

# Implementasi *Load Balancing* dan *Failover* Dengan Protokol OSPF dan BGP untuk Peningkatan Kinerja Jaringan *Backbone Fttt* (Studi Kasus Pada PT Primelink Communication)

Maman Lesmana <sup>a,1,\*</sup> Mugi Raharjo<sup>2</sup>

<sup>a,1,2</sup> Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Nusa Mandiri, Jakarta, Indonesia

<sup>1</sup> 12240171@nusamandiri.ac.id\*, <sup>2</sup>mugi.mou@nusamandiri.ac.id

\* corresponding author

## ARTICLE INFO

### Article history

Received

Revised

Accepted

### Keywords

Open Shortest Path First (OSPF),

Border Gateway Protocol (BGP),

Load Balancing,

Failover,

Backbone Network

## ABSTRACT

**Background :** The massive increase in internet usage and the shift in data consumption patterns towards high-bandwidth services such as video conferencing (WFH), 4K/8K streaming, and gaming have spurred an urgent need for fast and stable Fiber-to-the-Home (FTTH) connections in Indonesia. The main challenge for internet service providers (ISPs), especially PT. Primelink Communication, lies in optimizing the performance of the backbone network, which serves as the vital data transfer hub between the core network and the Point Of Presence (POP). Critical issues encountered include bottlenecks, high Cost, Single Point Of Failure (SPOF), and slow failover mechanisms, resulting in total downtime and significant operational and customer losses.

**Objective :** This study aims to address these challenges through the implementation of Load Balancing and Failover techniques on the FTTH backbone network of PT. Primelink Communication, utilizing the Open Shortest Path First (OSPF) and Border Gateway Protocol (BGP) protocols. This implementation is designed to enhance throughput, improve bandwidth utilization efficiency, and increase system capacity.

**Methods :** Furthermore, the research used quantitatively measure the effectiveness of the failover time to minimize total downtime and operational losses.

**Results :** The findings of this study are expected to provide a more robust, efficient, and highly available infrastructure solution, in line with the current demands for high-speed connectivity

**Conclusion :** The results demonstrate that the implementation of *load balancing* and *failover* using *OSPF* and *BGP* successfully achieved the research objectives by improving backbone network reliability, optimizing bandwidth utilization, reducing downtime through faster failover, and providing a scalable foundation for future FTTH network development at PT. Primelink Communication.

## 1. Pendahuluan

Perkembangan infrastruktur telekomunikasi di Indonesia mengalami pertumbuhan yang sangat pesat seiring dengan meningkatnya jumlah pengguna internet dan kebutuhan masyarakat terhadap koneksi berkecepatan tinggi serta stabil [1]. Transformasi ini ditandai oleh pergeseran dominan dari teknologi akses nirkabel menuju teknologi akses tetap berbasis serat optik, khususnya *Fiber-to-the-Home (FTTH)*, yang dinilai mampu menyediakan kapasitas *bandwidth* besar dengan tingkat keandalan layanan yang lebih tinggi [2]. Peningkatan tersebut tidak hanya terlihat dari aspek kuantitas pengguna, tetapi juga dari perubahan pola konsumsi data yang semakin intensif dan bersifat *real time*, seperti penggunaan *video conferencing* untuk

mendukung skema *Work From Home (WFH)*, layanan hiburan digital berbasis *streaming* resolusi tinggi *4K/8K*, serta aktivitas *online gaming* [3]. Kondisi ini menuntut penyedia layanan internet untuk mampu menjamin kualitas layanan yang optimal, terutama dalam aspek kecepatan, stabilitas, dan ketersediaan jaringan, sebagaimana menjadi tantangan bagi PT. Primelink Communication sebagai salah satu penyedia jasa internet di Indonesia [4].

Dalam layanan FTTH, kinerja jaringan sangat bergantung pada keandalan infrastruktur *backbone* yang berfungsi sebagai tulang punggung transmisi data untuk menghubungkan *core network* dengan *Point of Presence (POP)* [5]. Segmen *backbone* memiliki peran yang sangat vital karena menjadi pusat lalu lintas data utama, namun pada implementasinya sering menghadapi berbagai permasalahan teknis dan operasional [6]. Permasalahan tersebut meliputi terjadinya *bottleneck* lalu lintas data, tingginya biaya operasional akibat sewa *leased channel*, munculnya *Single Point of Failure (SPOF)*, serta mekanisme *failover* yang lambat [7]. Kondisi ini berpotensi menimbulkan *downtime* total yang berdampak langsung pada penurunan kualitas layanan dan kerugian operasional, baik dari sisi pelanggan maupun penyedia jasa [8-11].

Berbagai penelitian terdahulu telah mencoba menawarkan solusi untuk meningkatkan kinerja dan keandalan jaringan. Penelitian oleh I Nyoman Bernadus dan rekan menunjukkan bahwa penerapan *load balancing* menggunakan metode *Equal Cost Multi Path (ECMP)* mampu membagi beban trafik secara merata pada beberapa jalur *backbone*, sehingga aliran paket data menjadi lebih optimal dan risiko *overload* pada satu jalur dapat dihindari [12]. Penelitian lain yang dilakukan oleh Debbi Irfan Mudhoep dan rekan mengkaji kombinasi protokol routing dinamis *Open Shortest Path First (OSPF)* dan *Border Gateway Protocol (BGP)* dengan mekanisme redundansi seperti *Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP)*, *Hot Standby Router Protocol (HSRP)*, dan *Gateway Load Balancing Protocol (GLBP)*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa jaringan berbasis *static routing* tanpa jalur cadangan memiliki kinerja yang kurang andal, yang diukur melalui parameter *Quality of Service (QoS)* seperti *throughput*, *delay*, dan *packet loss* [13].

Selanjutnya, penelitian oleh Mochamad Wahyudi dan Firmansyah menegaskan bahwa pemilihan protokol routing merupakan faktor krusial dalam menjamin *Quality of Service*. Penerapan OSPF dengan metode *cost manipulation* dinilai mampu menjadi alternatif solusi dalam menentukan jalur terbaik menuju jaringan tujuan tanpa semata-mata bergantung pada metrik *shortest path* atau kapasitas *bandwidth* [14]. Sementara itu, Mugi Raharjo dan rekan menekankan pentingnya penerapan *load balancing* dengan metode *Per Connection Classifier (PCC)* untuk mendistribusikan beban trafik pada dua atau lebih koneksi *Wide Area Network (WAN)*, sehingga dapat mengoptimalkan pemanfaatan *bandwidth* dan meningkatkan keandalan koneksi internet [15].

Meskipun berbagai pendekatan tersebut telah dikaji, masih terdapat celah penelitian terkait implementasi terintegrasi antara *load balancing* dan *failover* pada jaringan *backbone* FTTH yang berfokus pada efisiensi pemanfaatan *bandwidth*, kecepatan pemulihan layanan, serta pengurangan *downtime* secara kuantitatif dalam konteks operasional penyedia jasa internet.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan dan mengevaluasi integrasi protokol OSPF dan BGP pada jaringan *backbone* FTTH PT. Primelink Communication guna meningkatkan *throughput*, mengoptimalkan efisiensi *bandwidth*, mempercepat mekanisme *failover*, serta meminimalkan *downtime* dan kerugian operasional, sehingga diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis dan akademis dalam pengelolaan jaringan FTTH yang andal dan berkelanjutan.

## 2. Metode

Bagian metode penelitian ini menjelaskan tahapan dan pendekatan sistematis yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian, yaitu meningkatkan keandalan dan ketersediaan jaringan *backbone* FTTH melalui penerapan *load balancing* dan *failover* otomatis menggunakan protokol *Open Shortest Path First (OSPF)* dan *Border Gateway Protocol (BGP)* [16]. Metode disusun secara terstruktur agar dapat direplikasi atau divalidasi oleh peneliti lain yang memiliki konteks penelitian serupa di bidang jaringan komputer dan infrastruktur telekomunikasi [17].

### 2.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus (*case study*) dengan metode eksperimental. Pendekatan studi kasus dipilih karena penelitian difokuskan pada satu objek nyata, yaitu jaringan *backbone* FTTH milik PT. Primelink Communication, yang memiliki karakteristik dan permasalahan spesifik terkait

redundansi dan *failover*. Metode eksperimental diterapkan melalui perancangan, implementasi, dan pengujian langsung konfigurasi jaringan menggunakan protokol *OSPF* dan *BGP*. Pendekatan ini relevan dengan tujuan penelitian yang tidak hanya bersifat analitis, tetapi juga menekankan pada pembuktian kinerja solusi melalui pengujian empiris terhadap parameter jaringan seperti stabilitas koneksi, distribusi trafik, dan kecepatan *failover* [18].

## 2.2 Objek dan Cakupan Penelitian

Objek penelitian ini adalah infrastruktur jaringan backbone FTTH PT. Primelink Communication, khususnya pada segmen koneksi antara pusat data (*data center*) dan *Point of Presence* (POP) di wilayah Tangerang. Ruang lingkup penelitian dibatasi pada konfigurasi dan interaksi antara router *border*, *core*, dan *distribution/POP* dengan fokus pada mekanisme *load balancing* dan *failover*. Penelitian ini tidak membahas aspek keamanan jaringan, manajemen pelanggan, maupun lapisan aplikasi, melainkan terbatas pada lapisan jaringan (*network layer*) dan protokol routing yang digunakan [19].

