

IMPLEMENTASI DAN ANALISIS PROTOKOL HSRP DAN VRRP DALAM MENINGKATKAN REDUNDANSI GATEWAY PADA JARINGAN VIRTUAL

Evelyn Keisha Silalahi^{1*}, Yoseph Christian Sitanggang², Embun Suryaningsih³, Dedy Kiswanto⁴

^{1,2}Universitas Negeri Medan; Jl. Williem Iskandar Psr. V Medan Estate; Telp. (061) 6613365, Fax. (061) 6614002 / 6613319

³Universitas Negeri Medan; Jl. Williem Iskandar Psr. V Medan Estate; Telp. (061) 6613365, Fax. (061) 6614002 / 6613319

⁴Universitas Negeri Medan; Jl. Williem Iskandar Psr. V Medan Estate; Telp. (061) 6613365, Fax. (061) 6614002 / 6613319

Received: 9 Maret 2025
Accepted: 29 Maret 2025
Published: 14 April 2025

Keywords:

Redundancy;
HSRP;
Network;
VRRP;

Correspondent Email:

evelynsilalahi2208@gmail.com

Abstrak. Perkembangan teknologi informasi yang pesat menuntut ketersediaan jaringan tinggi untuk mendukung layanan kritikal. Penelitian ini menganalisis implementasi protokol redundansi HSRP (Cisco-proprietary) dan VRRP (standar IEEE) dalam meningkatkan ketersediaan jaringan melalui simulasi Cisco Packet Tracer dan GNS3. Metode eksperimen mencakup: (1) konfigurasi gateway virtual, (2) pengujian failover otomatis, dan (3) analisis parameter QoS (ping, traceroute). Hasil menunjukkan kedua protokol berhasil mempertahankan konektivitas tanpa packet loss saat failover, dengan latency 0ms (HSRP) dan respons stabil (VRRP). HSRP unggul dalam lingkungan Cisco dengan preempt cepat, sedangkan VRRP lebih fleksibel untuk jaringan multi-vendor. Temuan ini membuktikan efektivitas redundansi First-Hop dalam memitigasi downtime, sekaligus menyoroti kebutuhan pengujian lanjutan pada beban trafik tinggi dan integrasi dengan SDN. Penelitian ini memberikan dasar empiris untuk seleksi protokol redundansi sesuai kebutuhan infrastruktur jaringan.

Abstract. The rapid advancement of information technology demands high network availability for critical services. This study analyzes the implementation of redundancy protocols HSRP (Cisco-proprietary) and VRRP (IEEE standard) to enhance network availability through Cisco Packet Tracer and GNS3 simulations. Experimental methods include: (1) virtual gateway configuration, (2) automatic failover testing, and (3) QoS parameter analysis (ping, traceroute). Results demonstrate both protocols maintained zero packet loss during failover, with 0ms latency (HSRP) and stable response (VRRP). HSRP excels in Cisco environments with fast preemption, while VRRP offers multi-vendor flexibility. These findings prove the efficacy of First-Hop redundancy in mitigating downtime, while highlighting the need for further testing under high traffic loads and SDN integration. This research provides empirical basis for protocol selection tailored to network infrastructure needs..

1. PENDAHULUAN

Dengan pesatnya perkembangan teknologi informasi dalam beberapa tahun terakhir, aplikasi jaringan komputer kini memainkan peran yang sangat krusial dalam berbagai

layanan dan aplikasi, yang secara signifikan meningkatkan kualitas hidup kita. Kemajuan ini juga telah mengakibatkan transformasi besar dalam dunia bisnis di seluruh dunia. Banyak perusahaan dan proses bisnis yang kini

bergantung pada teknologi informasi sebagai kebutuhan untuk tetap bersaing. Jaringan komputer menjadi salah satu elemen utama yang mendorong kemajuan teknologi dan layanan informasi yang cepat [1].

Ekspansi penggunaan komputer telah menjadi penggerak utama pertumbuhan jaringan internet, yang pada dasarnya adalah suatu sistem untuk mengaitkan beberapa komputer agar dapat saling terhubung dan berbagi sumber daya [2]. Seiring berkembangnya jaringan komputer, kebutuhan akan ketersediaan yang tinggi juga semakin meningkat. Ketersediaan jaringan yang stabil sangat penting untuk memastikan kelancaran berbagai aplikasi dan layanan yang bergantung pada konektivitas tanpa gangguan.

Untuk itu, protokol redundansi seperti HSRP (Hot Standby Router Protocol) dan VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol) menjadi solusi yang digunakan untuk meningkatkan ketersediaan jaringan. Kedua protokol ini dirancang untuk menciptakan jalur cadangan pada jaringan, sehingga ketika terjadi gangguan pada jalur utama, jaringan tetap dapat beroperasi dengan menggunakan jalur alternatif, yang bisa dilihat dalam penelitian ini [3]. Penerapan protokol ini secara efektif dapat mengurangi risiko downtime yang dapat mengganggu berbagai layanan.

