OPTIMALISASI JARINGAN KOMPUTER DENGAN BONDING INTERFACE MODE 802.3AD SEBAGAI LINK REDUNDANCY PADA ROUTER MIKROTIK

Adika Noor Adicandra¹⁾, Pitrasacha Adytia²⁾, Muhammad Fahmi³⁾ Program Studi Teknik Informatika, STMIK Widya Cipta Dharma

Jalan M. Yamin No. 25, Samarinda, 75123 E – Mail : adikaadicandra@gmail.com¹), pitra.wicida.ac.id²), fahmi.wicida.ac.id³)

ABSTRAK

Jaringan yang tidak terbagi rata membuat user tidak nyaman untuk menggunakan internet, baik untuk *streaming*, download, upload, dan *browsing*. Jika rata – rata user langsung menggunakan download ataupun *streaming* secara bersamaan, maka *bandwidth* yang dibutuhkan juga besar. Jaringan yang hanya memiliki satu jalur saja tentu sangat beresiko karena jika terjadi *downtime* maka tidak ada lagi jalur cadangan (*backup traffic*), tentu itu akan mengganggu kenyamanan saat *browsing* internet.

Hasil dari penelitian ini yakni adanya peningkatan kualitas jaringan dari tergabungnya kedua *interface* yaitu tergabungnya kedua ISP menggunakan mode *balanced* – *rr* dan tergabungnya dua jalur yang menghubungkan *router* MikroTik dan *switch* Cisco. Setelah dilakukannya perhitungan *Quality of Service* memang untuk perbedaan sebelum dan sesudah tidak terlalu signifikan, tetapi jika penerapan *bonding* ini dilakukan secara langsung, maka hasil penelitian ini bisa saja berbeda dari apa yang sudah dilaksanakannya penelitian penulis.

Kata Kunci: Bonding Interface, Bonding, Link Redundancy, Router Mikrotik, Mikrotik, Switch Cisco, VLAN, Failover, portchannel

Optimization of Computer Networks Using 802.3ad Bonding Interface for Link Redundancy on MikroTik Router

ABSTRACT

Uneven network distribution makes users uncomfortable when using the internet for streaming, downloading, uploading, and browsing. When the average user engages in downloading or streaming simultaneously, the bandwidth required also increases significantly. A network with only a single path is highly risky because, in the event of downtime, there is no backup traffic route, which would disrupt the comfort of browsing the internet.

The results of this study show an improvement in network quality through the integration of two interfaces, combining two ISPs using the balanced-rr mode, and the merging of two paths connecting the MikroTik router and the Cisco switch. After calculating the Quality of Service (QoS), the difference before and after implementation was not highly significant. However, if bonding is implemented in a real-world environment, the results could differ from the outcomes observed in this study.

Keywords: Bonding Interface, Bonding, Link Redundancy, Router Mikrotik, Mikrotik, Switch Cisco, VLAN, Failover, port – channel

1. PENDAHULUAN

Jaringan yang tidak terbagi rata membuat user tidak nyaman untuk menggunakan internet, baik itu untuk *streaming*, download, upload, dan *browsing*. Jika rata-rata user langsung menggunakan download ataupun *streaming* secara bersamaan, maka *bandwidth* yang dibutuhkan juga besar. Jaringan yang hanya memiliki satu jalur saja tentu sangat beresiko karena jika terjadi downtime maka tidak ada lagi jalur cadangan (backup traffic), tentu itu akan mengganggu kenyamanan saat browsing internet. Disinilah peran bonding dapat berguna, sebab metode ini dapat membuat throughput bandwidth menjadi lebih besar. Secara singkat, bonding menggabungkan dua interface yang menggunakan satu ip address sehingga menghasilkan virtual link. Selain itu, kelebihan metode ini adalah adanya jalur kedua sebagai backup atau jalur cadangan jika sewaktu – waktu terjadinya *downtime* dan akan secara otomatis akan berpindah ke jalur yang sudah menjadi bagian atau *slaves* di dalam *interface bonding*.

6

Setelah melakukan observasi, masih ada ruang untuk dilakukannya peningkatan mutu jaringan di STMIK Widya Cipta Dharma, karena di setiap switch belum terdapat bonding, hanya ada trunk. pada peneliti sebelumnya sudah dibuatkannya VLAN untuk setiap segmen yang berbeda tetapi hanya dikonfigurasi di satu interface saja. Peneliti akan membuat interface baru (bonding) membuat 2 jalur fisik menjadi satu kesatuan dan tidak membuat VLAN terganggu jika terjadinya downtime, diharapkan adanya peningkatan bandwidth, juga bisa mengurangi beban kerja jaringan (link redundancy) jika hanya menggunakan satu interface saja. Dengan adanya sistem link redundancy ini, koneksi akan lebih terjaga keberlangsungannya karena terdapat mekanisme failover. 802.3ad adalah mode yang diberikan oleh MikroTik untuk penggunaan bonding dan *port – channel* untuk perangkat Cisco. Penggunaan mode 802.3ad merupakan mode yang paling kompetibel karena mode ini dapat berfungsi di semua perangkat jaringan selain MikroTik.

Dengan menggunakan metode *bonding interface* sebagai *link redundancy* pada *router* MikroTik, STMIK Widya Cipta Dharma bisa mendapatkan *throughput bandwidth* yang lebih besar dan adanya jalur kedua selain jalur utama. Selain mendapatkan jalur cadangan *bonding* juga dapat meningkatkan koneksi yang lebih stabil dan menghindari terjadinya *downtime* yang dapat mempengaruhi aktivitas perkuliahan dan administrasi.

Bonding interface merupakan metode yang dapat menggabungkan dua atau lebih interface menjadi sebuah virtual link sehingga akan mendapatkan throughput bandwidth yang lebih besar, bisa juga difungsikan untuk keperluan failover. Metode ini juga dapat dikatakan sebagai pengganti media transmisi fiber optik karena dapat menghemat biaya pengeluaran dalam membangun jaringan backbone.

Dengan menggunakan metode ini, STMIK dapat melanjutkan kegiatan administrasi dan perkuliahan dengan aman dan nyaman. Dengan mengimplementasi metode *bonding* mode 802.3ad, diharapkan dapat mengurangi *downtime*, menjaga kestabilan jaringan dan kehandalan jaringan agar dapat berjalan secara optimal.

2. Kajian Teoritis

2.1 Jaringan Komputer

Menurut Iskandar, A. (2022), dan penulis lainnya dalam buku yang berjudul "Pengantar Jaringan Komputer" jaringan komputer adalah sekumpulan komputer yang berbagi sumber daya yang terletak di atau disediakan oleh node jaringan (Vimal et Al., 2020). Komputer menggunakan protokol komunikasi umum melalui interkoneksi digital untuk berkomunikasi satu sama lain, saling berinteraksi dan bertukar data (Abdulsahib & Khalaf, 2018). Informasi dan data ditransmisikan melalui jaringan komputer, biasanya menggunakan kabel (*wired*) maupun nirkabel (*wireless*) sebagai media transmisinya.

2.2 Topologi Jaringan

Menurutu website salamadian (2019) Topologi jaringan adalah suatu cara untuk membuat sejumlah komputer saling berhubungan satu sama lain, baik menggunakan kabel maupun yang nirkabel. Biasanya, tujuan topologi jaringan adalah demi kemudahan pertukaran informasi.Topologi jaringan sering kali dipakai suatu perusahaan, lembaga, atau pun badan institusi agar antaranggota bisa saling melakukan komunikasi dengan cepat dan aman.

2.3 Router

Menurut website Dewaweb (2022), router bekerja dengan mentransmisikan paket data dari satu jaringan ke jaringan lain, membaca alamat IP, dan menyaring paket data untuk memastikan lalu lintas yang efisien dan aman. Router memungkinkan beberapa perangkat untuk menggunakan koneksi internet yang sama, mengelola lalu lintas data dengan meneruskan paket data ke alamat IP tujuan, dan menyediakan berbagai jenis jaringan seperti jaringan lokal (LAN) dan jaringan nirkabel (WLAN).

2.4 MikroTik

Menurut Ilmi, N. (2020), dalam bukunya yang berjudul "Best Practice MIKROTIK FOR BEGINNER", MikroTik adalah sebuah perusahaan yang bergerak di bidang produksi perangkat keras (RouterBoard) dan perangkat lunak (Router OS) yang berhubungan dengan sistem jaringan komputer yang berkantor pusat di Riga, Latvia, bersebelahan dengan Rusia.

2.5 Bonding

Menurut Ilmi, N. (2020), dalam bukunya yang berjudul "Best Practice MIKROTIK FOR BEGINNER", Bonding adalah sebuah teknologi yang memungkinkan agregasi lebih dari satu interface ethernet dan menggabungkan kedalam satu link virtual sehingga kita akan mendapatkan throughputbandwidth yang lebih besar. Selain itu bisa digunakan untuk keperluan failover. Pada contoh impelentasinya kita bisa menghubungkan dua buah router MikroTik yang mana interface ethernet masing-masing router yang telah di bonding saling dikoneksikan.

2.6 Mode Bonding

2.6.1 Mode *Round-robin*

Mode ini akan mengirimkan paket data secara berurutan melalui setiap antarmuka jaringan yang tersedia. Kelebihannya mode ini adalah meningkatkan *throughput* karena akan memanfaatkan semua jalur jaringan secara merata. Kekurangannya adalah tidak terlalu bagus untuk pemerataan *traffic*. Jika satu terganggu atau mati, maka jaringan lain akan terganggu juga.

2.6.2 Mode 802.3ad

Mode 802.3ad merupakan mode yang menggunakan LACP (*Link Aggregation Control Protocol*) untuk menggabungkan beberapa jalur secara dinamis. Kelebihannya adalah mode ini mode yang paling standar di dunia jaringan untuk memanajemen koneksi. Kekurangannya adalah membutuhkan dukungan dari perangkat jaringan seperti *switch* yang sama – sama memiliki LACP.

2.7 Link Redundancy

Link redundancy merupakan jalur alternatif yang digunakan untuk meningkatkan ketersediaan jaringan sehingga jika terjadi downtime atau terputus, maka jalur untuk data masih bisa terhubung tanpa mempengaruhi konektivitas perangkat pada jaringan tersebut. Link redundancy juga merupakan salah satu standar dalam membangun jaringan. Dengan adanya link redundancy, kita masih mempunyai waktu santai, dan aktifitas lainnya walaupu ada bagian-bagian tertentu dari jaringan yang gagal bekerja. Semua itu karena kita sudah mempersiapkan cadangan (redundant).

2.8 Failover

Menurut Ferdiana, Ridi (2016), *failover* adalah *routing* yang menekankan pada proses meneruskan sebuah permintaan ke server lain, manakala server utama tidak tersedia. Jadi, *failover* merupakan metode untuk mengalihkan *traffic* jaringan ke jalur lain ketika jalur utama mengalami kendala atau kegagalan (putus).

2.9 Quality of Service

Menurut Ilahi, I. (2020), manajemen *bandwidth* dikenal dengan istilah QoS (*Quality of Service*) yakni teknik yang digunakan untuk menjamin setiap *client* mendapatkan alokasi *bandwidth* masing-masing sehingga proses pertukaran data pada jaringan bisa berjalan optimal. QoS tidak hanya mengenai manajemen *bandwidth*, QoS juga mengatur prioritas *client* sehingga mencegah terjadinya ada perangkat PC yang menguasai seluruh *bandwidth* yang tersedia.

2.10 Winbox

Menurut Ilahi, I. (2020), Winbox merupakan aplikasi *default* dari MikroTik untuk melakukan administrasi *routerboard*, senua fungsi dari *router* bisa diatur dengan aplikasi terebut, aplikasi Winbox cukup ringan dengan ukuran 522kb dan dapat di download langsung di halaman website *MikroTik.com*.