## 2.3 Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui observasi langsung ke PT. Primelink Communication untuk memahami desain topologi jaringan, penggunaan perangkat router, serta karakteristik jaringan backbone yang diterapkan, wawancara dengan pihak terkait yaitu Bapak Adi Chandra selaku Manajer Operasional dan Bapak Rizky Adi Yuda selaku Head NOC guna memperoleh informasi teknis dan operasional secara mendalam, serta studi pustaka dengan menelaah buku dan artikel ilmiah lima tahun terakhir yang relevan dengan topik jaringan komputer, *Open Shortest Path First (OSPF)*, dan *Border Gateway Protocol (BGP)* sebagai landasan teoritis penelitian [20].

## 2.4 Alat dan Bahan yang Digunakan

Penelitian ini menggunakan berbagai perangkat keras dan perangkat lunak jaringan yang mendukung implementasi *load balancing* dan *failover* di PT. Primelink Communication, meliputi router Mikrotik Dinara V3 sebagai IP-Transit, Huawei NE20S2F sebagai router *border*, Mikrotik RB1100AHX4 sebagai router *edge* MPLS, Mikrotik CCR2004-1G-12S+2XS sebagai router POP/distribusi, Huawei S5720-36EI-AC sebagai *core switch*, serta firewall Mikrotik Ainos dengan sistem operasi *OPNSense* untuk keamanan jaringan. Seluruh router Mikrotik menjalankan *MikroTik RouterOS* dan dikonfigurasi menggunakan aplikasi *Winbox* berbasis *Graphical User Interface (GUI)* pada sistem operasi *Windows 11*, sehingga mendukung pengelolaan routing menggunakan protokol *OSPF* dan *BGP* secara efektif [21-23].

## 2.5 Teknik Analisis Data

Analisis penelitian ini meliputi tahapan analisis kebutuhan dengan menyiapkan empat unit router *Mikrotik* yang saling terhubung dan berfungsi sebagai *border router*, *core router*, *distribution router*, dan *Customer Premises Equipment (CPE)*, dilanjutkan dengan perancangan desain topologi jaringan menggunakan perangkat lunak *GNS3* untuk mereplikasi kondisi jaringan yang sebenarnya, kemudian dilakukan pengujian dengan menjalankan trafik pada dua link backbone dalam kondisi normal serta mengamati kecepatan pengalihan trafik saat terjadi gangguan pada salah satu link, dan diakhiri dengan tahap implementasi konfigurasi protokol routing, di mana *Open Shortest Path First (OSPF)* diterapkan pada router *border*, *core*, dan *distribution*, sedangkan *Border Gateway Protocol (BGP)* diimplementasikan pada router *core* dan *distribution* untuk mendukung mekanisme *load balancing* dan *failover* [24-26].

## 3. Hasil dan Pembahasan

Selama studi di PT. Primelink Communication, ditemukan bahwa meskipun infrastruktur jaringan telah menerapkan dua koneksi terpisah berupa *main link* dan *backup link* untuk menjaga keberlangsungan layanan, mekanisme redundansi tersebut belum berjalan optimal karena proses *failover* masih dilakukan secara manual. Ketika terjadi gangguan pada link utama, teknisi jaringan harus melakukan pengalihan trafik secara langsung, yang menyebabkan keterlambatan pemulihan koneksi, memperpanjang *downtime*, serta berdampak negatif pada kualitas layanan dan reputasi perusahaan. Permasalahan ini semakin kompleks karena kedua link berasal dari penyedia pihak ketiga dengan konfigurasi VLAN yang berbeda, sehingga solusi penggabungan koneksi seperti *Link Aggregation Group (LAG)* tidak dapat diterapkan, dan menuntut adanya mekanisme *failover* otomatis yang sesuai dengan kondisi infrastruktur yang ada.

Sebagai alternatif pemecahan masalah, penelitian ini mengusulkan solusi *failover* otomatis dengan menambahkan satu perangkat router serta mengombinasikan protokol *Border Gateway Protocol (BGP)* dan *Open Shortest Path First (OSPF)* untuk mengatasi keterbatasan *link bonding*. Solusi ini memanfaatkan IP

*Loopback* sebagai alamat *peering* BGP yang didistribusikan ke jaringan internal melalui OSPF, sehingga jalur menuju *loopback* dipilih berdasarkan *cost* terendah melalui link utama maupun link cadangan. Pendekatan ini menjaga stabilitas *peering* BGP karena tidak bergantung langsung pada antarmuka fisik, sekaligus memungkinkan penerapan *Equal-Cost Multi-Path (ECMP)* saat kedua jalur memiliki *cost* yang sama, atau *failover* berbasis prioritas dengan pengaturan *cost* OSPF atau *local preference* BGP, sehingga trafik dapat diarahkan sesuai kebutuhan operasional jaringan.

### 3.1 Jaringan Usulan

#### 3.1.1 Tipologi Jaringan

Topologi *hibryd* yang diterapkan di PT. Primelink Communication telah memenuhi keperluan operasional perusahaan, karena data terakumulasi di pusat data gedung cyber. Seluruh POP terhubung secara langsung dengan pusat data melalui saluran sewa Fiber Optik (*leased channel*). Oleh karena itu, penulis tidak akan mengubah topologi yang sudah ada.

#### 3.1.2 Skema Jaringan

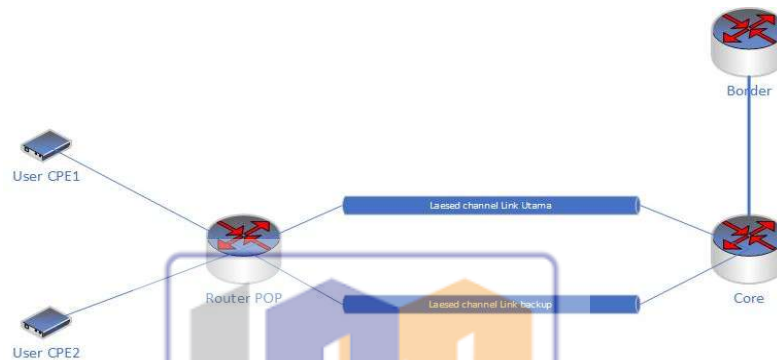


Fig 1. Skema Jaringan

Sumber : PT. Primelink Communication

Pada saat penelitian dilakukan, jaringan antara pusat data dan POP PT. Primelink Communication di lokasi Grand Almaz Tangerang telah menggunakan dua koneksi, namun belum berjalan secara bersamaan dan masih mengandalkan mekanisme *failover* manual oleh NOC saat terjadi gangguan pada link utama. Oleh karena itu, penelitian ini menerapkan *load balancing* dan *failover* otomatis menggunakan protokol *OSPF* dan *BGP* agar kedua link dapat beroperasi simultan dan menjamin layanan tetap berjalan tanpa terputus (*non-stop service*), dengan skema jaringan yang dibagi ke dalam tiga area utama arsitektur ISP, yaitu area *access/distribution* pada router POP, area *core* sebagai pusat distribusi alamat IP, dan area *border* untuk interkoneksi ke jaringan eksternal atau *IP transit*. Berikut adalah deskripsi skema jaringan yang diusulkan :

- **Router Border.** Router border berfungsi sebagai gerbang utama jaringan yang terhubung langsung dengan *IP transit* dan *Internet Exchange*, serta menjadi penghubung ke router core. Pada router ini diaktifkan protokol *OSPF* untuk mendistribusikan alamat IP dan *routing table* ke router core sehingga proses pertukaran informasi rute dapat berjalan secara dinamis dan terintegrasi.
- **Router Core.** Router core berperan sebagai pusat distribusi rute dengan terhubung langsung ke router border dan router POP/distribution melalui dua jalur fiber optik. Pada perangkat ini diaktifkan *OSPF* untuk menerima dan meneruskan *routing table* dari router border serta ke router distribusi dengan mekanisme *equal cost multi path* untuk pemilihan jalur yang optimal, ditambahkan pula *loopback interface* sebagai identitas logis router, dan diimplementasikan *BGP* untuk mendistribusikan alamat IP serta informasi routing ke router distribusi.
- **Router POP/Distribution.** Router POP/distribution berfungsi sebagai penghubung antara jaringan core dan sisi akses dengan koneksi langsung ke router core melalui dual fiber optik. Pada router ini ditambahkan *loopback interface*, diaktifkan *OSPF* untuk mendukung mekanisme *equal cost multi path* dalam pemilihan jalur terbaik, serta diimplementasikan *BGP* untuk menerima dan mendistribusikan alamat IP serta *routing table* guna memastikan konektivitas dan ketersediaan layanan tetap optimal.

Dan berikut adalah tabel skema dan konfigurasi *IP address* serta *AS number* nya.