Penggunaan HSRP dan VRRP perlu diuji dalam simulasi untuk memastikan efektivitasnya. Oleh karena itu, simulasi implementasi kedua protokol redundansi ini menggunakan perangkat lunak seperti Cisco Packet Tracer dan GNS3 sangat penting untuk memverifikasi bagaimana protokol ini bekerja dalam kondisi yang lebih nyata dan kompleks.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan HSRP dan VRRP dalam meningkatkan ketersediaan jaringan. Diharapkan, hasil penelitian ini dapat memberikan wawasan yang berguna untuk implementasi protokol redundansi dalam jaringan komputer modern yang semakin kompleks.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Keandalan Jaringan dan Redundansi

Keandalan jaringan merupakan aspek penting dalam infrastruktur teknologi

informasi. Downtime yang terjadi akibat kegagalan jaringan dapat berdampak buruk pada sektor bisnis, pendidikan, dan layanan publik. Oleh karena itu, diperlukan sistem redundansi yang mampu memastikan ketersediaan jaringan secara optimal [4].

Salah satu metode yang dapat digunakan adalah dengan protokol redundansi, seperti HSRP dan VRRP, yang memungkinkan sistem melakukan failover secara otomatis ketika terjadi kegagalan pada perangkat utama [5].

2.2 Hot Standby Router Protocol (HSRP)

HSRP adalah metode yang diterapkan pada perangkat jaringan Cisco dengan konsep menciptakan satu alamat IP virtual gateway yang digunakan oleh dua perangkat, sehingga keduanya dapat berfungsi secara bersamaan [6].

Ketika router utama mengalami kegagalan, router cadangan secara otomatis akan mengambil alih fungsi sebagai gateway default tanpa memerlukan intervensi manual. Ini memastikan layanan jaringan tetap tersedia secara optimal dan mengurangi risiko downtime. Dengan penerapan HSRP, gangguan dan downtime dalam jaringan dapat diminimalkan secara signifikan, mendekati tingkat ketersediaan hampir 100% [7].

Berdasarkan penelitian [8], implementasi HSRP di Direktorat Politik Dalam Negeri Kementerian Dalam Negeri berhasil mengalihkan lalu lintas ke *router standby* dalam waktu <10 detik tanpa intervensi manual, downtime minimal dan peningkatan kestabilan jaringan. Temuan ini sejalan dengan studi kasus di Yayasan Sukses Abadi yang menunjukkan *failover* HSRP stabil dengan latency rata-rata 1–3 ms pada jaringan utama.

2.3 Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP)

Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) adalah protokol redundansi standar terbuka yang dikembangkan oleh IEEE, yang memiliki prinsip kerja serupa dengan HSRP. VRRP mendukung Ethernet, FastEthernet, Bridge Group Virtual Interface (BVI), Gigabit Ethernet interfaces dan pada Multiprotocol Label Switching (MPLS), Virtual Private Networks (VPNs). Studi kasus di PT. Trans-Pacific Petrochemical Indotama (TPPI) menunjukkan bahwa implementasi VRRP

berbasis GNS3 dapat meminimalisir downtime dengan delay yang sangat rendah, serta memastikan packet loss tetap pada angka 0%, sehingga menjaga stabilitas layanan jaringan [9].

Penelitian sebelumnya oleh [10] dalam jurnal ini mengevaluasi penerapan VRRP untuk mengoptimalkan router cadangan dalam mencegah kegagalan link. Hasil penelitian menunjukkan bahwa VRRP dapat mengurangi packet loss hingga rata-rata 0,39% dan mencapai throughput 279 Bps, yang tergolong sangat baik menurut standar TIPHON. Namun, penelitian ini hanya berkonsentrasi pada VRRP tanpa melakukan perbandingan dengan protokol redundansi lain, seperti HSRP, serta tidak menguji skenario beban tinggi yang lebih kompleks. Kesenjangan ini dikuatkan oleh temuan [11], yang menunjukkan keterbatasan VRRP saat digunakan dalam kombinasi dengan VLAN, di mana delay mencapai 80 ms dan packet loss berkisar antara 16 hingga 18%.

2.4 Perbandingan Kinerja HSRP dan VRRP

Berdasarkan perbedaan mendasar antara kedua protokol ini terletak pada aspek kompatibilitas dan mekanisme operasional. Sebagai protokol eksklusif Cisco, HSRP hanya dapat diimplementasikan pada perangkat Cisco saja, sedangkan VRRP yang merupakan standar IEEE (RFC 5798) mendukung lingkungan multi-vendor. Dari sisi mekanisme deteksi kegagalan, VRRP menggunakan hello interval 1 detik yang lebih cepat dibanding HSRP (3 detik), membuatnya lebih responsif dalam mendeteksi gangguan jaringan[12].