2.11 Switch

Menurut Adhiatma, N. (2020), dari bukunya yang berjudul "Naster CCNA: Belajar Network itu Mudah"*Switch* adalah perangkat *network* yang berfungsi mengirimkan frame ke tujuan berdasar *mac-address*. Switch melanjutkan hasil pencarian yang telah di temukan *router*. Setelah paket sampai pada *switch*, maka *switch* akan melihat tabel IP dan *mac-address*. Setelah *mac-address* yang dituju, maka paket akan sampai ke tujuan.

2.12 VLAN

Menurut Ilahi, I. (2020), VLAN (*Virtual Local Area Network*) merupakan sekelompok perangkat pada suatu LAN atau lebih yang dikonfigurasikan (menggunakan perangkat lunak pengelolaan) sehingga dapat berkomunikasi seperti halnya bila perangkat tersebut terhubung pada jalur yang sama, yang sebenarnya perangkat tersebut berada pada sejumlah segmen LAN yang berbeda.

2.13 WireShark

Menurut website Comptia (2022), Wireshark adalah aplikasi analisis protokol jaringan atau aplikasi yang menangkap paket dari *traffic* internet. Penamaan paket disini diartikan sebagai sekumpulan data – data dari jaringan internet. Biasanya aplikasi ini digunakan untuk menangkap paket, *filtering*, dan visualisasi paket. Maksud dari visualisasi paket adalah memudahkan kita untuk melihat jenis paket apa saja yang kita terima ataupun dikirim ke internet.

2.14 Firewall

Menurut Indra, I. (2021), *firewall* adalah salah satu sistem pengaman jaringan untuk melindungi data dari pengguna yang tidak memiliki hak akses terhadap data tersebut. Firewall berperan sebagai filter antara komputer internal dan eksternal. Peranan *firewall* pada jaringan juga dapat mengatur *traffic* data yang diizinkan untuk mengakses beberapa jaringan *non* – *public* atau *private*.

2.15 NAT (Network Address Translation)

NAT (*Network Address Translation*) adalah adalah sebuah proses pemetaan alamat IP dimana perangkat jaringan komputer akan memberikan alamat IP *public* ke perangkat jaringan lokal sehingga banyak IP *private* yang dapat mengakses IP public. Dengan kata lain NAT akan mentranslasikan alamat IP sehingga IP address pada jaringan lokal dapat mengakses IP *public* pada jaringan WAN. NAT mentranslasikan alamat IP private untuk dapat mengakses alamat *host* di internet dengan menggunakan alamat IP *public* pada jaringan tersebut. Tanpa hal tersebut(NAT) tidaka mungkin IP private pada jaringan local bisa mengakses internet.

Fungsi NAT pada jaringan komputer yaitu sebagai translasi alamat IP *public* ke alamat IP *private* atau sebaliknya sehingga dengan adanya NAT ini setiap komputer pada jaringan LAN dapat mengakses internet dengan mudah.

© 2024, The Author(s). Authors retain all their rights to the published works, such as (but not limited to) the following rights; Copyright and other proprietary rights relating to the article, such as patent rights, The right to use the substance of the article in own future works, including lectures and books, The right to reproduce the article for own purposes, The right to self-archive the article

2.16 STP (Spanning Tree Protocol)

Spanning Tree Protocol adalah layanan yang memungkinkan LAN switch dan LAN bridge terinterkoneksi secara berlebih dengan cara menyediakan mekanisme untuk mencegah loop jaringan yang tidak diinginkan dalam jaringan yang terjadi pada bridge. Loop terjadi apabila jalur alternatif diantara host – host. Untuk menyiapkan jalur backup, STP membuat status jalur backup menjadi standby atau di blokir. STP hanya mengijinkan satu jalur yang aktif diantara dua host, namun tetap menyediakan jalur backup bila jalur utama terputus. Untuk memberikan jalur link redundancy, Spanning Tree Protocol mendefinisikan sebuah pohon yang merentangkan semua switch yang aktif dalam jaringan. Spanning Tree Protocol memaksa jalur data tertentu yang berlebihan menjadi standby state (blokir).

2.17 **RSTP** (*Rapid Spanning Tree Protocol*)

Rapid Spanning Tree Protocol adalah jenis dari STP. Protokol ini mem-bypass state standby dari Spanning Tree Protocol dan memberikan forward state selama 15 detik. Jadi, waktu konvergensi yang diperlukan lebih rendah dari STP. Sebenarnya RSTP mirip dengan STP, tetapi dengan sebuah improvisasi yang lebih baik dari STP.

2.18 Link Monitoring

Sangat penting ketika opsi *link monitoring* di aktifkan. Sebagai contoh jika satu dari *bonding* masih berjalan untuk mengirim paket ke jalur yang *down* yang berakibat menurunnya respon jaringan, konektivitas dan kinerja keseluruhan yang mengakibatkan memburuknya kualitas jaringan yang disebut degradasi jaringan. Metode *bonding* pada MikroTik saat ini menyediakan dua skema untuk monitoring *traffic* jaringan yakni MII dan ARP. Kedua metode ini tidak bisa berjalan berdampingan karena bawaan *rules* dari *bonding*.

2.19 MTU (Maximum Transmission Unit)

Maximum Transmission Unit adalah istilah dalam teknologi informasi yang merujuk kepada ukuran paket data terbesar yang dapat ditransmisikan melalui sebuah media jaringan. Ukuran MTU adalah bervariasi, tergantung teknologi jaringan yang digunakan. Contohnya adalah dalam jaringan berbasis teknologi *Ethernet*, ukuran MTU maksimum adalah 1500 bytes. Adalah tugas lapisan data-link yang harus menentukan ukuran MTU.



Gambar 1 Ukuran Standar MTU

2.20 ARP (Address Resolution Protocol)

Address Resolution Protocol atau ARP adalah protokol yang digunakan untuk menemukan MAC address perangkat di suatu jaringan berdasarkan alamat IP. Dalam lapisan jaringan bermodel OSI *layer*, ARP bekerja antara *layer* 2 dan 3. Fungsi utama protokol ini adalah merubah IP address 32-bit (IPv4) menjadi 48-bit yang merupakan alamat untuk MAC address.

Protokol ARP memiliki peran penting untuk komunikasi data dalam jaringan. Setiap *host* atau perangkat yang terhubung pada jaringan berkomunikasi menggunakan MAC address yang merupakan alamat fisik. Artinya, perangkat hanya dapat berinteraksi satu sama lain apabila memiliki alamat MAC tujuan. Protokol ini memungkinkan perangkat mendapatkan MAC address penerima dengan memanfaatkan alamat IP. Intinya, protokol ARP bertugas untuk menerjemahkan IP address ke MAC address yang sesuai.

3 Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan cara yang digunakan untuk memperoleh dan menganalisa data dalam membuat suatu laporan. Dengan ini penulis menyusun laporan dengan menggunakan metode yang digunakan dan menerapkan pendekatan ilmiah, serta menganut pada kriteria penelitian umum. Dalam metode penelitian ini, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan.

3.1 Tahapan Pengembangan Sistem

NDLC atau biasa disebut juga Network Development Life Cycle adalah metode yang bergantung pada proses pembangunan sebelumnya seperti perencanaan strategi bisnis, daur hidup pengembangan aplikasi, dan analisis pendistribusian data. Metode tersebut terdiri dari analysis, design, simulation prototyping, implementation, monitoring, dan management. Berikut merupakan tahapan dari metode NDLC:



Gambar 2 Network Development Life Cycle (NDLC)

3.2 Pengujian

Setelah melakukan implementasi metode NDLC, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian sistem yang telah dibangun. Pengujian dimaksudkan untuk menemukan perbandingan sebelum dan sesudah penerapan metode yang akan diuji. Penulis menggunakan QoS sebagai alat ukur untuk menjadi perbandingan seberapa bagus jika penerapan bonding ini sudah bekerja jika sudah di konfigurasi ke setiap perangkat jaringan yang ada di Pusat Komputer di STMIK Widya Cipta Dharma Samarinda.

4 Implementasi dan Hasil

4.1 Tahap Analysis

Penulis telah melaksanakan penelitian sesuai dengan waktu yang telah ditentukan sebelumnya. Penulis melakukan tahapan analisis terlebih dahulu, yakni dengan mengunjungi tempat penelitian Pusat Komputer. Penulis juga mengobservasi apakah metode penulis dapat berjalan dengan sistem yang sudah ada. Penulis melakukan wawancara kepada perwakilan puskom, apakah sebelumnya sudah mengenal metode apa itu *bonding* dan penulis juga bertanya topologi apa yang sudah digunakan pada saat penelitian berlangsung.

4.2 Tahap Design

Pada tahap *design*, penulis akan memberikan gambaran topologi yang akan berjalan jika metode pada penelitian ini diterapkan. Pada gambar 3 merupakan gambaran yang akan penulis kerjakan jika metode *bonding* ini berjalan. Diawali dengan awan yang memiliki arti ISP internet. Disambungkan oleh garis hitam dengan titik hijau yang memiliki arti terhubung dengan perangkat atau tersambung dengan internet. Lalu pada gambar 3 juga ada yang namanya *router* dengan simbol lingkaran dibawah awan yang tersambung dengan internet ISP. *Switch* utama dan *switch* server digambarkan dengan kotak persegi empat berwarna biru dan *switch* lainnya yang digambarkan dengan kotak persegi panjang. Lalu server digambarkan dengan perangkat PC dan PC server digambarkan dengan PC monitor.



Gambar 3 Desain Topologi Jika Diterapkan Bonding

4.3 Tahap Simulation Prototype

Pada tahap *Simulation Prototype*, penulis akan mengkonfigurasikan metode *bonding* yang diawali dengan menggunakan aplikasi simulasi. Penulis menggunakan simulasi aplikasi yang bernama GNS3. Sebelum diterapkannya *bonding*, penulis akan membuat topologi STMIK Widya Cipta Dharma. Pada gambar 4, penulis akan menganalisa apakah topologi ini cocok jika diterapkannya metode *bonding* dan jika adanya perubahan pada topologi ini, penulis akan merubah topologi dengan konfigurasi dan kesesuaian topologi yang ada sekarang.



Gambar 4 Desain Topologi STMIK Widya Cipta Dharma

4.3 Tahap Implementation

Pada tahap *implementation*, penulis akan menerapkan metode *bonding* di kedua perangkat jaringan, yaitu *router*

MikroTik dan *switch* Cisco. Pada *router* MikroTik, penulis akan mengkonfigurasikan metode *bonding* untuk di *router* MikroTik dan *EtherChannel* di *switch* Cisco. Berikut pada tabel 4.1 rincian bahan yang digunakan agar metode ini dapat berjalan.

Tabel 1 Software dan Hardware

Software	Hardware
Winhow	Router MikroTik CCR 1009-
willox	7G-1C-1S+
GNS3	Switch Cisco Catalyst 2960
Wireshark	Kabel LAN
TFGEN	
Virtual Box	

4.3.1 Konfigurasi pada Router MikroTik

Untuk implementasi metode *bonding*, pertama kita buat dulu *interface bonding*nya. Untuk gambar dibawah, semua VLAN sebelumnya masih berada di *interface ether1 – Lokal - Switch*. Jadi di metode *bonding* ini, penulis akan membuat semua VLAN ini akan tergabung ke dalam *interface bonding*, dan VLAN akan berperan sebagai *interface* fisik *trunking*. Lalu, untuk kedua ISP, juga penulis buatkan *interface bonding* untuk menggabungkan *ether2* dari ISP Indihome dan *ether5* dari ISP Astinet. Agar konfigurasi *router* MikroTik mudah, penulis menggunakan aplikasi WinBox guna mempermudah konfigurasi *router* dalam mode GUI.