Tabel 1. Skema IP Address Router Core

NO	Interface	Description	IP address
----	-----------	-------------	------------



Interface	Name	Type	MTU	Actual MTU	L2 MTU	Port Out	Port Vel...	Port Pho...	Port Out	MAC Address
R	ether1-border	Ethernet	1500	1500	1500					AC:5E:0C:49:09:A9
R	ether2-backup	Ethernet	1500	1500	1500					AC:5E:0C:49:09:AA
R	ether3-main-link	Ethernet	1500	1500	1500					AC:5E:0C:49:09:AB
F	ether4	Ethernet	1500	1500	1500					AC:5E:0C:49:09:AC
F	ether5	Ethernet	1500	1500	1500					AC:5E:0C:49:09:AD
F	ether6	Ethernet	1500	1500	1500					AC:5E:0C:49:09:AE
F	ether7	Ethernet	1500	1500	1500					AC:5E:0C:49:09:AF
F	ether8	Ethernet	1500	1500	1500					AC:5E:0C:49:09:B0
F	ether9	Ethernet	1500	1500	1500					AC:5E:0C:49:09:B1
F	ether10	Ethernet	1500	1500	1500					AC:5E:0C:49:09:B2
F	ether11	Ethernet	1500	1500	1600					AC:5E:0C:49:09:B3
F	ether12	Ethernet	1500	1500	1600					AC:5E:0C:49:09:B4
F	ether13	Ethernet	1500	1500	1600					AC:5E:0C:49:09:B5

Fig 3. Tampilan Interface Router Core

Sumber : Dokumen Pribadi

Pada tahap ini penulis menambahkan nama pada *interface* untuk menandakan pada masing-masing *interface* yang telah di konfigurasi yaitu : *ether1* sebagai koneksi ke border, *ether2* sebagai *backup link*, dan *ether3* sebagai *Main Link*

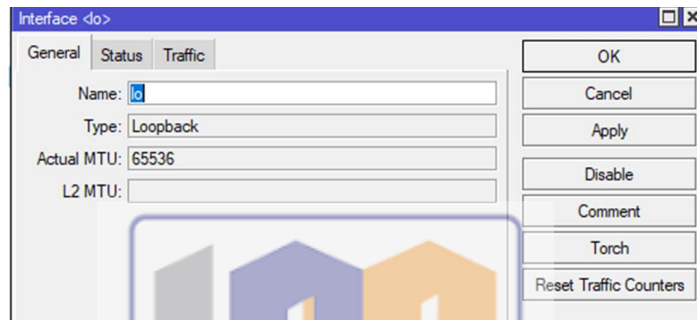


Fig 4. Interface Loopback

Sumber : Dokumen Pribadi

Pada tahap selanjutnya adalah menambahkan *interface loopback* dengan cara sebagai berikut /*interface bridge add name=lo*

Address	Network	Interface
110.93.15.254	110.93.15.254	lo
202.43.117.70/30	202.43.117.68	ether1-border
202.43.117.97/30	202.43.117.96	ether3-main-link
202.43.117.101/30	202.43.117.100	ether2-backup li...

Fig 5. Konfigurasi IP Address 1

Sumber : Dokumen Pribadi

Pada tahap berikutnya adalah menambahkan *IP Address* pada *router core* sesuai dengan dokumentasi pada skema jaringan usulan dengan cara berikut : dengan masuk menu *IP > Address* dan klik tanda plus dan masukan IP Address *202.43.117.70/30 > Interface* pilih *ether1-border* seperti terlihat pada gambar dibawah ini

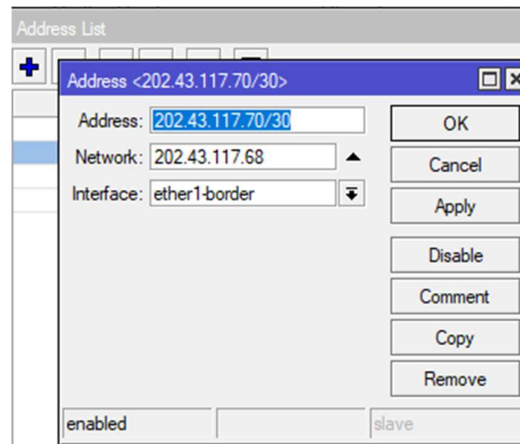


Fig 6. Konfigurasi IP Address 2

Sumber : Dokumen Pribadi

Selanjutnya adalah menambahkan *IP address* untuk *ether2-backup-link*, sama caranya dengan *interface ether1-border* dengan cara klik add dan ketikkan *IP Address* di kolom *address*, untuk *interface ether2-backup-link* dari data skema jaringan adalah *202.43.117.101/30*, setelah itu pilih *interface ether2-backup-link* pada kolom *interface*, hasilnya dapat terlihat seperti gambar dibawah ini.

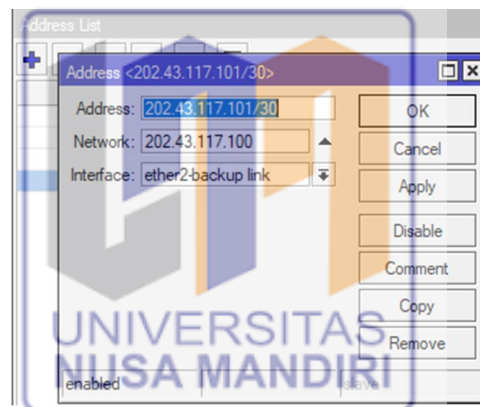


Fig 7. Konfigurasi IP Address 3

Sumber : Dokumen Pribadi

Setelah itu menambahkan *IP Address* untuk *interface main-link* dimana link utama itu ada di *ether3*, dengan menambahkan *IP Address 202.43.117.97/30* dan pilih *interface ether3-main-link* di kolom *interface*.

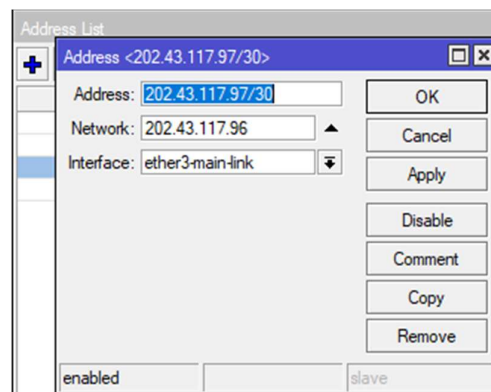


Fig 8. Konfigurasi IP Address 4

Sumber : Dokumen Pribadi

Selanjutnya adalah menambahkan ip address loopback, sama dengan menambahkan ip address sebelumnya, dimana ip address loopback yang sudah di alokasikan adalah 110.93.15.254/32 dan pilih interface lo pada kolom interface setelah itu apply dan ok.

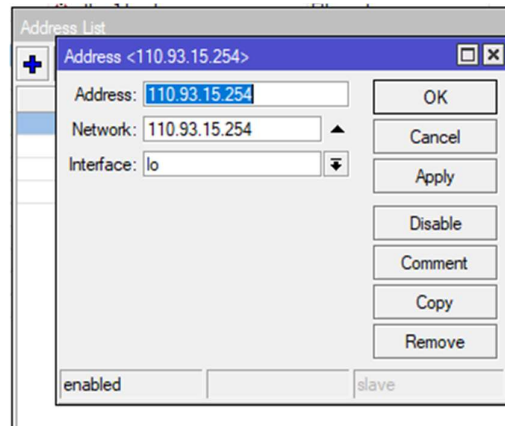


Fig 9. Konfigurasi IP Address 5

Sumber : Dokumen Pribadi

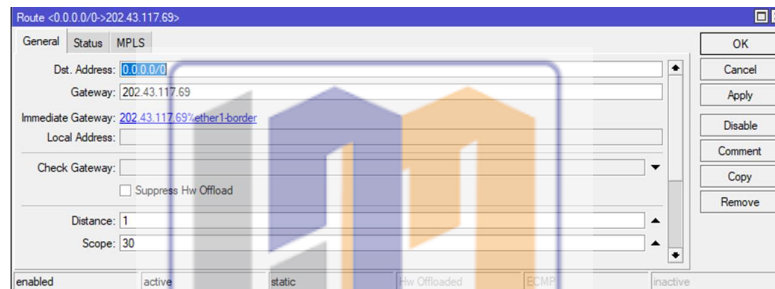


Fig 10. Konfigurasi Gateway

Sumber : Dokumen Pribadi

Setelah menambahkan IP Address Langkah selanjutnya adalah menambahkan IP route atau IP Gateway dengan masuk ke menu IP > Route > add dan setelah itu menambahkan IP Gatewa-nya yaitu 202.43.117.69.