Selain itu, VRRP menawarkan fleksibilitas yang lebih tinggi dalam konfigurasi prioritas router dan mendukung autentikasi untuk keamanan tambahan, sementara HSRP memiliki fitur preempt yang lebih sederhana namun efektif untuk pemulihan jaringan. Dalam hal beban lalu lintas, kedua protokol ini tidak mendukung load balancing secara native seperti GLBP, sehingga seluruh traffic akan dialirkan melalui router master/aktif. Namun, VRRP cenderung lebih stabil dalam skala jaringan yang heterogen karena sifatnya yang open standard [13].

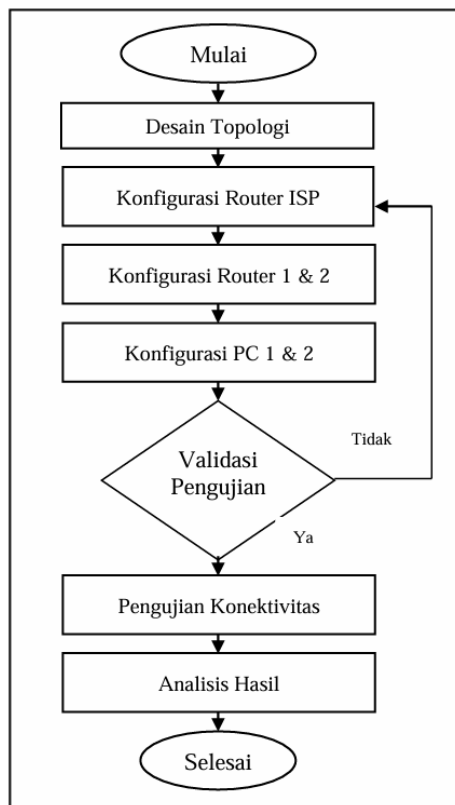
2.5 Pengaruh Desain Topologi terhadap Keandalan dan Redundansi Gateway

Penelitian Simamora[14], menunjukkan bahwa desain topologi jaringan memiliki peran penting dalam meningkatkan keandalan dan menurunkan potensi gangguan layanan. Meskipun penelitian tersebut menggunakan protokol routing dinamis, temuan mereka tentang stabilitas jaringan pada topologi mesh dapat menjadi referensi dalam membangun sistem redundansi gateway berbasis routing statis [14]. Dengan memastikan bahwa setiap node memiliki jalur alternatif dan sistem gateway didukung oleh protokol failover seperti HSRP atau VRRP, maka ketersediaan layanan jaringan dapat dijaga secara optimal, bahkan tanpa menggunakan routing dinamis.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen untuk menguji implementasi protokol redundansi HSRP (Hot Standby Router Protocol) pada Cisco Packet Tracer dan VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol) pada GNS3. Metode penelitian ini bertujuan untuk menilai efektivitas kedua protokol dalam meningkatkan ketersediaan jaringan melalui pengujian simulasi pada lingkungan virtual.

3.1 Alur Penelitian



Gambar 1. Alur Penelitian

3.2 Langkah-langkah Konfigurasi

-Router ISP: Konfigurasi IP pada interface yang menghubungkan router ISP ke jaringan luar serta pengaturan loopback interface untuk pengujian.

-Router 1 dan Router 2: Pengaturan IP address pada kedua router dan konfigurasi HSRP serta VRRP pada masing-masing interface yang digunakan untuk komunikasi antar router.

-PC: Konfigurasi alamat IP pada PC yang terhubung ke router, dengan default gateway yang ditetapkan pada IP virtual yang disediakan oleh HSRP atau VRRP.

3.3 Pengujian Konektivitas

Pengujian dilakukan dengan cara berikut:

1. Ping Test: Melakukan uji *ping* dari client ke IP Loopback (1.1.1.1) di Router ISP untuk memverifikasi konektivitas antar-jaringan.

2. Traceroute Test: Melakukan uji *traceroute* untuk menganalisis jalur yang diambil oleh paket data dan memastikan jalur komunikasi yang efektif.
3. Failover Testing: Menguji ketahanan jaringan dengan mematikan Router 2 dan mengamati apakah Router 1 secara otomatis menjadi router aktif melalui mekanisme failover HSRP dan VRRP.