Name Type L2 MTU Tx **** **** ***** ****** ****** **** ***** ******* ******* 0 **** ******** ********* 0 ************************************	Name / Type L2 MTU Tx Ippe 42 Hotpot-Bidge Bridge 65535 0 bpp 4* ether1 Ebernet 0 bpp 4* vian10 BAUK VLN 0 bpp 4* vian20 UPM VLN 0 bpp 4* vian30 BKK VLN 0 bpp 4* vian30 LAB VLN 0 bpp 4* ether3 - LAB Ethernet 510 kbps 4* ether3 - LAB Ethernet 0 bpp 4* ether4 - Lufi Gedung Rektorat Ethernet 0 bpp 4* ether3 - DHCP-LAB Ethernet 0 bpp	Name Type L2MTU Tx Find Name Type L2MTU Tx Ippe 4 ether1 Bhemet 0bps 0bps • vian10-BAUK VLNI 0bps • vian10-BAUK VLNI 0bps • vian20-UFM VLNI 0bps • vian20-BKK VLNI 0bps • vian20-BailgBhasa VLNI 0bps • vian20-LBB ULNI 0bps • ether3-LAB Bhemet 0bps • ether4-StTINET Ehemet 0bps • ether6-StTINET Ehemet 0bps • ether6-Unif Penpus Ehemet 0bps • ether6-DHCP-LAB Ehemet 0bps • ether8-DHCP-LAB Ehemet 0bps	Name Type L2MTU Tx Image: Comparison of the state of the		ace	Ethemet	EoIP Tur	inel IF	Tunnel	GRE Tunnel	VLAN	VRRP	Bonding	LTE
Name Type L2 MTU Tx R ±1 hotspot-Bridge Bridge 65535 0 q+ ether1 Ethemet 0 R + viral DBAUK VLAN 0 R + viral DBABallBahasa VLAN 0 R + viral - server Ethemet 510.4 R + ether3 - 14B Ethemet 0 R + ether4 - server Ethemet 0 R + ether5 - DHCP-LAB Ethemet <th>Name Type L2 MTU Tx 42 Hotspot-Bridge Bridge 65533 0 bps 49 etter1 Ethernet 0 bps 49 etter1 Ethernet 0 bps 49 vtan108AUK VLN 0 bps 49 vtan108AUK VLN 0 bps 49 vtan304KK VLN 0 bps 49 vtan304BKK VLN 0 bps 49 vtan304BKK VLN 0 bps 49 vtan304BKK VLN 0 bps 49 vtan504AB VLN 0 bps 49 vtan504AB VLN 0 bps 49 vtan504AB VLN 0 bps 40 vtan504AB Ethernet 510 kbps 40 vtan504AB Ethernet 0 bps 40 vtan54ASTINET Ethernet 0 bps 40 vtan64-StTMET Ethernet 0 bps 40 vtan64-StTMET Ethernet 0 bps 40 vtan68-DHCP-LAB Ethernet 0 bps 41 vtan68-DHCP-LAB Ethernet 0 bps </th> <th>Name / Type L2 MTU Tx 1 24 + hotspot-Bindge Bindge 65535 0 bps 2 49 ether1 Bihemet 0 bps 3 49 ether320-UPM VLAN 0 bps 4 49 ether320-UPM VLAN 0 bps 3 49 ether320-UPM VLAN 0 bps 4 49 ether320-UPM VLAN 0 bps 3 49 ether30-BalaBabaa VLAN 0 bps 4 49 ether3-BalaBabaa VLAN 0 bps 4 49 ether3-LAB VLAN 0 bps 4 49 ether3-LAB Ethernet 510 kbps 4 49 ether3-LAB Ethernet 0 bps 4 49 ether3-LAB Ethernet 0 bps 3 49 ether4-StTNET Ethernet 0 bps 49 ether4-Unif Geoug Rektorat Ethernet 0 bps 49 ether8-DHCP-LAB Ethernet 0 bps 49 ether8-DHCP-LAB Ethernet 0 bps</th> <th>Name Type L2 MTU Tx 1 41 hotspot-Bindge Bindge 65535 0 bps 1 49 ether1 Ethernet 0 bps 1 49 ether2 VLAN 0 bps 1 49 ether3 49 ether3 0 bps 1 49 ether3 49 ether3 0 bps 1 49 ether3 40 bps 0 bps 1 49 ether3 40 bps 0 bps 1 49 ether3 40 bps 0 bps 2 49 ether3 40 bps 0 bps 3 49 ether3 40 bps 0 bps 49 ether3 40 bps 10 bps 10 bps 3 49 ether4 510 kbps 10 kbps 3 49 ether4 540 kbps 10 bps 49 ether4 540 kbps 10 bps 10 bps 3 49 ether5 10 Kbps 10 bps 49 ether4 10 kbps 10 bps 10 bps 49 ether5 10 Kbps 10 bps 10 bps 49 ether6 10 Kbps 10 bps 10 bps 49 ether6 10 Kbps 10 bps 10 bps 49 ether6 10 Kbps 10 bps 10 bps </th> <th>+-</th> <th>-</th> <th>1</th> <th>0</th> <th>7</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th>Fil</th> <th>nd</th>	Name Type L2 MTU Tx 42 Hotspot-Bridge Bridge 65533 0 bps 49 etter1 Ethernet 0 bps 49 etter1 Ethernet 0 bps 49 vtan108AUK VLN 0 bps 49 vtan108AUK VLN 0 bps 49 vtan304KK VLN 0 bps 49 vtan304BKK VLN 0 bps 49 vtan304BKK VLN 0 bps 49 vtan304BKK VLN 0 bps 49 vtan504AB VLN 0 bps 49 vtan504AB VLN 0 bps 49 vtan504AB VLN 0 bps 40 vtan504AB Ethernet 510 kbps 40 vtan504AB Ethernet 0 bps 40 vtan54ASTINET Ethernet 0 bps 40 vtan64-StTMET Ethernet 0 bps 40 vtan64-StTMET Ethernet 0 bps 40 vtan68-DHCP-LAB Ethernet 0 bps 41 vtan68-DHCP-LAB Ethernet 0 bps	Name / Type L2 MTU Tx 1 24 + hotspot-Bindge Bindge 65535 0 bps 2 49 ether1 Bihemet 0 bps 3 49 ether320-UPM VLAN 0 bps 4 49 ether320-UPM VLAN 0 bps 3 49 ether320-UPM VLAN 0 bps 4 49 ether320-UPM VLAN 0 bps 3 49 ether30-BalaBabaa VLAN 0 bps 4 49 ether3-BalaBabaa VLAN 0 bps 4 49 ether3-LAB VLAN 0 bps 4 49 ether3-LAB Ethernet 510 kbps 4 49 ether3-LAB Ethernet 0 bps 4 49 ether3-LAB Ethernet 0 bps 3 49 ether4-StTNET Ethernet 0 bps 49 ether4-Unif Geoug Rektorat Ethernet 0 bps 49 ether8-DHCP-LAB Ethernet 0 bps 49 ether8-DHCP-LAB Ethernet 0 bps	Name Type L2 MTU Tx 1 41 hotspot-Bindge Bindge 65535 0 bps 1 49 ether1 Ethernet 0 bps 1 49 ether2 VLAN 0 bps 1 49 ether3 49 ether3 0 bps 1 49 ether3 49 ether3 0 bps 1 49 ether3 40 bps 0 bps 1 49 ether3 40 bps 0 bps 1 49 ether3 40 bps 0 bps 2 49 ether3 40 bps 0 bps 3 49 ether3 40 bps 0 bps 49 ether3 40 bps 10 bps 10 bps 3 49 ether4 510 kbps 10 kbps 3 49 ether4 540 kbps 10 bps 49 ether4 540 kbps 10 bps 10 bps 3 49 ether5 10 Kbps 10 bps 49 ether4 10 kbps 10 bps 10 bps 49 ether5 10 Kbps 10 bps 10 bps 49 ether6 10 Kbps 10 bps 10 bps 49 ether6 10 Kbps 10 bps 10 bps 49 ether6 10 Kbps 10 bps 10 bps	+-	-	1	0	7					Fil	nd
R 4± histport-Bidge Bidge 65535 0 R 4≠ bidn Bithermet 0 R 4≠ bidn 0	1 2-1 Hotspot-Bridge Bridge 65535 0 bpp 1 40-ethe-1 Ethermet 0 bpp 1 40-ethe-1 Dthy 0 bpp 1 40-ethe-1 Dthy 0 bpp 1 40-ethe-1 Dthy 0 bpp 1 40-ethe-2 0 bpp 0 bpp 1 40-ethe-2 0 bpp 0 bpp 1 40-ethe-3 0 bpt 0 bpp 40-ethe-3 BallaBhaav VLAN 0 bpp 40-ethe-3 0 bpt 0 bpt 0 bpt 40-ethe-3 1-8 VLAN 0 bpt 40-ethe-3 1-8 Dtermet 0 bpt 40-ether3-1-8 Btermet 0 bpt 0 bpt 40-ether3-5-14 Btermet 0 bpt 0 bpt 40-ether3-510 ktp Btermet 0 bpt 0 bpt 40-ether3-0 HGP-LA8 Btermet 0 bpt 0 bpt 40-ether3-DHCP-LA8 Btermet 0 bpt 0 bpt	R d± Hotspot-Bridge Bridge 65535 Dpp R d≠ bether1 Ehement 0bpp R d≠ view 10:BAUK VLAN 0bpp R d≠ view 20:UPM VLAN 0bpp R d≠ view 30:BKK VLAN 0bpp R d≠ view 30:BKK VLAN 0bpp R d≠ view 30:BKK VLAN 0bpp R d≠ view 50:LBB VLAN 0bpp R d≠ view 50:LBB VLAN 0bpp R d≠ ether2 - Takon (Indihome) Ehemet 0bpp R d≠ ether3 - LAB Ehemet 0bpp R d≠ ether3 - LNNE Ehemet 0bpp R d≠ ether3 - Unif Gedung Rektorat Ehemet 0bpp R d≠ ether3 - Unif Gedung Rektorat Ehemet 0bpp R d≠ ether3 - Unif Gedung Rektorat Ehemet 0 bpp R d≠ ether3 - Unif Gedung Rektorat Ehemet 0 bpp	R d± Hotspot-Bndge Bridge 65535 Dtpp R d≠ Jether1 Ethermet 50535 Dtpp R d≠ Jether1 Ethermet 50535 Dtpp R d≠ Jether2 DtPM VLAN 005p R d+ Jether30-BKK VLAN 005p R d+ Jether30-BKK VLAN 005p R d+ Jether30-Balangaa VLAN 005p R d+ Jether30-Balangaa VLAN 005p R d+ Jether30-LaR VLAN 005p R d+ ether30-LaR VLAN 005p R d+ ether30-LaR 0050 Ethermet 005p R d+ ether30-LaR 0050 Ethermet 005p R d+ ether30-LAR Ethermet 005p R d+ ether30-LAR Ethermet 005p R d+ ether30-LAR Ethermet 005p R d+ ether30-LAR Ethermet 005p R d+ ether30-DHCP-LAR Ethermet 005p		Nam	e		1	Type		L2 MTU	Tx		
R • ether1 Bhemet 0 R • ether1 Bhemet 0 R • ether3-10-BAUK VLAN 0 R • ether3-01-BAUK VLAN 0 R • ether3-01-BAUK VLAN 0 R • ether3-01-BAUK VLAN 0 R • ether3-01-AB Ethernet 0 R • ether3-0-AB Ethernet 0 R • ether3-0-Telkon (Indione) Ethernet 0 R • ether3-0-HCP-LAB Ethernet 0 R • ether3-0-HCP-LAB Ethernet 0	t t t Bhernet Dbps t t By dan 2D-UPM VLAN Dbps t t t Wara 2D-UPM VLAN Dbps t t t Wara 2D-UPM VLAN Dbps t t t Wara 2D-UPM VLAN Dbps t t t t t Dbps t t vlan 4D-Balal Bahasa VLAN Dbps t t vlan 3D-BKK VLAN Dbps t t vlan 3D-Barnya VLAN Dbps t t vlan 3D-Barnya VLAN Dbps t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t t <	R 4 + ether1 Ehernet 0 bps R 4 + vian 10-BAUK VLAN 0 bps R 4 + vian 20-LIPM VLAN 0 bps R 4 + vian 20-LIPM VLAN 0 bps R 4 + vian 20-LIPM VLAN 0 bps R 4 + vian 50-LAB Ehernet 50 kbps R 4 + vian 51-LAB Ehernet 0 bps R 4 + vian 51-LINB Ehernet 0 bps R 4 + vian 51-LINB Ehernet 0 bps R <t< td=""><td>R 4 + ether1 Ehernet 0 bps R 4 + vian10-BAUK VLAN 0 bps R 4 + vian20-IPM VLAN 0 bps R 4 + vian20-BAKK VLAN 0 bps R 4 + vian20-BKK VLAN 0 bps R 4 + vian40-Bala/Bahasa VLAN 0 bps R 4 + vian50-LAB VLAN 0 bps R 4 + vian50-LAB VLAN 0 bps R 4 + vian50-LAB Ehernet 0 bps R 4 + vian50-LIAB Ehernet 0 bps R 4 + vian50-LIAB Ehernet 0 bps R 4 + vian6-</td><td>R</td><td>11</td><td>Hotspot-Brid</td><td>lae</td><td></td><td>Bridge</td><td></td><td>6553</td><td>5</td><td></td><td>0 bps</td></t<>	R 4 + ether1 Ehernet 0 bps R 4 + vian10-BAUK VLAN 0 bps R 4 + vian20-IPM VLAN 0 bps R 4 + vian20-BAKK VLAN 0 bps R 4 + vian20-BKK VLAN 0 bps R 4 + vian40-Bala/Bahasa VLAN 0 bps R 4 + vian50-LAB VLAN 0 bps R 4 + vian50-LAB VLAN 0 bps R 4 + vian50-LAB Ehernet 0 bps R 4 + vian50-LIAB Ehernet 0 bps R 4 + vian50-LIAB Ehernet 0 bps R 4 + vian6-	R	11	Hotspot-Brid	lae		Bridge		6553	5		0 bps
R 4 by Jan 10-BAUK VLAN 0 R 4 by Jan 20-BIK VLAN 0 R 4 by Jan 30-BIK VLAN 0 R 4 by Jan 50-LAB VLAN 0 R 4 by Jan 50-LAB VLAN 0 R 4 by Jan 50-LAB VLAN 0 R 4 by ether3-LAB Bhemet 01 R 4 by ether3-LAB Bhemet 0 R 4 by ether3-LAB Bhemet 0 R 4 by ether3-STINET Bhemet 0 R 4 by ether3-DHCP-LAB Bhemet 0 R 4 by ether3-DHCP-LAB Bhemet 0	i ⊕ vlan10-BAUK VLAN 0 bps i ⊕ vlan20-UFM VLAN 0 bpt i ⊕ vlan20-UFM VLAN 0 bpt i ⊕ vlan40-BalaBahana VLAN 0 bpt i ⊕ vlan40-BalaBahana VLAN 0 bpt i ⊕ vlan95U-LBA VLAN 0 bpt i ⊕ vlan95U-LBA VLAN 0 bpt i ⊕ vlan95U-LBA VLAN 0 bpt i ⊕ vlan55L-LB Ehernet 510 kbps i ⊕ ether3-1-LB Ehernet 0 bpt i ⊕ ether4-3-server Ehernet 0 bpt i ⊕ ether6-Lbdif Pepua Ehernet 0 bpt i ⊕ ether6-Lbdif Pepua Ehernet 0 bpt i ⊕ ether6-DHCP-LAB Ehernet 0 bpt	R 4 vian10-BAUK VLAN D bps R 4 vian30-BKK VLAN D bps R 4 vian50-LAB VLAN D bps R 4 vian50-LAB VLAN D bps R 4 vian50-LAB D bps D bps R 4 vian50-ASTINET D bps D bps R 4 vian60-D bCP-LAB Elhermet D bps R 4 vian60-D bCP-LAB Elhermet D bps	R de vian10-BAUK VLAN D bps R de vian30-BKK VLAN D bps R de vian30-BKK VLAN D bps R de vian30-BKK VLAN D bps R de vian50-LAB VLAN D bps R de vian50-LAB VLAN D bps R de vian50-LAB Elternet D bps R de viether2-Telkon (Indinone) Elternet D bps R de viether2-Telkon (Indinone) Elternet D bps R de viether3-LAB Elternet D bps R de viether3-LAB Elternet D bps R de viether3-LAB Elternet D bps R de viether3-DHCP-LAB Elternet D bps R de viether3-DHCP-LAB Elternet D bps	R	4:> e	ther1			Ethernet					0 bps