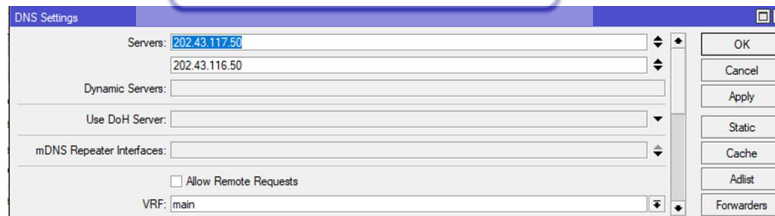


Fig 11. Konfigurasi IP DNS

Sumber : Dokumen Pribadi

Setelah menambahkan IP Gateway pada router core selanjutnya adalah menambahkan IP DNS yang dimiliki oleh PT. Primelink Communicatin yaitu 202.43.116.50 dan 202.43.117.50 dengan masuk ke menu IP > DNS atau dengan cara menggunakan terminal di winbox /ip dns set servers=202.43.117.50,202.43.116.50.

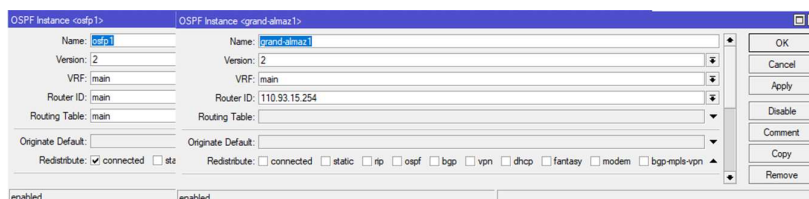


Fig 12. Konfigurasi OSPF Instances

Sumber : Dokumen Pribadi

Selanjutnya adalah konfigurasi *OSPF*, di dalam *router core* ini ada dua *OSPF*, yaitu *OSPF* menuju *router border* dan menuju *router distribution* atau *router POP* dengan cara masuk ke menu *Routing > OSPF > Instances > add > Name = ospf1 redistribute=connected dan bgp routinf-table=main* dan tambahkan juga *ospf* menuju *router distribution* dengan cara yang sama, namun *ospf* yang menuju ke *router* distribusi pada menu *redistribute* tidak ada yang di centang dan untuk *router id* nya diganti menjadi *ip loopback* seperti terlihat pada gambar 12.

Selanjutnya adalah menambahkan *area* pada *OSPF*, untuk memudahkan indentifikasi dan konfigurasi *OSPF* dibuat dua *area* yaitu *area* untuk ke *router distribution* dan *router border* seperti terlihat pada gambar dibawah ini.

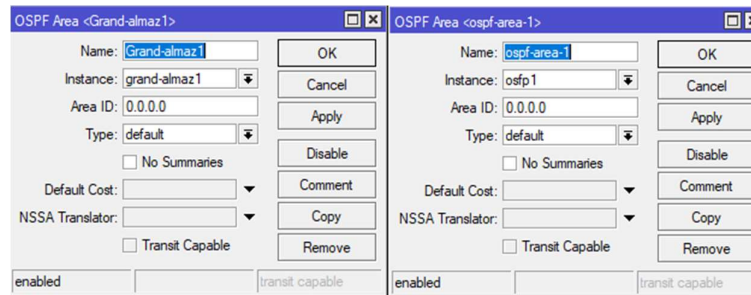


Fig 13. Area OSPF

Sumber : Dokumen Pribadi

Yang mana *area ospf-area-1* untuk menuju *router border* dan *area Grand-almaz1* untuk ke *router pop*.

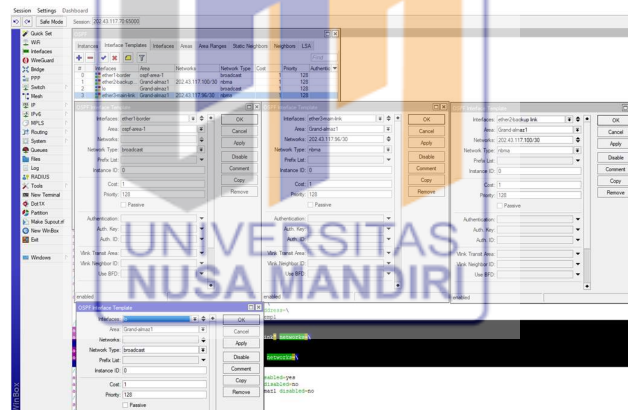
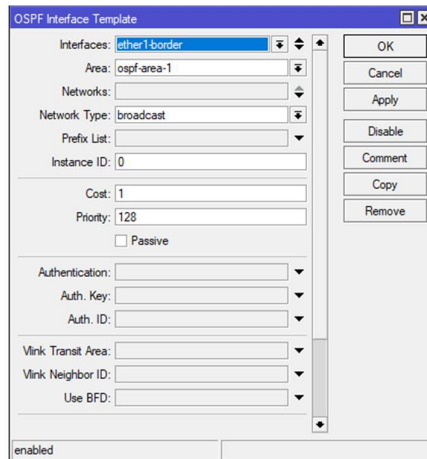


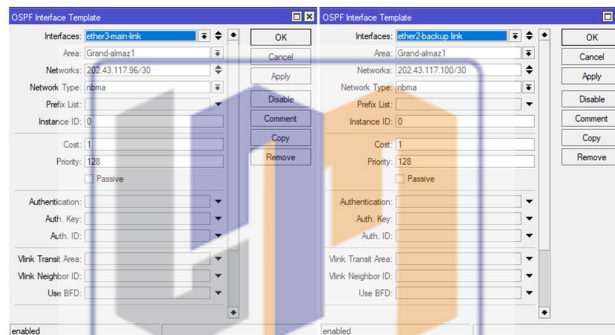
Fig 14. Konfigurasi Interface OSPF

Sumber : Dokumen Pribadi

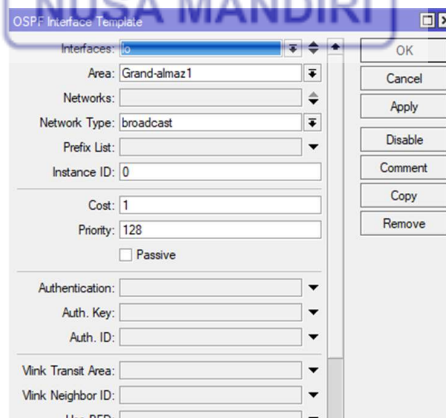
Pada tahap berikutnya adalah menambahkan *interface* yang akan di aktifkan *interface* nya dengan masuk ke menu *Routing > OSPF > Interface Template* dan dan menambahkan *interface* nya sesuai dengan *area* nya.



Gambar diatas menunjukkan hasil konfigurasi *OSPF interface template* untuk *ether1* yang menuju *router border*. Selanjutnya adalah menambahkan *interface OSPF* menuju *router distribution* atau *pop* dimana *interface ether2* dan *ether3* adalah *interface* yang menuju *router pop* dengan *network address ether3-main-link* adalah *202.43.117.96/30* dan *network address interface ether2-backup-link* *202.43.117.100/30* dengan *network type nbma*.



Selanjutnya adalah menambahkan *interface ospf* untuk *interface loopback* menuju *router distribution* dengan *network address* diisi dengan *ip loopback* yaitu *110.93.15.254* dengan *network type broadcast*.



Setelah selesai melakukan konfigurasi *OSPF* selanjutnya adalah melakukan konfigurasi *routing BGP* dengan cara masuk ke menu *Routing > BGP > instance* tambahkan seperti gambar 15 dibawah ini atau dengan malalui terminal `/routing bgp instance add as=64512 disabled=no name=default routing-table=main`

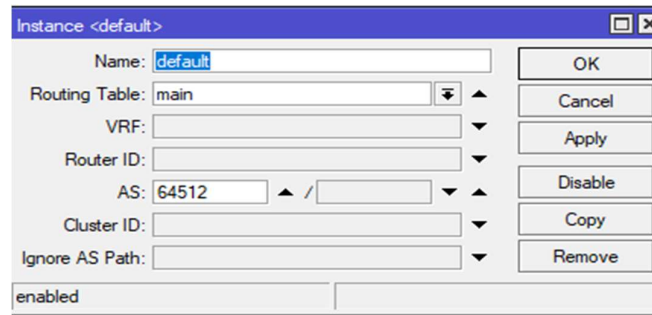


Fig 15. Konfigurasi Routing BGP Instance

Sumber : Dokumen Pribadi

Selanjutnya adalah melakukan konfigurasi untuk BGP Template dengan masuk ke menu *Routing > BGP > Template* dan menambahkan konfigurasi tersebut seperti gambar dibawah ini

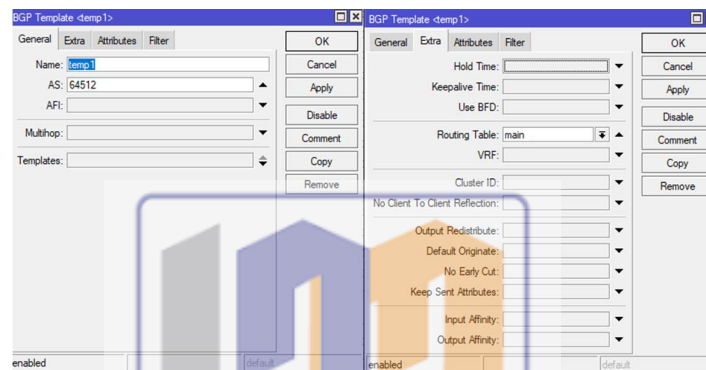


Fig 16. Konfigurasi Routing BGP Template

Sumber : Dokumen Pribadi

Setelah menambahkan template BGP selanjutnya adalah menambahkan koneksi BGP, dimana BGP ini dipasangkan ke arah *router POP/Distribution*, dengan cara masuk ke Tab Connection dan menginputkan AS Number 64512 untuk router core dengan local address=110.93.15.254 dimana local address ini adalah ip loopback di router tersebut dan remote as number adalah as number router yang akan dituju yaitu router distribution dengan AS Number 65530 dengan remote address 110.93.15.253.

