwidth* pada kedua *ISP*, sehingga jaringan internet dapat berjalan dengan lancar.
2. Otomasi *backup traffic* pada salah satu *ISP* dapat berjalan dengan baik sehingga tidak perlu melakukan backup secara manual dan tidak perlu mengalami internet mati pada saat proses pemindahan.

### Saran

Saran dalam penelitian ini adalah:

1. Dalam mikrotik langkah-langkah manajemen *bandwidth* yang telah dikonfigurasi bisa di *backup* terlebih dahulu, agar tetap aman dan bisa di *restore* ketika terjadi kesalahan atau sistem *error* kedepannya.

2. Sering melakukan perawatan atau pengecekan baik dalam segi *device* maupun konfigurasi, memonitoring metode atau teknik yang sudah diterapkan untuk menghindari hal-hal yang tak diinginkan.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih memuat apresiasi yang diberikan oleh penulis kepada pihak-pihak yang telah berperan dalam penelitian, baik dalam bentuk support dana, perizinan, konsultan, maupun membantu dalam pengambilan data.

### DAFTAR PUSTAKA

- Maulana, A., Shandi, N., & Romi, A. (2020). JARINGAN KOMPUTER. (A. F. Ubaid , & M. Ali , Eds.) Tangerang Selatan - Banten: Aden. Retrieved from <https://bit.ly/3V79I4k>
- Adani, M. R. (2021, 12 1). Mikrotik Beserta Jenis dan Fungsinya Secara Lengkap. Retrieved from [www.sekawanmedia.co.id](http://www.sekawanmedia.co.id):  
<https://www.sekawanmedia.co.id/blog/mikrotik-adalah/>
- admin. (2019, 7 17). Manfaat Load Balancer Untuk Jaringan Perusahaan. Retrieved from <https://www.solusi.com/>: <https://www.solusi.com/manfaat-load-balancer/>
- Asdiyan, A. (2017, 3). ANALISA DAN PERANCANGAN LOAD BALANCING PADA JARINGAN KOMPUTER DI GEDUNG DPR-RI JAKARTA. Konferensi Nasional Ilmu Sosial & Teknologi (KNiST), 6.
- Budiman, A., Duskarnaen, M. F., & Ajie, H. (2022, 12 2). ANALISIS QUALITY OF SERVICE (QOS) PADA JARINGAN INTERNET SMK NEGERI 7 JAKARTA. PINTER, 4, 1-5.
- citraweb. (2019, 10 6). Memetakan Jalur dengan Mangle. Retrieved from <https://citraweb.com/>: [https://citraweb.com/artikel\\_lihat.php?id=352](https://citraweb.com/artikel_lihat.php?id=352)

- cnblogadmin. (2020, 7 27). Apa Itu Jaringan Komputer Cisco? Retrieved from <https://course-net.com/>: <https://course-net.com/blog/apa-itu-jaringan-komputer-cisco/>
- Gustiawan, M., Yudianto, R. J., Pratama, J., & Fauzi, A. (2021, 8 4). Implementasi Jaringan Hotspot Di Perkantoran Guna Meningkatkan Keamanan Jaringan Komputer. *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi*, 4, 2-4.
- Hadi, S., & Wibowo, R. (2019). IMPLEMENTASI MANAJEMEN BANDWIDTH MENGGUNAKAN QUEUE TREE PADA UNIVERSITAS SEMARANG. *Pengembangan dan Rekayasa Teknologi*, 15, 1-6. Retrieved from <https://journals.usm.ac.id/index.php/jprt/article/view/1786>
- Hendi. (2018, 4 26). Apa itu Winbox? Retrieved from <https://cyberlink.co.id/>: <https://cyberlink.co.id/blog/apa-itu-winbox/>
- ID, U. (2020, 2 18). Pengertian Traceroute dan Cara Kerjanya Yang Wajib Diketahui. Retrieved from <https://unlimited.id/>: <https://unlimited.id/blog/pengertian-traceroute/>
- Indonesia, C. (2022). *Pengguna Internet di Indonesia*. Jakarta: Intan Rakhmayanti Dewi. Retrieved from <https://bit.ly/3rvLFyv>
- Kurniawati, P. (2018, 10 29). Pengujian Sistem. Retrieved from <https://medium.com/>: <https://medium.com/skyshidigital/pengujian-sistem-52940ee98c77>
- Listyawati, N. M., Widjarto, A., & Kurniawan, M. T. (2022, 9 30). Implementasi dan Analisis Profil Sistem Pada Virtualisasi Paloalto Firewall Berdasarkan Metrik Sumber Daya Komputasi. *Jurnal Sistem Komputer dan Informatika (JSON)*, 4, 112–122.
- Nadhir, M., Ummu, R., & Qomarudin, M. (2022, 8 1). OPTIMALISASI KEAMANAN WIDE AREA NETWORKMENGGUNAKAN RAW

FIREWALLMIKROTIKPADA PT. PERMATA GRAHA NUSANTARA.  
INTI NUSA MANDIRI, 17, 2-8.

Pamungkas. (2021). Perbandingan Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Per Connection Queue (PCQ) dan Hirarchical Token Bucket (HTB).  
Buletin Sistem Informasi dan Teknologi Islam, 2, 1-5.

Pendidikan, D. (2022, 9 18). Hotspot adalah. Retrieved from  
DosenPendidikan.Com: <https://www.dosenpendidikan.co.id/hotspot-adalah/>

Prime, N. (2022, 7 27). Pengertian Bandwidth Management, Fungsi dan Cara Kerjanya. Retrieved from <https://netmonk.id/>:  
<https://netmonk.id/pengertian-bandwidth-management-fungsi-dan-cara-kerjanya>

Putri, V. M. (2019). Speedtest, Cara Mudah Cek Kecepatan Koneksi Internet.  
Jakarta: detikinet.

RanggaMcRijll. (2017, 3 26). MikroTik Firewall pt.4 : Mangle, Pengenalan & Connection Mark. Retrieved from RANGGA R'S:  
<https://ranggamcrijll.wordpress.com/2017/03/26/mikrotik-firewall-pt-4-mangle-pengenalan-connection-mark/>

Safira, A. P. (2021, 12 30). Winbox Mikrotik. Retrieved from  
<https://www.goldenfast.net/>: <https://www.goldenfast.net/blog/cara-menggunakan-winbox-mikrotik/>

Saputra, R. H., & Subardono, A. (2020, 12 1). PENGARUH FAILOVER PADA JARINGAN SOFTWARE-DEFINED NETWORK DAN KONVENSIONAL. Journal of Internet and Software Engineering(JISE), 1, 2-3.

Sukendar, T. (2017). Keseimbangan Bandwidth Dengan Menggunakan Dua ISP Melalui Metode NthLoad Balancing Berbasiskan Mikrotik. Teknik

Komputer Amik BSI, 3, 1-7. Retrieved from  
<https://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/jtk/article/view/1347/1096>

University, B. (2021, 11 18). MEMBUAT USE CASE MENGGUNAKAN  
VISUAL PARADIGM. HIMPUNAN MAHASISWA KOMPUTER, p. 1.

Yasin, K. (2018, 6 5). Cara Menggunakan Putty dengan Baik dan Benar.  
Retrieved from <https://www.niagahoster.co.id/>: <https://bit.ly/3CEyF04>