R de vian20-UPM VLAN 0 R de vian30-BKK VLAN 0 R de vian40-BalaBahaa VLAN 0 R de vian40-BalaBahaa VLAN 0 R de vian50-LAB Ethernet 0 R de vian50-LAB Ethernet 0 R de vian50-LMIT Ethernet 0 R de vian50-LMIT Ethernet 0 R de vian50-LMICP-LAB Ethernet 0	t ⊕ Van20-UPM VLAN 0 bps t ⊕ Van30-BKK VLAN 0 bps t ⊕ Van30-Barka VLAN 0 bps t ⊕ Van30-Barka VLAN 0 bps t ⊕ vlan39-Jannya VLAN 0 bps t ⊕ vlan5-LAB Ethernet 0 bps t ⊕ vlan5-LAB Ethernet 0 bps t ⊕ vlan5-LAB Ethernet 0 bps t ⊕ vlan6-LAB Ethernet 0 bps t ⊕ vlan6-LAB Ethernet 0 bps t ⊕ vlan6-LAB Ethernet 0 bps	R 4♦ vlan20-UPM VLAN 0 bps R 4♦ vlan40-Balabahaa VLAN 0 bps R 4♦ vlan40-Balabahaa VLAN 0 bps R 4♦ vlan40-Balabahaa VLAN 0 bps R 4♦ vlan50-LAB VLAN 0 bps R 4♦ vlan50-LAB Elhernet 0 bps R 4♦ vlan50-LAB Elhernet 0 bps R 4♦ vlan5-LAB Elhernet 0 bps R 4♦ vlan5-ASTINET Elhernet 0 bps R 4♦ vlan5-Vlaf0 Bihernet 0 bps R 4♦ vlan5-Vlaf0 Elhernet 0 bps R 4♦ vlan5-Vlaf0 Elhernet 0 bps R 4♦ vlan6-Vlaf0 Rekorat Elhernet Øbps R 4♦ vlan6-Vlaf0 Bps R 4♦ vlan6-D-DHCP-LAB Elhernet 0 bps	R 4♦ vlan20-UPM VLAN 0 bps R 4♦ vlan30-BKK VLAN 0 bps R 4♦ vlan40-Balababasa VLAN 0 bps R 4♦ vlan40-Balababasa VLAN 0 bps R 4♦ vlan50-LAB VLAN 0 bps R 4♦ vlan50-LAB VLAN 0 bps R 4♦ vlan50-LAB Elinemet 0 bps R 4♦ vlan50-LAB Elinemet 0 bps R 4♦ vlan5-LAB Elinemet 0 bps R 4♦ vlan6-LUnfi Perpus Elinemet 0 bps R 4♦ vlan6-D.DHCP-LAB Elinemet 0 bps	R		vlan 10-B	BAUK		VLAN					0 bps
R 4 → vlan30-BKK VLAN 0 R 4 → vlan50-LAB VLAN 0 R 4 → vlan5-LAB Ethernet 510 µ R 4 → vlan4-server Ethernet 0	t ∲ vlan30-BKK VLAN 0 0pp ♦ vlan40-BalaBahara VLAN 0 0pp ♦ vlan50-LAB VLAN 0 0pp ♦ vlan50-LAB VLAN 0 0pp ↓ ♦ ther3-1-Tekom (nditome) Ethernet 510 kbps ↓ ♦ ther3-1-LAB Ethernet 0 0pp ↓ ♦ ther4-server Ethernet 0 0pp ↓ ♦ ther6-STINET Ethernet 0 0pp ↓ ♦ ther6-Vnfi Pequa Ethernet 0 0pp ↓ ♦ ther6-Vnfi Pequa Ethernet 0 0pp ↓ ♦ ther6-DhCP-LAB Ethernet 0 0pp	R de vian30-BKK VLAN 00pp R de vian30-BKK VLAN 00pp R de vian50-LAB VLAN 00pp R de vian50-LAB VLAN 00pp R de scherz' Telkon (Indhome) Ehremet 510 kbps R de scherz' Telkon (Indhome) Ehremet 00pp R de scherz' - LAB Ehremet 00pp R de scherz' - LAB Ehremet 00pp R de scherz' - Unif Gedung Rektorat Ehremet 00pp R de scherz' - Unif Gedung Rektorat Ehremet 00pp R de scherz' - Unif Gedung Rektorat Ehremet 00pp	R de vlan30-BKK VLAN 0 bps R de vlan40-BalaBahasa VLAN 0 bps R de vlan50-LAB VLAN 0 bps de vlan50-LAB VLAN 0 bps de vlan50-LAB Ehemet 510 kbps R de ether2 - Telkon (Indhome) Ehemet 0 bps R de ether3 - LAB Ehemet 0 bps R de ether3 - LAB Ehemet 0 bps R de ether3 - STINET Ehemet 0 bps R de ether3 - Unif Gedung Rektorat Ehemet 0 bps R de ether3 - Unif Gedung Rektorat Ehemet 0 bps R de ether3 - DHCP-LAB Ehemet 0 bps	R	4	vlan20-L	JPM		VLAN					0 bps
R \$	t d∳ vlan49-BalaBahaa VLAN 0 bps d∳ vlan99-lainyva VLAN 0 bps t d∲ vlan99-lainyva VLAN 0 bps d∳ ether3 - LAB Ethemet 510 kbps d∳ ether4 - server Ethemet 0 bps d∳ ether4 - server Ethemet 0 bps d∳ ether6-KSTINET Ethemet 0 bps d∳ ether6-Lufi Perpus Ethemet 0 bps d∳ ether6-DHCP-LAB Ethemet 0 bps	R devland®Bahasa VLAN 0 bpp R devland®Bahasa VLAN 0 bpp R devland®Jainnya VLAN 0 bpp R devland®Jainnya VLAN 0 bpp R devland®Jainnya ULAN 0 bpp	R de vlan40-Balabasa VLAN 0 bps R de vlan50-LAB VLAN 0 bps R de vlan50-LAB VLAN 0 bps R de vlan50-LAB Ethemet 0 bps R de vlan5-ASTINET Ethemet 0 bps R de vlan5-ASTINET Ethemet 0 bps R de vlan5-Vinfi Gedung Rektorat Ethemet 0 bps R de vlan5-Unifi Perpus Ethemet 0 bps R de vlan6-DHCP-LAB Ethemet 0 bps	R	4	vlan30-B	KK		VLAN					0 bps
R \$	t de van50LAB VLAN 0 bps de van 2000 vLAN 0 bps t de ther2-Tekom (nditome) Ethernet 510 kbps t de ther3-LAB Ethernet 0 bps t de ther3-LAB Ethernet 0 bps t de ther4-server Ethernet 0 bps t de ther6-STINET Ethernet 0 bps t de ther6-Unfi Pequa Ethernet 0 bps t de ther6-DHCP-LAB Ethernet 0 bps	R devine30-LAB VLAN 00pp R devine39-ainnya VLAN 00pp R devine39-ainnya VLAN 00pp R devine30-LAB Ehermet 00pp R devine40-server Ehermet 00pp R devine40-server 00pp R devine40-server 00pp R devine40-LMB Ehermet 00pp R devine40-LMB Ehermet 00pp R devine40-LMB Ehermet 00pp	R (♦ vlan50-LAB VLAN 0 bps R (♦ vlan93-vlannya VLAN 0 bps R (♦ ether2 - Telkon (Indhome) Ehremet 510 kbps R (♦ ether3 - LAB Ehremet 0 bps R (♦ ether5 - LAB Ehremet 0 bps R (♦ ether5 - SATINET Ehremet 0 bps R (♦ ether5 - Unif Repus Ehremet 0 bps R (♦ ether6 - Unif Gedung Rektorat Ehremet 0 bps R (♦ ether6 - DHCP-LAB Ehremet 0 bps	R	4	vlan40-B	alaiBahasa		VLAN					0 bps
R \$	t de vlan99-larmya VLAN 00pp de other2-Tekom (indiome) Ethement 510 kbps de other3-LAB Ethemet 00pp de other4-sarver Ethemet 00pp de other5-ASTINET Ethemet 00pp de other5-ASTINET Ethemet 00pp de other5-ASTINET Ethemet 00pp de other5-DHCP-LAB Ethemet 00pp	R \$\$\phi van99-laimya VLAN 0.bps R \$\$\phi van9-laimya VLAN 0.bps R \$\$\phi van0-2 Ehemet 511kbpc R \$\$\phi van0-2 Ehemet 0.bps	R \$\$\phi values 0 bps R \$\$\phi values 0 classes R \$\$\$\phi values 0 classes R \$	R	4	vlan50-L	AB		VLAN					0 bps
R d≱ ether2 - Telson (Indhome) Ethernet 5100 R d≱ ether3 - LAB Ethernet 0 R d≱ ether3 - STINET Ethernet 0 A d≱ ether3 - STINET Ethernet 0 A d≱ ether3 - Unif Perpus Ethernet 0 R d≱ ether3 - Unif Gedung Rektorat Ethernet 0 R d≱ ether3 - DHCP-LAB Ethernet 0 A d≱ ether3 - DHCP-LAB	t de ther2-Telkom (Indilione) Elhermet 510 kbps de ther3-LAB Elhermet 00 bps t de ther4-server Elhermet 0 bps de ther6-SATINET Elhermet 0 bps t de ther6-SATINET Elhermet 0 bps t de ther6-Unfi Perpus Elhermet 0 bps t de ther8-DHCP-LAB Elhermet 0 bps	R ⊲ e ther2 - Telicon (Indhome) Ehremet 510 kbps R ⊲ e ther3 - LAB Ehremet 00 bps R ⊲ e ther4 - server Ehremet 00 bps A ⊲ e ther5-ASTINET Ehremet 00 bps R ⊲ e ther6-ASTINET Ehremet 00 bps R ⊲ e ther6-10hf Gedung Rektorat Ehremet 00 bps R ⊲ e ther8- DHCP-LAB Ehremet 00 bps	R ⊲I ether2- Telicon (Indhome) Ehremet 510 kbps R ⊲I ether3-1AB Ehremet 00 pp R ⊲I ether4-server Ehremet 00 pp A ⊲I ether5-ASTINET Ehremet 00 pp R ⊲I ether5-Uhf Pequya Ehremet 00 pp R ⊲I ether6-Uhf Pequya Ehremet 00 pp R ⊲I ether8- DHCP-LAB Ehremet 00 pp	R	4	vlan994a	ainnya		VLAN					0 bps
R 4) e http://spread. 4) e http://spread. 5 4) e http://spread. 5 4) e http://spread. 5 4) e http://spread.	t de ether3-LAB Bhemet 0 bps de ether4-server Ehement 0 bps t de ether5-ASTINET Ethemet 0 bps de ether6-Unifi Perpus Ethemet 0 bps de ether6-Unifi Cedung Rektorat Ethemet 0 bps de ether8-DHCP-LAB Ethemet 0 bps	R 4 i e herd-1-AB Ehernet 0 bps 4 i e herd-3-excer Ehernet 0 bps R 4 i e herd-3-BTINET Ehernet 0 bps R 4 i e herd-6 Unfi Perpus Ehernet 0 bps R 4 i e herd-7 Unfi Gedung Rektorat Ehernet 0 bps R 4 i e herd-7 Unfi Gedung Rektorat Ehernet 0 bps	R 4 i e her3 - LAB Ehremet 0 bps 4 i e her4 - server Ehremet 0 bps R 4 i e her4 - server Ehremet 0 bps R 4 i e her6- Unfi Perpus Ehremet 0 bps 4 i e her6- Unfi Gedung Rektorat Ehremet 0 bps R 4 i e her6- DHCP-LAB Ehremet 0 bps	R	4:> e	ther2 - Tell	com (Indiho	me)	Ethemet	t.			51	0 kbps
R 4 ether4-server Ethemet 0 R 4 ether5-ASTINET Ethemet 0 R 4 ether6-Unfi Perpus Ethemet 0 R 4 ether6-Unfi Gedung Rektorat Ethemet 0 R 4 ether6-DHCP-LAB Ethemet 0	t efe ether4 server Ethernet 0 bps effective of the ether6-STINET Ethernet 0 bps t effective of the ether6-Unfi Perpus Ethernet 0 bps effective of the ether6-Unfi Perpus t effective of the ether8-DHCP-LAB Ethernet 0 bps ether8-DHCP-LAB Ethernet 0 bps	R ⊲j ether4-server Ehernet 0 bpp s ⊲j ether5-ASTINET Ehernet 0 bpj s ⊲j ether5-ASTINET Ehernet 0 bpj s v ether5- Uhf Gedung Rektorat Ehernet 0 bpj s √j ether8- DHCP-LAB Ehernet 0 bpp	R ⊲j e ther4-server Ehremet 0 bps s ↓ e ther5-ASTINET Ehremet 0 bps R ↓ e ther5-C Unfi Perpus Ehremet 0 bps R ↓ e ther7-Unfi Gedung Rektorat Ehremet 0 bps R ↓ e ther8- DHCP-LAB Ehremet 0 bps	R	4 > e	ther3 - LAE	3		Ethemet	t.				0 bps
R • • ether5-ASTINET Bihemet 0 • • ether6-Unif Perpus Bihemet 0 R • • ether7-Unif Gedung Rektorat Bihemet 0 R • • ether8-DHCP-LAB Bihemet 0	t de beher5-ASTINET Ethermet 0 bps de beher5-binf Perpus Ethermet 0 bps de teher7- Unfi Gedung Rektorat Ethermet 0 bps de ether8- DHCP-LA8 Ethermet 0 bps	R 4)e eher5-ASTINET Ehernet 0 bps 4)e eher5-Unft Perpus Ehernet 0 bps R 4)e eher7-Unft Gedung Rektorat Ehernet 0 bps R 4)e eher7-Unft Gedung Rektorat Ehernet 0 bps R 4)e eher7-DHCP-LAB Ehernet 0 bps	R 4 e hereF.ASTINET Ehremet 0 bps 4 e hereF.Unft Perpus Ehremet 0 bps R 4 e here7 - Unft Godung Rektorat Ehremet 0 bps R 4 e ther70- DHCP-LAB Ehremet 0 bps	R	4 > e	ther4 - serv	/er		Etheme					0 bps
R «I) e other6- Unifi Perpus Bhemet 0 R «I) e other7- Unifi Gedung Rektorat Bhemet 0 R «I) e other8- DHCP-LAB Bhemet 0	t efe ether6-Unfi Perpus Bhernet 0 bps effective of the set of t	R ⊲ je other€- Unifi Perpus Ehremet 0 bpor R ⊲ je other?- Unifi Gedung Rektorat Ehremet 0 bpor R ∢ je other8- DHCP-LAB Ehremet 0 bpor	R ⊲ i e dher6- Uhifi Penpua Ehremet 0 bps s i e dher7- Uhifi Gedung Rektorat Ehremet 0 bps R ∢ e ther8- DHCP-LAB Ehremet 0 bps	R	4 > 0	ther5-ASTI	INET		Ethemel	:				0 bps
R el ter7- Unifi Gedung Rektorat Ethernet 0 R el ter8- DHCP-LAB Ethernet 0	t ef ⊧ether7- Unfi Gedung Rektorat Ethemet 0 bps ef ⊧ether8- DHCP-LAB Ethemet 0 bps	R ∢l ether7 - Uhlf Gedung Rektorat Ehernet 0 bps R ∢l ether8- DHCP-LAB Ehernet 0 bps	R ∢l ether7 - Uhlf Gedung Rektorat Ehremet 0 bps R ∢l ether8- DHCP-LAB Ehremet 0 bps	R	4 > 0	ther6-Unifi	Perpus		Ethemet	1				0 bps
R ∢} ether8- DHCP-LAB Ethernet 0	I ef⊧ ether8-DHCP-LAB Ethernet 0 bps	R • ≱ ether8- DHCP-LAB Ethernet 0 bpe	R • > ether8- DHCP-LAB Ethernet 0 bps	R	4]> e	ther7 - Unit	fi Gedung F	Rektorat	Etheme	E.				0 bps
				R	41× e	ther8-DHC	P-LAB		Ethernet	1				0 bps