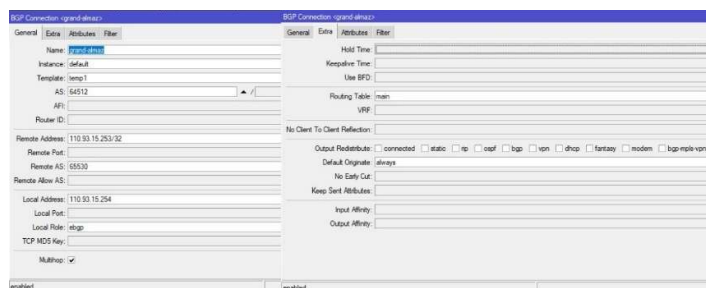


Fig 17. Konfigurasi BGP Connection 1

Sumber : Dokumen Pribadi

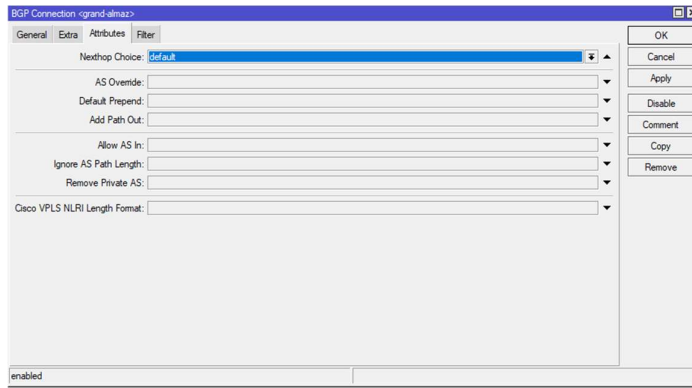


Fig 18. Konigurasi BGP Connection 2

Sumber : Dokumen Pribadi

- Konfigurasi Router POP/Distribution

Sama halnya dengan konfigurasi pada *router core*, konfigurasi interface ini juga untuk memudahkan indentifikasi interface pada router distribution atau POP, dimana setiap interface di kasih nama dan comment, dan berikut adalah hasil konfigurasi interface pada router distribusi seperti pada gambar dibawah ini.

The image shows a screenshot of a network management tool's "Interface List" window. It displays a table of interfaces with columns for Name, Type, MTU, Actual MTU, L2 MTU, PoE Out, PoE Volt, PoE Pro, and PoE Out. The table lists various interfaces such as ether1, Backup\_Link, Main\_Link, and several sfpsfpplus interfaces (sfpsfpplus1 through sfpsfpplus12) under different router categories like DIST OLT and GRAND ALMAZ. A watermark for "UNIVERSITAS NUSANTARA" is visible over the table.

Fig 19. Konfigurasi interface pada router distribution

Sumber : Dokumen Pribadi

Sama dengan router core, di router distribution atau POP juga harus menambahkan interface loopback dengan cara seperti ini dengan melalui terminal `interface bridge add name=lo`, dan hasilnya seperti gambar dibawah ini.

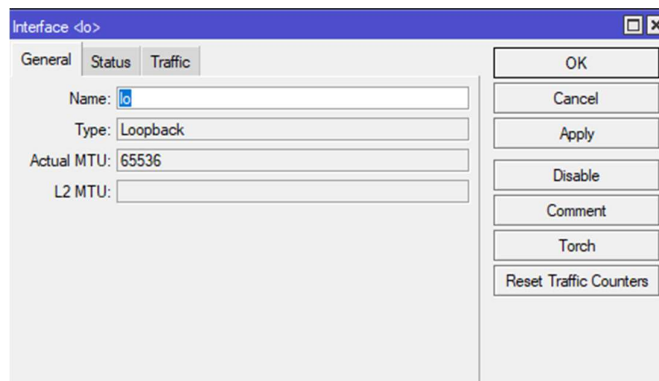


Fig 20. Interface loopback router distribution

Sumber : Dokumen Pribadi

Pada tahap selanjutnya setelah konfigurasi interface dan penambahan interface loopback adalah menambahkan ip address seperti berikut ini

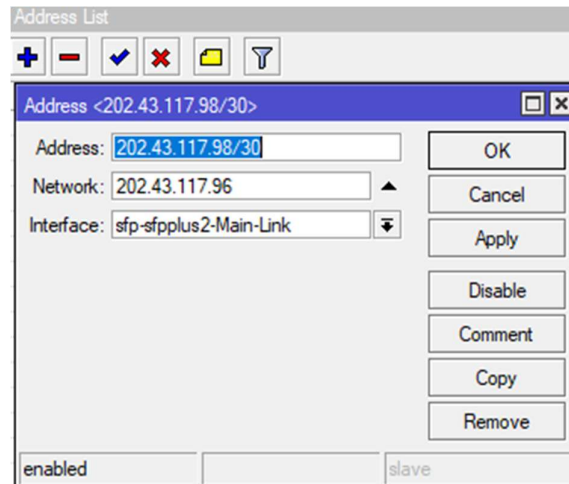


Fig 21. Konfigurasi IP Address 1 Router POP

Sumber : Dokumen Pribadi

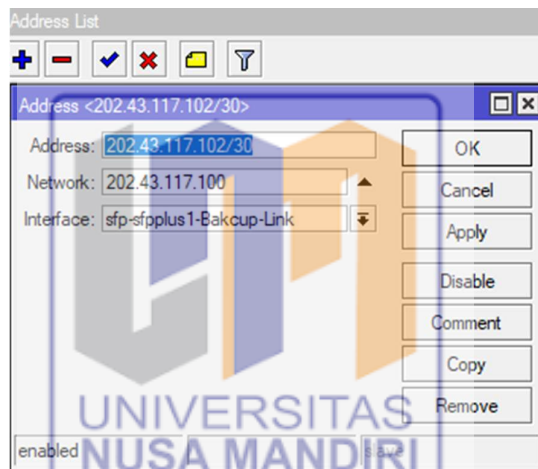


Fig 22. Konfigurasi IP Address 2 Router POP

Sumber : Dokumen Pribadi

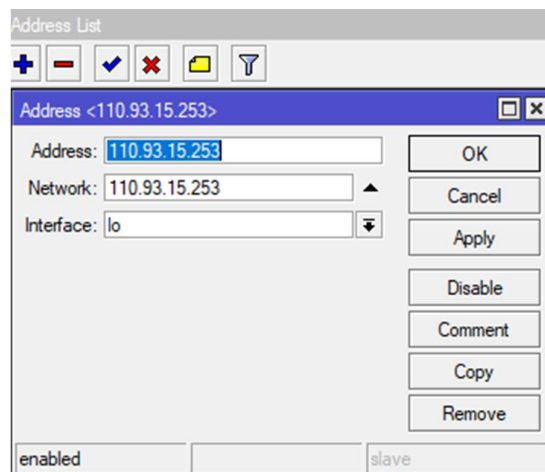


Fig 23. Konfigurasi IP Loopback Router POP

Sumber : Dokumen Pribadi

Selanjutnya adalah menambahkan atau konfigurasi *IP DNS* pada *router distribution* dimana *IP DNS* yang dimiliki oleh PT. Primelink Communicatin yaitu *202.43.116.50* dan *202.43.117.50* dengan masuk ke menu *IP > DNS* atau dengan cara menggunakan terminal di winbox */ip dns set servers=202.43.117.50,202.43.116.50*.

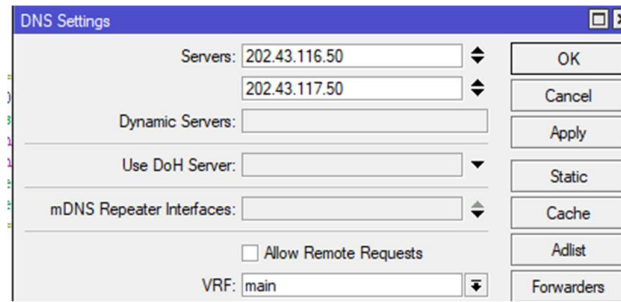


Fig 24. Konfigurasi *IP DNS Router Distribution*

Sumber : Dokumen Pribadi

Tahap berikutnya adalah konfigurasi *OSPF* dengan masuk ke menu *Routing > OSPF*

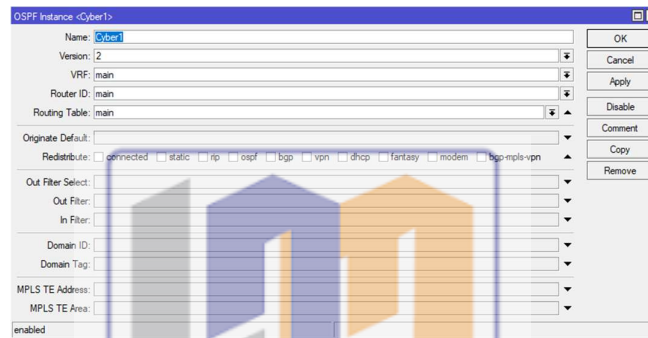


Fig 25. Konfigurasi *OSPF Instances Router Distribution/POP*

Sumber : Dokumen Pribadi

Atau dengan menggunakan terminal dengan ketik */routing ospf instance add disabled=no name=Cyber1 redistribute="" routing-table=main*

Selanjutnya adalah konfigurasi *area OSPF*, masih di menu *OSPF* selanjutnya adalah klik *tab Areas*, dan tambahkan area nya, terlihat seperti pada gambar dibawah ini.