Gambar 5 Interface Sebelum Diterapkan Bonding

Pertama, kita buat *interface bonding* dengan pergi ke *Tab Bonding* di *Interface List*, lalu kita klik *plus* biru di pojok atas, dan akan muncul *new interface* untuk *bonding*. Untuk di General kita isi dengan nama *Bonding-VLAN*. Untuk *bonding* ISP, kita buat juga dengan nama *Bonding-ISP*. MTU disini secara *default* sudah di atur ke 1500, dengan arti ukuran paket data terbesar yang dapat ditransmisikan adalah 1500 *bytes*. Dan untuk ARP kita *enable*. ARP adalah protokol untuk mencari *IP Address* atau MAC *Address* perangkat di suatu jaringan.

Kedua, pada *TAB Bonding*, ada yang namanya *Slaves*. Ini yang akan kita pilih *interface* mana yang akan kita gabung ke dalam *bonding*. Disini penulis akan menggunakan *ether1* dengan *ether3*. Harus diingat, minimal ada dua *port* fisik yang harus tersambung agar *bonding* ini dapat bekerja.

Interface <	Bondi	ng-VL	AN>				
General	Bone	ding	Traffic				ОК
N	ame: [Bond	ing-VLA	N			Cancel
٦	Type: [Bond	ing				Apply
N	4TU: [1500					Disable
L2 M	4TU: [00.00	07.05		 		Comment
MAC Add		08:00 enabl):27:85:(UD:TA		I	Сору
	uu . [Chabi	cu				Remove
							Torch

Gambar 6 Interface Bonding-VLAN Tab General

General	Bonding	Status Traffic			ОК
	Slaves:	ether1 - Lokal - Switch	Ŧ	\$	Cancel
		ether3 - LAB	Ŧ	\$	Apply
	Mode:	802.3ad		₹	Disable
	Primary:	none		₹	Disable
Link	Monitoring:	mii		Ŧ	Comment
Fransmit H	lash Policy:	layer 2 and 3		₹	Сору
	Min. Links:	0			Remove
D	lown Delay:	0		ms	Torch
	Up Delay:	0		ms	
į	LACP Rate:	30 s		Ŧ	
1	MII Interval:	100		ms	

Gambar 7 Interface Bonding-VLAN Tab Bonding

Untuk *interface bonding* ISP, kita akan menggunakan *interface ether2* yang digunakan untuk bisa terhubung dengan ISP Indihome, dan *ether5* sebagai ISP yang digunakan untuk terhubung ke ISP Astinet. Untuk MTU kita konfigurasikan di 1500 dan ARP kita *enable* saja. Selanjutnya, pada *Tab Bonding*, kita atur untuk *slave* kita akan gunakan *interface ether2* sebagai port yang digunakan agar dapat terhubung ke ISP Indihome dan *interface ether5* sebagai port yang digunakan untuk terhubung dengan ISP Astinet. Pada tahap selanjutnya, penulis ingin menggunakan mode *balance-rr*. Kenapa? jika kita menggunakan *balance-rr*, semua *traffic* akan berjalan di kedua *port* tersebut secara bersamaan dan penulis dapat yakin bahwa kedua ISP yang dimiliki oleh kampus merupakan ISP dengan kualitas yang dapat mendukung jika kita menggunakan mode *balance-rr* untuk *bonding* di kedua ISP tersebut

Interface <bonding-isp></bonding-isp>			
General Bonding Tr	affic	[OK
Name: Bonding	ISP		Cancel
Type: Bonding			Apply
MTU: 1500			Disable
L2 MTU:	07.44.00		Comment
ARP: enabled	3C7:4A3CU		Сору
rin . Chabled			Remove
			Torch
enabled	running	slave	

Gambar 8 Interface Bonding-ISP Tab General

General Bonding	Status Traffic			ОК
Slaves:	ether2 - Telkom (Indihome)	₹	\$	Cancel
	ether5 - ASTINET	Ŧ	\$	Apply
Mode:	balance m		₹	Disable
Primary:	none		∓	Commont
Link Monitoring:	mii		Ŧ	Comment
Transmit Hash Policy:	layer 2 and 3		Ŧ	Сору
Min. Links:	0			Remove
Down Delay:	0	1	ms	Torch
Up Delay:	0		ms	
LACP Rate:	30 s		Ŧ	
MII Interval:	100		ms	
nabled	running	slave		

Gambar 9 Interface Bonding-ISP Tab Bonding

Ketiga, karena VLAN sudah dibuat dari penulis sebelumnya, penulis hanya akan memindahkan VLAN yang sudah ada ke dalam *interface* Bonding – VLAN. Pertama, kita akan pindahkan semua VLAN yang sudah ada ke dalam *interface* Bonding-VLAN. Lalu, kita masuk ke *interface* VLAN. Selanjutnya, kita pindahkan yang awalnya berada pada *interface ether1* kita pindahkan di *interface* Bonding-VLAN pada kolom Interface. Lakukan ke setiap VLAN yang sudah ada ke *interface* Bonding-VLAN. Dengan ini, semua VLAN yang ada secara langsung akan dimonitor oleh *interface* Bonding-VLAN yang diisi oleh *interface ether1* dan *interface ether3*. Dan untuk MTU di *interface* VLAN, kita harus atur dibawah MTU *interface bonding*. Misalnya, MTU di *interface* *bonding* di angka 1500, maka MTU di VLAN harus di bawahnya, penulis set di angka 1300.

Interface <vlan10-bauk></vlan10-bauk>		
General Loop Protect S	Status Traffic	ОК
Name: vlan10-BAU	K	Cancel
Type: VLAN		Apply
MTU: 1300		Disable
Actual MTU: 1300		Comment
MAC Address: 08:00:27:14	:38:2E	Сору
ARP: enabled		Remove
ARP Timeout:	▼	Torch
VLAN ID: 10		
Interface: Bonding-VL	AN 두	
Use Serv	ice Tag	
enabled	running slave	

Gambar 10 Interface VLAN 10

Interfa	ce List								
Interf	face Interface List Ethemet Ed	IP Tunnel	IP Tunnel (GRE Tunnel	VLAN	VRRP Bon	ding LTE		
+ •	🗕 🖌 🗶 🗂 🍸 Det	ect Internet						F	ind
	Name	Type /	Actual MTU	L2 MTU	Tx		Rx		Tx Pac
RS	Bonding-ISP	Bonding	1500) 1500		64.6 kbps		7.8 kbps	
R	Bonding-VLAN	Bonding	1500) 1500		0 bps		0 bps	
R	vlan 10-BAUK	VLAN	1300) 1496		0 bps		0 bps	
R	vlan20-UPM	VLAN	1300) 1496		0 bps		0 bps	
R	vlan30-BKK	VLAN	1300) 1496		0 bps		0 bps	
R	🚸 vlan40-BalaiBahasa	VLAN	1300	1496		0 bps		0 bps	
R	vlan50-LAB	VLAN	130) 1496		0 bps		0 bps	
R	vlan99-lainnya	VLAN	130) 1496		0 bps		0 bps	
R	1-1 Bonding-Bridge	Bridge	1500	1500		0 bps		5.1 kbps	
R	1-1 Hotspot-Bridge	Bridge	1500	65535		0 bps		0 bps	
RS	ether1 - Lokal - Switch	Ethernet	1500)		0 bps		0 bps	
RS	++ ether2 - Telkom (Indihome)	Ethernet	1500)		35.1 kbps		4.2 kbps	
RS	ether3 - LAB	Ethernet	1500)		0 bps		0 bps	
R	ether4 - Server	Ethernet	1500)		0 bps		0 bps	
RS	ether5 - ASTINET	Ethernet	1500)		29.4 kbps		3.5 kbps	
R	+ ether6 - Unifi Perpus	Ethernet	1500)		0 bps		0 bps	
R	+++ ether7 - Unifi Gedung Rektorat	Ethernet	1500)		0 bps		0 bps	
R	ether8 - DHCP-LAB	Ethernet	1500)		0 bps		0 bps	
•									
18 iter	ms (1 selected)								

Gambar 11 Interface Sesudah Konfigurasi

Selanjutnya, agar kita dapat menggunakan ISP Indihome kita menggunakan DHCP – *Client* untuk mendapatkan IP dari ISP Indihome. Untuk *interface bridge*, pertama buat terlebih dahulu dengan konfigurasi detail seperti pada gambar 12. Kita buat dengan nama Bonding – Bridge, lalu dengan ARP *enabled*. © 2024, The Author(s). Authors retain all their rights to the published works, such as (but not limited to) the following rights; Copyright and other proprietary rights relating to the article, such as patent rights, The right to use the substance of the article in own future works, including lectures and books, The right to reproduce the article for own purposes, The right to self-archive the article

Interface <bonding-b< th=""><th>idge></th><th></th></bonding-b<>	idge>					
General STP V	LAN Status Traffic	ОК				
Name	: Bonding-Bridge	Cancel				
Туре	e: Bridge	Apply				
MTU	J:	Disable				
Actual MTU	J: 1500	Comment				
L2 MTU MAC Address	J: 1500	Сору				
ARE	2: enabled	Remove				
ARP Timeour	t: 🗌 🗸	Torch				
Admin. MAC Address	s: 🔻					
Ageing Time	: 00:05:00					
	IGMP Snooping					
	DHCP Snooping					
enabled	running slave					

Gambar 12 Interface Bonding-Bridge

Setelah selesai dengan *interface Bonding-Bridge*, kita akan mengatur kemana *bridge* ini digunakan. Kita bisa klik pada tab *ports*, kita tambahkan dengan konfigurasi sebagai berikut. *Interface Bonding-ISP* akan kita hubungkan dengan *Bonding – Bridge*, dan bisa kita lihat juga pada gambar 13.

Untuk IP DHCP dari ISP Indihome kita bisa langsung menambahkan IP DHCP *Client*, karena penulis akan menggunakan IP DHCP yang disediakan oleh ISP Indihome untuk simulasi yang sekarang sedang berjalan.



Gambar 13 Interface Bridge Port untuk Bonding Bridge

DHCP	Advanced	Status		ОК
	Interface:	Bonding-Bridge	Ŧ	Cancel
	1	✔ Use Peer DNS		Apply
		Use Peer NTP		Disable
Add Default Route:	ault Route:	yes	Ŧ	Comment
				Сору
				Remove
				Release
				Renew

Gambar 14 DHCP Client Bonding-Bridge

Adapun beberapa detail kecil, seperti penggunaan *IP* Address untuk semua VLAN yang sudah terkonfigurasi ke dalam router MikroTik. Berikut merupakan rincian detail *IP* Address dalam perangkat router MikroTik sesuai dengan yang ada pada saat penelitian ini berlangsung.

4.3.2 Konfigurasi pada Switch Cisco

Pada tahap ini penulis akan mengkonfigurasi tahapan untuk *interface EtherChannel* dan juga *trunking* pada *port* yang diperlukan, pada tahap pertama, kita masuk ke terminal dengan perintah *configure terminal* dan kita akan kofigurasi *trunking* di setiap *port* yang terhubung ke *router* MikroTik sebelumnya. Untuk dapat berjalan *trunking, EtherChannel,* dan VLAN agar tidak terjadinya *downtime*. Sebelumnya, kita harus mematikan keamanan *Spanning tree Protocol.PortFast* dan *Spanning Tree Bpduguard*. Jika tidak, *Spanning Tree* ini akan mematikan *interface* yang akan terhubung ke *router* MikroTik. Ini akan membuat kita aman jika ingin menambahkan VLAN yang akan kita masukkan *Port-Channel* sebagai syarat agar metode *bonding* dapat berjalan dengan normal. Karena *port* yang tersambung ke *router* MikroTik. semua perintah bisa dilihat pada gambar 15 dibawah ini.



Gambar 15 Mematikan Spanning tree Cisco

Lalu kita konfigurasi *trunk* di kedua *port* yang sudah terhubung, pertama kita masuk ke dua *port* langsung dengan perintah *int range fastethernet* 1/0 - 1/1. Lalu kita masukkan perintah *switchport mode trunk* untuk mengganti status jenis

port dari mode access menjadi mode trunk. Setelah itu, kita lanjut membuat interface EtherChannel. Ketika kita masukkan perintah Channel-group 1 mode on maka secara otomatis akan membentuk interface port-channel di interface EtherChannel 1 dan akan membuat kedua port langsung tergabung kedalam interface port-channel 1. Mode trunk akan terbuat otomatis dengan mode 802.1Q atau dot1q, protokol ini akan membuat VLAN diizinkan lewat. Jika sudah, maka kita akan lanjut untuk di port Port-Channel 1 untuk EtherChannel. Pada saat melakukan konfigurasi trunking di kedua port.

SwitchUtama(config)#int range fastEthernet 1/0 - 1
SwitchUtama(config-if-range)#swi
SwitchUtama(config-if-range)#switchport mode trun
SwitchUtama(config-if-range)#switchport mode trunk
SwitchUtama(config-if-range)#sw
SwitchUtama(config-if-range)#chann
SwitchUtama(config-if-range)#channel-group 1 mode on
SwitchUtama(config-if-range)#
*Mar 1 04:50:23.974: %EC-5-BUNDLE: Interface Fa1/0 joined port-channel Po1
*Mar 1 04:50:24.022: %EC-5-BUNDLE: Interface Fa1/1 joined port-channel Po1
SwitchUtama(config-if-range)#
*Mar 1 04:50:26.986: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Port-channell, changed state to u
SwitchUtama(config-if-range)#exit

Gambar 16 Konfigurasi Trunk dan EtherChannel



Gambar 17 Interface Port-Channel 1

4.4 Tahap Monitoring

Pada tahap monitoring, penulis melihat traffic di dalam interface bonding, menggunakan aplikasi WinBox. Traffic berjalan dengan normal dari kedua sisi yakni traffic dari router MikroTik ataupun dari switch Cisco dapat berkomunikasi dengan konfigurasi di kedua perangkat menggunakan metode bonding dari MikroTik dan EtherChannel dari Cisco. Dan untuk bonding ISP juga berjalan dengan normal. Pada masa monitoring, penulis akan menggunakan aplikasi TFGEN untuk mensimulasikan traffic yang akan melewati dari ISP Telkom (IndiHome), melewati router MikroTik, lalu ke switch Cisco, dan dipecah lagi ke semua ruangan yang ada di kampus STMIK Widya Cipta Dharma dengan menggunakan switch, dimana di setiap switch tersebut akan di konfigurasikan VLAN sesuai dengan pembagian yang sudah di tetapkan. Pada tahap ini penulis hanya memastikan apakah kedua perangkat sudah saling terhubung atau belum. Pada saat simulasi paket ini berlangsung, penulis menerapkan pada TFGEN untuk mengirimkan paket sebesar 500kbps dan dengan traffic pattern menggunakan continous and random. Lalu untuk paket tujuan, penulis mencoba menggunakan VLAN 10

untuk di kirimkan ke PC yang berada pada jangkauan jaringan di ruangan BAUK.



Gambar 18 Monitoring Traffic Bonding-VLAN

Lalu untuk monitoring jaringan *interface Bonding-ISP*, penulis langsung menghubungkan dengan kabel LAN yang terhubung melalui modem ISP Indihome dan dibagi lagi untuk *ethernet2* digunakan sebagai contoh untuk ISP Astinet. Pada gambar 19 merupakan gambaran *traffic* yang sudah menggunakan metode *bonding*.