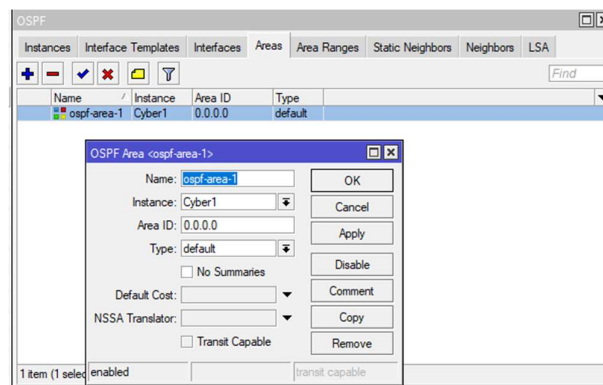


Fig 26. Konfigurasi area OSPF Router Distribution

Sumber : Dokumen Pribadi

Tahap berikutnya setelah menambahkan area pada OSPF adalah menambahkan konfigurasi pada tab *Interface*

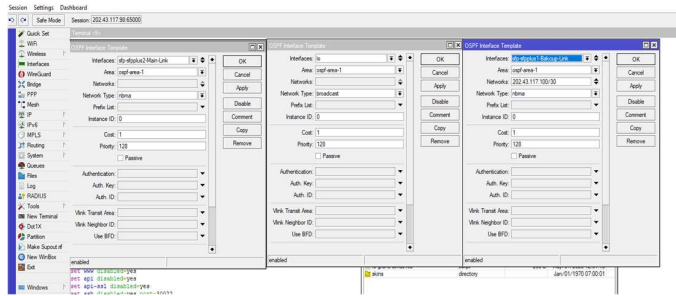


Fig 27. Konfigurasi interface-template OSPF Router Distribution

Sumber : Dokumen Pribadi

Pada tahap ini adalah konfigurasi BGP pada router distribution atau POP dengan masuk ke menu *Routing > BGP* di *winbox* dan menambahkan menambahkan template BGP terlebih dahulu, atau mengedit template BGP yang sudah ada dengan menambahkan AS number dan routing tablenya menjadi main. Atau bisa menggunakan terminal di *winbox* dengan mengetikkan perintah sebagai berikut `/routing bgp template set default disabled=no output.network=bgp-network routing-table=main`

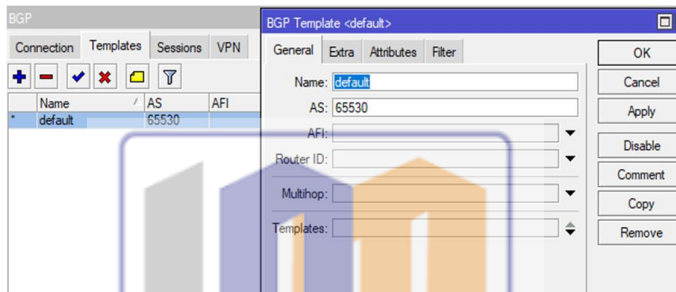


Fig 28. Konfigurasi Template BGP pada router distribution

Sumber : Dokumen Pribadi

Setelah melakukan konfigurasi *template bgp*, selanjutnya adalah ke *tab connection* masih di menu *Routing > BGP* dan menambahkan koneksi *Routing BGP* ke *router core* yang mana koneksi *peering bgp* ini akan di koneksikan ke *router core* yang sebelumnya sudah di konfigurasi, konfigurasi untuk *peering bgp* di *router pop* atau *distribution* yaitu diisi dengan *remote as 64512* dan *remote address 110.93.15.254* dan hasilnya bisa dilihat dari gambar dibawah ini.

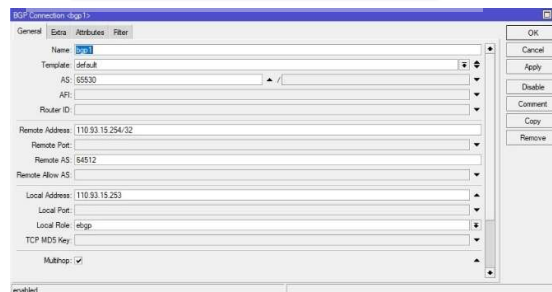


Fig 29. Konfigurasi Connection BGP pada router distribution 1

Sumber ; Dokumen Pribadi

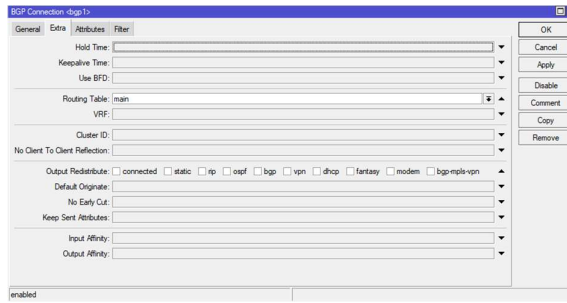


Fig 30. Konfigurasi Connection BGP pada router distribution 2

Sumber : Dokumen Pribadi



Fig 31. Konfigurasi Connection BGP pada router distribution 3

Sumber : Dokumen Pribadi

### 3.1.5. Manajemen Jaringan

Manajemen jaringan yang diusulkan tidak jauh berbeda dengan manajemen sebelumnya, hanya menambahkan *interface loopback* dan menambahkan *AS Number* untuk masing-masing router.

Sementara untuk manajemen jaringan lain seperti *IP Address* di PT. Primelink Communication sudah cukup baik dengan memanfaatkan *subnetting IP Address*, jadi setiap POP mempunyai segmentasi *IP Address* yang berbeda-beda, hal ini sangat memudahkan para *engineer* atau teknisi melakukan *troubleshoot* untuk pengecekan persegmentasi.

### 3.2 Pengujian Jaringan

Pada bagian ini akan dijelaskan perbedaan yang ditemukan antara jaringan awal sebelum dilakukan *Load balancing* dan *Failover* menggunakan *protocol OSPF* dan *BGP* dengan jaringan akhir setelah dilakukan *Load balancing* dan *Failover* menggunakan *protocol OSPF* dan *BGP*, berdasarkan hasil yang telah dilakukan oleh penulis.

#### 3.2.1 Pengujian Awal

Pada tahap evaluasi awal, analisis mendalam terhadap struktur jaringan memperlihatkan adanya batasan penting. Sistem, dalam keadaan ini, masih berjalan dengan pengaturan yang sangat sederhana. Secara khusus, analisis paket data menunjukkan bahwa seluruh lalu lintas pengguna hanya diarahkan ke satu sambungan atau satu tautan. Akibatnya, jika sambungan tersebut mengalami gangguan, sistem tidak memiliki sistem cadangan yang mencukupi.

	Name	Type	Tx	Rx	Tx Packet (p/s)
R	ether1	Ethernet	10.1 Mbps	54.6 Mbps	3 877
R	ether2-backup-link	Ethernet	0 bps	0 bps	0
R	ether3-main-link	Ethernet	83.2 Mbps	9.0 Mbps	8 200
	ether4	Ethernet	0 bps	0 bps	0

Fig 32. Pengujian Awal traffic Router Core

Sumber : Dokumen Pribadi

lo	Loopback	65536		0 bps	0 bps	0
Backup_Link						
sfp-sfplusplus1	Ethernet	1500	1592	0 bps	0 bps	0
Main_Link						
sfp-sfplusplus2	Ethernet	1500	1592	10.1 Mbps	58.9 Mbps	3 790
DIST OLT						
sfp-sfplusplus3	Ethernet	1500	1592	54.4 Mbps	8.9 Mbps	5 845
vlan10	VLAN	1500	1592	55.4 Mbps	7.9 Mbps	6 169

Fig 33. Pengujian awal traffic router distribution

Sumber : Dokumen Pribadi

Pada pengujian awal ini mencoba untuk mencoba mensimulasikan dengan seperti gangguan pada link utama dengan cara menonaktifkan link utama seperti pada gambar dibawah ini

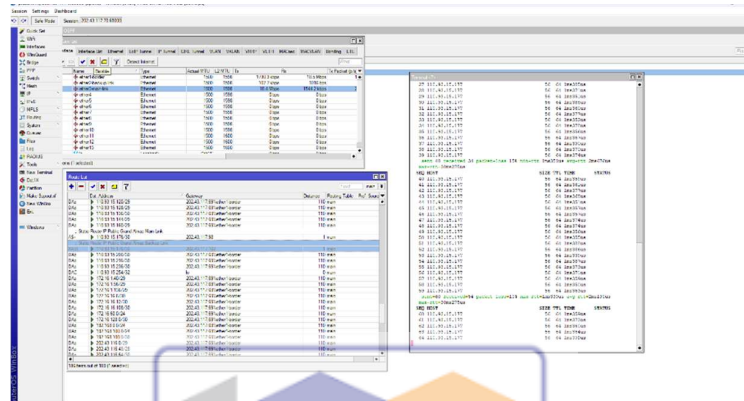


Fig 34. Pengujian Awal 1

Sumber : Dokumen Pribadi

Sebelum menonaktifkan terlihat di routing table router core ada routing static menuju router pop dimana routing static itu itu di konfig secara manual.