Gambar 19 Monitoring Traffic Bonding-ISP

4.5 Tahap Management

Pada tahapan *management*, dimaksudkan untuk mengatur dan membuat sistem yang sudah di konfigurasi dapat terjaga dengan baik. Lalu untuk menjaga agar sistem ini dapat bekerja sebagaiman mestinya, di sarankan untuk melakukan proses *backup* konfigurasi dan *log monitoring*. Caranya adalah dengan kita pergi ke *File List*, lalu kita klik *Backup* untuk menyimpan hasil dari konfigurasi yang sudah dilakukan pada gambar 20 dibawah. 9

© 2024, The Author(s). Authors retain all their rights to the published works, such as (but not limited to) the following rights; Copyright and other proprietary rights relating to the article, such as patent rights, The right to use the substance of the article in own future works, including lectures and books, The right to reproduce the article for own purposes, The right to self-archive the article

File List				×
- 🍸 🖹 🖹 Backup Re	store Upload		Find	
File Name /	Туре	Size	Creation Time	•
autosupout.rif	.rif file	578.9 KiB	Jul/23/2024 00:44:15	
🗀 disk 1	disk		Jul/21/2024 16:22:52	
disk1/lost+found	directory		Oct/18/2015 02:38:50	
disk1/user-manager2	user-manager store		Apr/18/2014 11:00:12	
primary-slave	disk		Oct/18/2015 02:40:55	
🗀 pub	directory		Jul/23/2024 00:44:11	
skins	directory		Oct/18/2015 02:40:53	
user-manager1	user-manager store		Jul/31/2014 15:05:31	
Backup Name: Konfigurasi Bonding Password: _ Don't Encrypt	Land Back	kup cel		
8 items 32.1 MiB of	f 57.7 MiB used	44	% free	

Gambar 20 Backup Konfigurasi Data

4.6 Pengujian

Pengujian dilakukan dengan semua konfigurasi sudah dilakukan. Jika semua sudah di konfigurasi, pengujian di awali dengan konfigurasi bonding pada router MikroTik, lalu dilanjutkan ke switch Cisco dengan membuat Port - Channel. Jika bonding tidak bisa berjalan atau mengalami kendala setelah konfigurasi, pengecekan kembali konfigurasi router dan switch menjadi opsi jika pada saat pengujian berlangsung mengalami kendala. Terkadang antara router dan switch terjadi loop, sehingga monitoring kembali menjadi pilihan. Lalu, jika sudah dilakukannya monitoring, langkah selanjutnya adalah mengambil sampel untuk menghitung Quality of Service (QoS). Sampel diambil untuk menghitung delay, jitter, dan packet loss. Sampel diambil sebelum dan sesudah konfigurasi bonding sebanyak lima sampel untuk kedua konfigurasi Bonding - ISP dan Bonding VLAN. Jika sudah, sampel dihitung dan pengujian ini dapat dikatan selesai. Berikut merupakan gambaran Flowchart pengujian pada gambar 21.



Gambar 21 Flowchart Pengujian Bonding

Pengujian ini menggunakan ISP melalui Telkom (Indihome) dan jaringan Indihome yang dipecah lagi untuk mengisi *ethernet2* untuk dapat mengisi ISP Astinet yang akan melewati *router* MikroTik dengan *interface ether1* dan *interface ether3* untuk *Bonding-VLAN* dan *interface ether2* dan *interface ether5* untuk *Bonding-ISP*. Untuk pengujian *traffic*, penulis akan menggunakan aplikasi simulasi *traffic*, yaitu TFGEN. Bisa kita lihat pada gambar 4.21 dibawah aplikasi ini akan membuat suatu *traffic* secara simulasi ke semua *port* yang akan dilalui juga sebagai bahan pengujian penelitian.

e Option Help		
Utilization[kbps] : Destination :	500 192.168.10.3	Sta
Time To Live Port:	16 echo	Sto
Traffic Pattern	Continuous Random	
Period to update	100	

Gambar 22 Aplikasi TGEN

Untuk perhitungan *Quality of Service*, penulis menggunakan aplikasi yang bernama WireShark. Aplikasi ini akan menangkap semua *traffic* yang akan kita gunakan sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan kualitas *bonding* sebelum dan sesudah konfigurasi *bonding* dilakukan.

Penulis akan mengambil lima sampel data dari salah satu jaringan yang akan dilalui oleh *traffic* yang mengarah dari ISP ke *router* untuk *Bonding – ISP* dan *router ke switch* Cisco untuk *Bonding – VLAN*.

N O	Throughp ut (Kbps)	Delay (ms)	Jitter (ms)	Packe t Loss (%)	Inde x
1	267,2 Kbps	1,485m s	1,485m s	0%	4
2	222,3 Kbps	1,941m s	1,941m s	0%	4
3	295,5 Kbps	1,299m s	1,300m s	0%	4
4	346,1 Kbps	1,275m s	1,275m s	0%	4
5	340,5 Kbps	1,281m s	1,281m s	0%	4

Tabel 2 Sebelum Bonding-VLAN

Tabel 3 Sesudah Bonding-VLAN

N O	Throughp ut (Kbps)	Delay (ms)	Jitter (ms)	Packe t Loss (%)	Inde x
1	356,0 Kbps	1,416m	1,416m	0%	4
	, 1	S	S		
2	270.4 Khns	1,465m	1,465m	0%	4
2	270,4 10005	S	S	070	т
2	245 9 Khng	1,727m	1,727m	00/	4
5	243,8 K0ps	S	S	070	4
4	262 6 Khng	1,510m	1,510m	00/	4
4	202,0 K0ps	S	S	0%	4
5	295 0 Khas	1,409m	1,409m	00/	4
3	285,0 Kops	S	S	0%	4

Tabel 4 Sebelum Bonding-ISP

N O	Throughp ut (Kbps)	Delay (ms)	Jitter (ms)	Packe t Loss (%)	Inde x
1	137,7 Kbps	3,923m s	0,683m s	0%	4
2	484,7 Kbps	2,803m s	4,421m s	0%	4
3	173,5 Kbps	1,316m s	0,175m s	0%	4
4	344,4 Kbps	1,409m s	8,331m s	0%	4
5	600,8 Kbps	2,574m s	0,136m s	0%	4

Tabel 5 Sesudah Bonding – ISP

NO	Throughput (Kbps)	Delay (ms)	Jitter (ms)	Packet Loss (%)	Index	
----	----------------------	---------------	----------------	-----------------------	-------	--

1	86,6 Kbps	1,369ms	0,473ms	0%	4
2	86,9 Kbps	1,420ms	1,260ms	0%	4
3	66,4 Kbps	2,378ms	0,680ms	0%	4
4	67,5 Kbps	0,812ms	0,521ms	0%	4
5	51,7 Kbps	2,613ms	0,148ms	0%	4

Pengujian yang lainnya adalah untuk mencoba jika kita menggunakan interface bonding yang sudah menggabungkan dua interface yakni ether1 - Lokal - Switch dan ether3-LAB. Pengujian pertama, yaitu dengan kedua interface aktif dan untuk traffic disimulasikan menggunakan aplikasi TFGEN. Karena penulis menggunakan mode 802.3ad, maka salah satu port yang ada pada interface bonding akan berjalan normal sebagaimana mestinya dan semua interface VLAN yang berada pada interface bonding akan berjalan normal sesuai dengan berapa besar paket yang kita gunakan pada aplikasi TFGEN. Penulis menggunakan besaran paket 500kbps, destinasi ke PC BAUK, dan traffic dengan pattern continous random dengan arti TFGEN dengan simulasi traffic akan terus mengirimkan paket secara terus menerus dan besaran paketnya acak tetapi tidak melebihi apa yang sudah di atur sebelumnya. Pada gambar dibawah, semua traffic berjalan dengan normal. Pada setiap VLAN. Apabila interface ether1 -Lokal – Switch mati, interface ether3 – LAB siap menggantikan posisi sebagai jalur kedua untuk semua interface VLAN 10, 20, 30, 40, 50, dan 99. Berikut merupakan gambaran sebelum dan sesudah konfigurasi, bisa kita lihat pada gambar 23 dan gambar 24.

N ↓ ↓ N ↓ N ↓		Type Bridge Ethemet VLAN VLAN VLAN VLAN VLAN VLAN VLAN VLAN	L2 MTU 65535	Find Tx 0 bp 0 b
	ame / 2 Hotspot-Bhidge	Type Bridge Ethemet VLAN VLAN VLAN VLAN VLAN VLAN VLAN VLAN	L2 MTU 65535	Tx 0 bp 0 bp 0 bp 0 bp 0 bp 0 bp 0 bp 0 bp
		Bridge Bhemet VLAN VLAN VLAN VLAN VLAN VLAN VLAN Bhemet Bhemet Bhemet	65535	0 bp 0 bp 0 bp 0 bp 0 bp 0 bp 0 bp 510 kbn
		Ethemet VLAN VLAN VLAN VLAN VLAN VLAN VLAN Ethemet Ethemet		0 bp 0 bp 0 bp 0 bp 0 bp 0 bp 0 bp 0 bp
	♦ vlan10-BAUK ♦ vlan20-UPM ♦ vlan30-BKK ♦ vlan40-BalalBahasa ♦ vlan50-LAB • ether2-LAB • ether3 - LAB • ether3 - LAB • ether3 - LAB	VLAN VLAN VLAN VLAN VLAN VLAN Ethemet Ethemet		0 bp 0 bp 0 bp 0 bp 0 bp 0 bp 510 kbp
R R R R R R R R R R R R R R R R R R R	 ♦ vlan20-UPM ♦ vlan30-BKK ♦ vlan40-BalalBahasa ♦ vlan50-LA8 ♦ vlan90-Jainnya ♦ ether2 - Telkom (Indihome) ▶ ether3 - LAB ▶ ether4 - server ▶ ether5 - STINET 	VLAN VLAN VLAN VLAN VLAN Ethemet Ethemet		0 bp 0 bp 0 bp 0 bp 0 bp 510 kbp
R R R R R R R R R R R R R R R R R R R	 ♦ vlan30-BKK ♦ vlan40-BalaBahasa ♦ vlan50-LAB ♦ vlan50-LAB ♦ vlan93-lainnya ♦ ether2 - Telkom (Indihome) ♦ ether3 - LAB ♦ ether4 - server ♦ ether5-ASTINET 	VLAN VLAN VLAN Ethemet Ethemet		0 bp 0 bp 0 bp 0 bp 510 kbp
R R R R R R R R R R R R R R R R	 ♦ vlan40-BalaiBahasa ♦ vlan50-LAB ♦ vlan99-lainnya ♦ ther2 - Telkom (Indihome) ♦ ther3 - LAB ♦ ther4 - server ♦ ther5-ASTINET 	VLAN VLAN VLAN Ethemet Ethemet		0 bp 0 bp 0 bp 510 kbp
R R R R R R R R R R R	 vlan50-LAB vlan99-lainnya ether2 - Telkom (Indihome) ether3 - LAB ether4 - server ether5-ASTINET 	VLAN VLAN Ethemet Ethemet		0 bp 0 bp 51 0 kbp
R R R R R R	 vlan99-lainnya ether2 - Telkom (Indihome) ether3 - LAB ether3 - server ether5-ASTINET 	VLAN Ethemet Ethemet		0 bp
R (R (R (R (R (ether2 - Telkom (Indihome) ether3 - LAB ether3 - server ether5-ASTINET 	Ethemet Ethemet		510 kbp
R « R « R « R	 ♦ ether3 - LAB ♦ ether4 - server ♦ ether5-ASTINET 	Ethernet		a tra tra tra
R 🔹 R 🔹	ether4 - server ether5-ASTINET	Ethemet		0 bp
R 📢	ether5-ASTINET			0 bp
R 📢		Ethernet		0 bp
R at	ether6-Unifi Perpus	Ethernet		0 bp
	ether7 - Unifi Gedung Rektorat	Ethernet		0 bp
R 📢	ether8- DHCP-LAB	Ethernet		0 bp