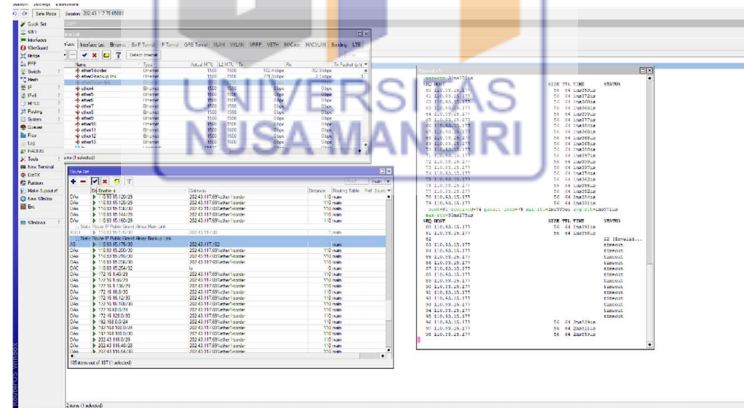


Fig 35. Pengujian Awal 2

Sumber : Dokumen Pribadi

Terlihat pada gambar diatas setelah menonaktifkan main link routing static yang menuju link backup juga harus di aktifkan secara manual, sehingga Kondisi ini menegaskan bahwa sistem *Failover*, yang mestinya secara otomatis mengalihkan lalu lintas ke sambungan cadangan untuk memastikan ketersediaan layanan yang tinggi (*High Availability*), belum diadopsi atau bahkan belum diatur.

### 3.2.2 Pengujian Jaringan Akhir

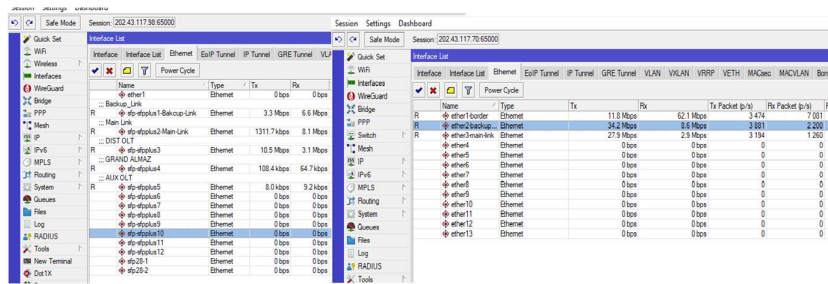


Fig 36. Pengujian Akhir

Sumber : Dokumen Pribadi

Pada pengujian akhir ini terdapat hasil dari implementasi *Load Balancing* dan *Failover* dengan menggunakan *protocol OSPF* dan *BGP* dapat di hasilkan link dapat berjalan berbarengan dengan adanya distribusi *trafik* yang berhasil melintasi beberapa *interface* utama yaitu *interface main link* dan *backup link*, dengan adanya trafik yang berjalan secara simultan pada kedua *interface* ini menunjukkan bahwa *load balancing* telah berhasil di terapkan dan berfungsi mendistribusikan beban data di antara kedua link tersebut secara aktif, berbeda dengan uji coba awal yang hanya menunjukkan lalu lintas pada *link* utama, pengujian akhir ini secara jelas menunjukkan manfaat ganda pada berbagai koneksi, mencerminkan peningkatan dalam kapasitas dan kestabilan jaringan.

Penulis juga melaksanakan uji coba dengan mensimulasikan gangguan pada link utama, setelah link utama tidak berfungsi, jalur link backup mengambil alih seluruh lalu lintas yang sedang berjalan, bisa dilihat dari hasil ping ke google.com dan facebook.com dimana proses transisi peralihan dari link utama ke link backup saat terjadinya gangguan tidak menunjukkan loss packet sama sekali.

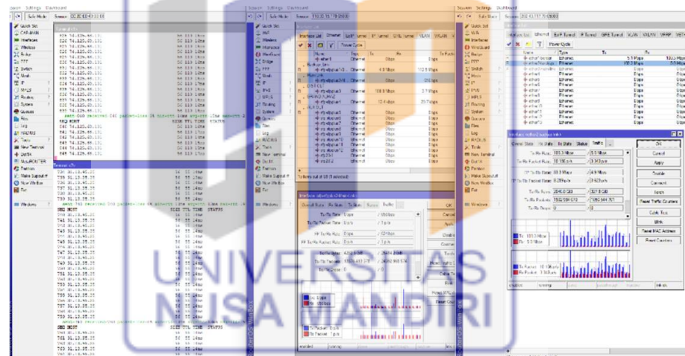


Fig 37. Pengujian akhir 1

Sumber : Dokumen Pribadi

Dipengujian akhir ini, penulis juga mencoba untuk menghidupkan kembali link yang sebelumnya terputus, yang kini telah berfungsi normal kembali. Sistem secara otomatis beralih dari link backup ke link utama dan mendistribusikan trafik dengan baik. Hal ini dapat dilihat pada gambar IV.25, di mana trafik telah berhasil dialokasikan kembali ke kedua link tersebut.

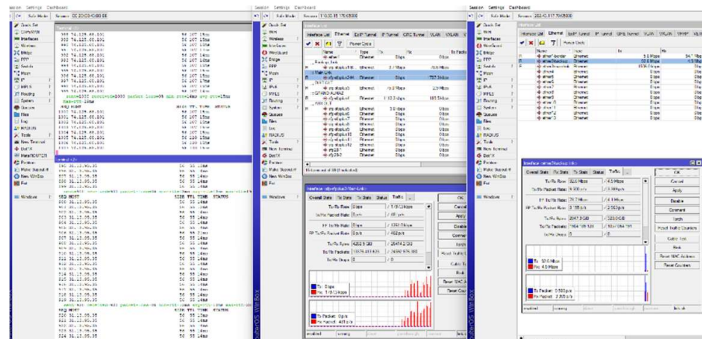


Fig 38. Pengujian akhir 2

Sumber : Dokumen Pribadi

Dengan demikian seluruh lalu lintas jaringan menjadi normal kembali sesuai dengan konfigurasi sebelumnya. Proses ini menunjukkan bahwa implementasi *load balancing* dan *failover* menggunakan *protocol OSPF dan BGP* berjalan dengan baik.

### 3.3 Implikasi Hasil

Hasil penelitian ini memberikan implikasi praktis dan akademik yang signifikan. Secara praktis, penerapan *load balancing* dan *failover* otomatis berbasis *OSPF dan BGP* mampu meningkatkan ketersediaan layanan FTTH dan mengurangi *downtime* tanpa memerlukan intervensi manual, sehingga mendukung operasional penyedia layanan internet secara lebih efisien. Secara teoritis, penelitian ini memperkaya kajian tentang integrasi *dynamic routing protocol* dalam membangun jaringan *high availability* pada lingkungan ISP dengan keterbatasan teknis seperti perbedaan VLAN dari pihak ketiga. Temuan ini juga bermanfaat bagi praktisi jaringan dan institusi yang membutuhkan solusi redundansi yang fleksibel, skalabel, dan hemat biaya.

### 3.4 Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, antara lain pengujian yang dilakukan masih terbatas pada skala jaringan internal PT. Primelink Communication dengan jumlah router dan trafik tertentu, sehingga hasilnya belum sepenuhnya merepresentasikan kondisi jaringan dengan skala yang lebih besar atau trafik ekstrem. Selain itu, pengukuran kinerja jaringan masih difokuskan pada parameter dasar seperti stabilitas koneksi dan *failover time*, tanpa analisis mendalam terhadap aspek keamanan dan performa jangka panjang. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji solusi ini pada lingkungan produksi yang lebih kompleks, menambahkan analisis keamanan routing, serta mengombinasikannya dengan sistem monitoring otomatis berbasis *real-time analytics*.

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan implementasi *load balancing* dan *failover* menggunakan protokol OSPF dan BGP pada jaringan backbone FTTH PT. Primelink Communication, dapat disimpulkan bahwa pendekatan ini efektif dalam meningkatkan keandalan, kestabilan, dan ketersediaan layanan jaringan. Distribusi trafik yang berjalan optimal pada link utama dan cadangan membuktikan pemanfaatan sumber daya jaringan yang lebih efisien dibandingkan kondisi sebelumnya yang bergantung pada satu jalur. Mekanisme failover mampu bekerja secara otomatis dan responsif dalam mengalihkan koneksi saat terjadi gangguan, sehingga risiko *Single Point of Failure* dapat diminimalkan dan *downtime* layanan ditekan secara signifikan. Secara keseluruhan, penerapan integrasi OSPF dan BGP tidak hanya meningkatkan *throughput* dan stabilitas jaringan, tetapi juga mendukung efisiensi operasional perusahaan serta memastikan layanan FTTH tetap berjalan dengan tingkat *high availability* yang lebih baik.

Untuk menjaga keberlanjutan kinerja jaringan, disarankan agar dilakukan pemantauan dan pemeliharaan secara berkala guna memastikan mekanisme *load balancing* dan *failover* tetap berfungsi optimal serta mampu mendeteksi potensi gangguan sejak dini. Penerapan sistem monitoring *real-time* yang dilengkapi dengan pelaporan otomatis terkait kondisi link, antarmuka, log failover, dan statistik distribusi beban akan sangat membantu dalam pemeliharaan preventif dan penanganan insiden. Selain itu, diperlukan analisis skalabilitas yang komprehensif untuk mengantisipasi pertumbuhan jumlah pengguna dan kebutuhan *bandwidth* di masa mendatang, termasuk pengujian pada kondisi trafik puncak yang ekstrem guna mengidentifikasi batas kemampuan sistem dan menentukan waktu yang tepat untuk penambahan link atau peningkatan kapasitas agar performa jaringan tetap terjaga.

### Acknowledgment

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Primelink Communication atas kesempatan, dukungan, dan akses data yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan teknis, masukan, serta dukungan akademik sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

### Declarations

**Author contribution.** Penulis bertanggung jawab penuh terhadap perancangan penelitian, pengumpulan dan analisis data, implementasi sistem, serta penulisan dan revisi naskah artikel.

**Funding statement.** Penelitian ini tidak menerima pendanaan dari lembaga pendanaan eksternal mana pun.

**Conflict of interest.** Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan dalam penelitian ini.

**Additional information.** Tidak ada informasi tambahan yang tersedia untuk artikel ini.

### Data and Software Availability Statements

Data dan konfigurasi sistem yang mendukung temuan penelitian ini diperoleh dari PT. Primelink Communication dan tidak tersedia untuk umum karena alasan kerahasiaan operasional, namun dapat disediakan oleh penulis berdasarkan permintaan yang wajar untuk keperluan akademik.

### References

- [1] H. S. Sabana, I. Muhammadi, P. Budi, and K. Goran, "Analisa Performansi Jaringan Kabel Fiber Optik Link Backbone Ungaran – Krapyak Performance Analysis of Ungaran-Krapyak Fiber Optic Link Backbone Cable Network," vol. 8275, pp. 89–97, 2021.
- [2] D. Afianto, *Buku Ajar Jaringan Komputer*. Jambi: Global Mitra Mediatama, 2025.
- [3] Z. Munawar et al., *Konsep Dasar Pengenalan Ilmu Komputer*. Batam: Yayasan Cendikia Mulia Mandiri, 2023.
- [4] I. S. Putra, *SISTEM INFORMASI MANAJEMEN: Perspektif Digitalisasi Bisnis*. Klaten: PT. Nas Media Indonesia, 2024.
- [5] N. Hasdyna and R. K. Dinata, *Komunikasi Data Dan Jaringan: Konsep, teknologi dan penerapannya dalam sistem modern*. Serasi Media Teknologi, 2024.
- [6] V. Y. P. Ardhana et al., *Konsep Dasar Teknologi Informasi*. Sumedang, Jawa Barat: MEGA PRESS NUSANTARA, 2024.
- [7] M. Wahyudi, Firmansyah, and T. A. A. Sandi, *Membangun Jaringan Komputer dengan Mikrotik*. Yogyakarta: CV. Bintang Semesta Media, 2023.
- [8] R. Rustiyana, Y. Herdiana, S. Sutiyono, J. N. Ginting, I. K. N. A. Jaya, and L. Judijanto, *Jaringan Komputer*. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2025.
- [9] H. Aspriyono and A. Susanto, *Jaringan Komputer dan Perkembangannya*. Yogyakarta: ANDI, 2024.
- [10] Alfi Syahrin, "Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Pada Wilayah Kelurahan Mustika Sari RT/RW 004/04 Menggunakan Google Earth Pro," *J. Sain dan Tek.*, vol. 5, no. 2, p. 116, 2023.
- [11] M. I. MI and Y. Saragih, "Perancangan Jaringan Fiber To the Home (Ftth) Menggunakan Aplikasi Google Earth Pro," *Aisyah J. Informatics Electr. Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 49–57, 2023, doi: 10.30604/jti.v5i1.133.
- [12] I. N. Bernadus, P. W. Rahayu, and I. M. D. Ardiada, "Load Balance Design Using Ecmp (Equal Cost Multi Path) Method on Mikrotik Routerboard 750Gr3," *J. Komput. dan Inform.*, vol. 10, no. 2, pp. 137–142, 2022, doi: 10.35508/jicon.v10i2.8225.
- [13] D. I. Mudhoep, Linawati, and Oka Saputra, "Kombinasi Protokol Routing OSPF dan BGP dengan VRRP, HSRP, dan GLBP," *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–10, 2021, doi: 10.22146/jnteti.v10i1.942.
- [14] M. Wahyudi and F. Firmansyah, "Analisis Performa Open Shortest Path First Load Balancing dengan Metode Cost Manipulation," *MATRIK J. Manajemen, Tek. Inform. dan Rekayasa Komput.*, vol. 21, no. 3, pp. 555–566, 2022, doi: 10.30812/matrik.v21i3.1909.
- [15] S. Susafa'ati, M. Raharjo, and R. Aldori, "Per Connection Classifier Load Balancing dengan Mikrotik pada SMK Tunas Harapan Jakarta," *J. Tek. Komput.*, vol. 10, no. 1, pp. 7–12, 2024, doi: 10.31294/jtk.v10i1.15183.
- [16] A. Supriadi et al., *Pengantar Jaringan Komputer*. Serang-Banten: PT. Sada KurniaPustaka, 2024.
- [17] F. Ariadi, S. Kom, M. Kom, S. Saputra, S. Kom, and M. Kom, "Praxis : Jurnal Pengabdian Kepada PENGENALAN MODEL 7 OSI LAYER PADA SISWA-SISWI SMA ISLAM TERPADU INSAN MADANI 8," vol. 4, no. 2, pp. 30–36, 2024.
- [18] E. Wijanto, *Komunikasi Data: Konsep dan Implementasi*. Yogyakarta: Andi, 2024.
- [19] T. Ariyadi and R. Jordi, "Perancangan Jaringan Lan Di Sekolah Menggunakan Cisco Packet Tracer Dan Protocol Routing Ospf," *STORAGE – J. Ilm. Tek. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 4, pp. 242–248, 2024.
- [20] M. Saputra, D. Jonathan, and Henderi, *PERAN ROUTING PROTOKOL DALAM MENINGKATKAN KINERJA CLOUD COMPUTING*. Klaten: Underline, 2025.
- [21] T. A. Cahyono, *Komunikasi Data*. Jambi: Penerbit Buku Sonpedia, 2025.

- [22] “Sistem Informasi Dan Jaringan - Universitas PGRI MADIUN.” Accessed: Dec. 02, 2025. [Online]. Available: <https://sj.unipma.ac.id/berita/2033/pentingnya-as-number-dan-ip-address-atas-nama-perguruan-tinggi-institusi->
- [23] “Apa itu Autonomous System Number? Jenis dan Contohnya.” Accessed: Dec. 02, 2025. [Online]. Available: <https://digitalsolusigrup.co.id/autonomous-system-number-adalah/>
- [24] “Loopback Address: Pengertian, Fungsi, dan Pentingnya dalam Jaringan OSPF - Hosteko Blog.” Accessed: Dec. 02, 2025. [Online]. Available: <https://hosteko.com/blog/loopback-address-pengertian-fungsi-dan-pentingnya-dalam-jaringan-ospf>
- [25] L. Amantha Olan Sahat Manik, T. Ghozali, and V. Windha Mahyastuty, “Perancangan Jaringan Internet Menggunakan GNS3, Qemu, dan Virtual Box,” *J. Elektro*, vol. 15, no. 1, pp. 11–20, 2024, doi: 10.25170/jurnalelektro.v15i1.5119.
- [26] R. N. Dasmen, K. Pangestu, and K. Saputra, “Aplikasi Mikrotik Dasar Sebagai Pembatasan Bandwidth pada Warung Internet Teranet One di Prabumulih,” *J. Komput. dan Inform.*, vol. 10, no. 1, pp. 72–77, 2022, doi: 10.35508/jicon.v10i1.6270.