Gambar 23 Interface List Sebelum Pengujian

Inter	face Interface List Ethernet E	olP Tunnel	IP Tunnel	GRE Tunnel	VLAN	VRRP Bo	nding	LTE	
+ -	🗕 🖌 🗶 🗂 🍸 De	tect Internet						F	nd
	Name	Type /	Actual MTU	L2 MTU	Tx		Rx		Tx Pac -
RS	A Bonding-ISP	Bonding	150	0 1500		64.6 kbp	5	7.8 kbps	
R	Bonding-VLAN	Bonding	150	0 1500		0 bps	s	0 bps	
R	vlan10-BAUK	VLAN	130	0 1496		0 bps	5	0 bps	
R	vlan20-UPM	VLAN	130	0 1496		0 bps	5	0 bps	
R	vlan30-BKK	VLAN	130	0 1496		0 bps	5	0 bps	
R	🚸 vlan40-BalaiBahasa	VLAN	130	0 1496		0 bps	5	0 bps	
R	vlan50-LAB	VLAN	130	0 1496		0 bps	5	0 bps	
R	🚸 vlan99-lainnya	VLAN	130	0 1496		0 bps	s	0 bps	
R	1 Bonding-Bridge	Bridge	150	0 1500		0 bps	s	5.1 kbps	
R	11 Hotspot-Bridge	Bridge	150	65535		0 bps	s	0 bps	
RS	4 + ether1 - Lokal - Switch	Ethernet	150	0		0 bps	s	0 bps	
RS	4 + ether2 - Telkom (Indihome)	Ethernet	150	0		35.1 kbp	s	4.2 kbps	
RS	♦ ether3 - LAB	Ethernet	150	0		0 bps	s	0 bps	
R	4 + ether4 - Server	Ethernet	150	0		0 bps	S	0 bps	
RS	++ ether5 - ASTINET	Ethernet	150	0		29.4 kbp	s	3.5 kbps	
R	4 + ether6 - Unifi Perpus	Ethernet	150	0		0 bps	s	0 bps	
R	++ ether7 - Unifi Gedung Rektorat	Ethernet	150	0		0 bps	s	0 bps	
R	♦ ether8 - DHCP-LAB	Ethernet	150	0		0 bps	S	0 bps	
•									•

Gambar 24 Interface List Sesudah Pengujian

Untuk pengujian *Bonding-ISP*, penulis akan mematikan salah satu ISP apakah dapat berjalan dengan normal atau tidak. Pada gambar 25 jika salah satu ISP akan mati, maka secara otomatis akan menggunakan jalur yang ada. Walaupun hanya berjalan satu ISP. pada gambar 26 merupakan *traffic* yang berjalan jika salah satu ISP terputus atau *down*.

nterfa	ace List			10			
Inter	face Ethernet EoIP Tunnel IP	Tunnel GRE Tunnel	VLAN V	RRP Bonding	LTE		
+ -	- 🗸 🗶 🔽 🍸					Fin	d
	Name /	Type /	L2 MTU	Tx		Rx	Tx P 🔻
RS	Bonding-ISP	Bonding		6	3.5 kbps	4.1 kbps	
R	Bonding-VLAN	Bonding			0 bps	0 bps	
R	11 Bridge-Bonding	Bridge	65535	6	3.5 kbps	3.3 kbps	
RS	ether1	Ethernet			0 bps	0 bps	
R	I vlan 10	VLAN			0 bps	0 bps	
R	In vian 20	VLAN			0 bps	0 bps	
R	In the second se	VLAN			0 bps	0 bps	
R	vlan40	VLAN			0 bps	0 bps	
R	In vian 50	VLAN			0 bps	0 bps	
R	vlan99	VLAN			0 bps	0 bps	
	ether2 - Telkom (Indihome)	Ethernet				0 bps	
RS	ether3 - LAB	Ethernet			0 bps	0 bps	
R	ether4 - Server	Ethernet			0 bps	0 bps	
RS	ether5 - ASTINET	Ethernet		(3.5 kbps	4.1 kbps	
R	ether6 - Unifi Perpus	Ethernet			0 bps	0 bps	
R	++ ether7 - Unifi Gedung Rektorat	Ethernet			0 bps	0 bps	
R	++ ether8 - DHCP-LAB	Ethernet			0 bps	0 bps	
•							+
17ite	ms (1 selected)						

Gambar 25 ISP Jika Salah Satu Down



Gambar 26 *Traffic* ISP yang Berjalan

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian pada bab sebelumnya yang telah dijelaskan dan pembahasan mengenai Optimalisasi Jaringan Komputer Dengan *Bonding Interface* Mode 802.3ad Sebagai *Link Redundancy* Pada *Router Mikrotik*, penulis mendapatkan kesimpulan, yakni :

- 1. Untuk penerapan *bonding*, kita harus pahami terlebih dahulu kompatibilitas perangkat jaringan. Agar metode ini dapat berjalan sebagaimana mestinya dan cocok untuk kedua perangkat. Karena penelitian ini menggunakan dua perangkat jaringan yakni *MikroTik* untuk *router* dan *Cisco* untuk *switch* yang memiliki protokol yang berbeda.
- 2. Jika konfigurasi mode *bonding* 802.3ad dan jalur mengarah ke perangkat selain *MikroTik* dan , maka LACP tidak berjalan ataupun bisa terjadi *loop* atau *packet loss*.
- 3. Untuk pemilihan mode *bonding* juga dapat menentukan bagaimana ketepatan mode dapat mempengaruhi kestabilan dan arah *traffic* apakah lebih cocok menggunakan mode 802.3ad atau menggunakan mode lainya seperti *balance-rr, balance xor, active backup* dan lainnya.
- 4. Konfigurasi ulang untuk protokol RSTP (*Rapid Spanning Tree Protocol*) pada *router MikroTik* dan *switch Cisco* agar *bonding* dapat berjalan dengan sempurna. Konfigurasi RSTP dapat diatur jika menggunakan *bridge.*
- 5. Jika menggunakan *bonding*, semua IP yang sudah kita atur di setiap *interface ether* akan berubah, karena *interface* yang sudah tergabung di *bonding* akan menjadi satu *interface* baru. Agar bisa mendapatkan IP, kita bisa menambahkan IP baru atau menggunakan IP DHCP *Client*. Semua IP yang ada di kedua *interface* yang ada di dalam *bonding* kita atur.
- Untuk *firewall* juga akan berubah sedikit, kita harus atur. Untuk NAT kita konfigurasi dengan *out – interface* di isi dengan *bonding interface* yang terhubung dengan *interface bonding*. Atau jika menggunakan *bridge*, maka disesuaikan lagi di *firewall* NAT dengan *out – interface* dan diatur menggunakan *interface bridge*.
- 7. Penelitian ini sudah memenuhi tujuannya yaitu membuat jalur kedua atau jalur cadangan menggunakan *bonding*, tetapi di satu sisi *jitter* dan *delay* mengalami peningkatan. Jadi ISP, kompatibilitas perangkat dan mode *bonding* juga mempengaruhi hasil akhirnya dan sesuaikan dengan kondisi atau tujuan yang akan diambil jika memilih salah satu mode *bonding*.

Saran

Saran dari penulis dari penelitian ini adalah :

- 1. Untuk pengembangan selanjutnya dapat dikembangkan penerapannya secara *real* atau diterapkan secara langsung.
- 2. Bisa menggunakan mode *bonding* lainnya seperti *balanced - rr, active backup* dan masih banyak mode

lainnya. Setiap mode *bonding* memiliki tugas – tugas yang berbeda dan memiliki kelebihan dan kekurangan yang berbeda.

3. Kondisi *router* pada saat penelitian berlangsung semua port sudah digunakan, jika ingin menerapkan *bonding* bisa dengan cara *upgrade* atau mengganti perangkat dengan port yang lebih banyak dari sebelumnya. Atau menggunakan NIC (*Network Interface Card*) tambahan untuk menambahkanm menambahkan port. Jika anggaran terbatas bisa juga menggunakan *switch managed* dengan VLAN untuk memperluas port jaringan.

Demikian kesimpulan dan saran yang dapat penulis jabarkan, semoga dapat berguna untuk peneliti berikutnya ataupun untuk pembaca skripsi ini. Diharapkan pada penelitian setelah ini dapat dilakukan secara *real*, dan peneliti juga dapat mencoba mode *bonding* lainnya sesuai dengan kondisi dan hasil akhir yang diinginkan.

Daftar Pustaka

- Adhiatma, N. (2020). Master CCNA Belajar Network Itu Mudah.
- Adhiwibowo, W., & Irawan, A. R. (2019). IMPLEMENTASI REDUNDANT LINK UNTUK MENGATASI .
- Alam, J. (2013). *Mengenal Wifi, Hotspot, LAN & Sharing Internet*. Elex Media Komputindo.
- Astono, S., & Salsabeela, S. (2020). PENGGUNAAN BONDING PADA MIKROTIK UNTUK ATM.
- Ferdiana, R. (2016). Solusi Cloud Computing dengan Microsoft Azure bagi UMKM. Elex Media Komputindo.
- Ilahi, I. (2020). *ADMINISTRASI INFRASTRUKTUR JARINGAN*. Surabaya: XP Solution Surabaya.
- Ilmi, N. (2020). Best Practice MIKROTIK FOR BEGINNER. CV. XP Solution.
- Iskandar, A. (2022). Pengantar Jaringan Komputer.
- Nikmah, K., & Prihanto, A. (2017). MENINGKATKAN TROUGHPUTBANDWIDTH SEKALIGUS SEBAGAI JALUR .
- Satya, I. A. (2006). Mengenal dan Menggunakan Mikrotik Winbox Router Modern Berbasis PC (Windows dan Linux). Jakarta.
- Website. (2023). *Pengertian MikroTik*. Diakses pada 26 Mei 2023 dari https://zathco.com/pengertianmikrotik-dan-fungsinya/
- IEEE Standard Association. (2000). IEEE Standard for Information Technology - Local and Metropolitan Area Networks - Part 3: Carrier

Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications -Aggregation of Multiple Link Segments. IEEE Computer Society

- Herlambang , Moch Linto Azis. (2008). Panduan Lengkap Menguasai Router Masa Depan menggunakan Mikrotik Router OS. Jogjakarta
- Website. (2015). *Konfigurasi Dasar Bonding Interface*. Diakses pada 19 Mei 2023 dari https://citraweb.com/artikel_lihat.php?id=161
- Website. (2022). Pengertian VLAN, Fungsi beserta Kegunaannya. Diakses pada 20 Juni 2023 dari https://www.sampoernauniversity.ac.id/id/vlanadalah/
- Website (2022) Apa Itu Router? Pengertian, Fungsi dan Jenisnya. Diakses pada 18 Juni 2023 dari https://www.dewaweb.com/blog/apa-itu-router/
- Website (2022) What is Wireshark. Diakses pada 18 Juni 2023 dari https://www.comptia.org/content/articles/whatis-wireshark-and-how-to-use-it
- Website (2019) TOPOLOGI JARINGAN: Pengertian, Macam Macam Topologi & Kelebihan Kekurangannya. Diakses pada 19 Juni 2023 dari https://salamadian.com/topologi-jaringan-komputer/
- Imas, Indra. (2021) "*Apa itu Firewall*?". Diakses pada 15 Desember 2024 dari https://www.niagahoster.co.id/blog/firewall-adalah/
- Website (2021) NAT DAN FIREWALL: NAT (Network Address Translation) Diakses pada 15 Desember 2024 dari https://medium.com/@ulfafaudiah99/natdan-firewall-4f75069caa39
- Putra, M. R. (2010). Spanning Tree Protocol sebagai Aplikasi Pohon Merentang. *Makalah IF2091 Struktur Diskrit*.
- Website (2016) Perhitungan MTU pada MikroTik. Diakses pada 19 Desember 2024 dari https://citraweb.com/artikel/218/
- Website (2024) Bonding. Diakses pada 19 Desember 2024 dari https://help.mikrotik.com/docs/spaces/ROS/pages/83 23193/Bonding
- Website (2022) Pengertian ARP (Address Resolution Protocol) dan Cara Kerjanya. Diakses pada 19 Desember 2024 dari https://www.dewaweb.com/blog/pengertian-arp/
- Website (2018) Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) Diakses pada 15 Desember 2024 dari https://gokhankosem.medium.com/rapid-spanningtree-protocol-rstp-6618f59cf54f