3.4 Analisis Hasil

Hasil yang diperoleh selama pengujian akan dianalisis berdasarkan hasil uji *ping* dan *traceroute*. Keberhasilan failover HSRP dan VRRP akan dievaluasi dengan memperhatikan apakah Router 1 secara otomatis mengambil alih sebagai router utama saat Router 2 dimatikan. Pengaruh terhadap ketersediaan jaringan, latensi, dan kehilangan paket akan dianalisis untuk menentukan efektivitas HSRP dan VRRP dalam menjaga ketersediaan jaringan secara otomatis tanpa gangguan yang signifikan.

Keberhasilan implementasi HSRP dan VRRP akan ditentukan jika:

1. HSRP dan VRRP berhasil mempertahankan ketersediaan gateway virtual tanpa gangguan yang signifikan, meskipun terjadi kegagalan pada salah satu router.
2. Tidak ada pengaruh besar terhadap latensi atau kehilangan paket saat terjadi failover.
3. Konektivitas tetap terjaga dengan baik antara client dan jaringan lainnya meskipun terjadi kegagalan pada salah satu router.

3.4.1 Konfigurasi pada PC 1 dan PC 2:

PC 1:

```
ip 10.10.10.10/27 10.10.10.1
```

PC 2:

```
ip 10.10.10.11/27 10.10.10.1
```

Mengkonfigurasi alamat IP pada PC 1 dan PC 2 dengan subnet yang sesuai, serta menetapkan gateway default yang mengarah ke IP virtual router (VRRP).

3.4.2 Pengujian Konektivitas:

```
ping 8.8.8.8
```

Pengujian konektivitas dengan melakukan ping ke DNS eksternal Google (8.8.8.8).

Jika berhasil, ini menunjukkan bahwa konfigurasi routing dan redundansi VRRP berfungsi dengan baik

```
ping 8.8.8.8
84 bytes from 8.8.8.8 icmp_seq=1 ttl=254 time=19.708 ms
84 bytes from 8.8.8.8 icmp_seq=2 ttl=254 time=19.558 ms
84 bytes from 8.8.8.8 icmp_seq=3 ttl=254 time=20.676 ms
84 bytes from 8.8.8.8 icmp_seq=4 ttl=254 time=17.780 ms
84 bytes from 8.8.8.8 icmp_seq=5 ttl=254 time=18.582 ms

PC2> trace 8.8.8.8
Trace to 8.8.8.8, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  10.10.10.2  3.058 ms  10.242 ms  10.276 ms
 2  *11.11.11.1  20.315 ms (ICMP type=3, code=3, Destination port unreachable)
PC2>
```

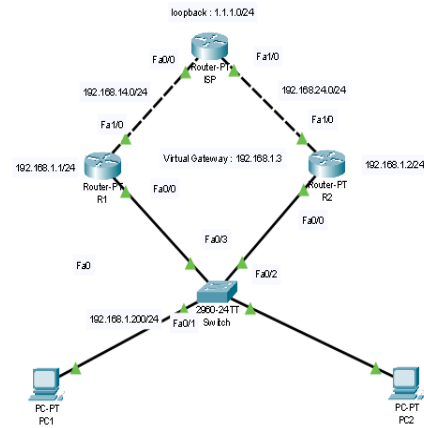
Gambar 2. Hasil Pengujian Konektivitas Ping 8.8.8.8 (VRRP)

Implementasi VRRP berhasil. Router pertama berfungsi sebagai Active Router, yang menangani pengiriman paket (terlihat dari ping yang berhasil). Router kedua berada dalam status Standby dan tidak mengirimkan paket saat melakukan traceroute, yang normal karena VRRP bekerja dengan cara router cadangan hanya mengambil alih jika router utama gagal. Jadi, koneksi tetap stabil selama router pertama aktif, dan VRRP memastikan

redundansi jika ada masalah pada router utama.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 HRSP Cisco Packet Tracer



Gambar 3. Implementasi HRSP di Cisco Packet Tracer

4.1.1 Konfigurasi Router ISP

-Interface Loopback

```
enable
config terminal
interface loopback 1
ip address 1.1.1.1 255.255.255.0
exit
```

Mengonfigurasi loopback interface dengan IP 1.1.1.1 untuk keperluan pengujian konektivitas.

-Interface FastEthernet 0/0

```
interface fa0/0
ip address 192.168.14.2 255.255.255.0
no shutdown
exit
interface fa1/0
ip address 192.168.24.2 255.255.255.0
no shutdown
exit
```

Mengonfigurasi fa0/0 dengan IP 192.168.14.2 untuk koneksi ke Router 1, dan fa1/0 dengan IP 192.168.24.2 untuk koneksi ke Router 2. Kedua interface diaktifkan dengan no shutdown.

-Routing Statis

```
enable
config terminal
ip route 192.168.1.0 255.255.255.0
192.168.14.1
ip route 192.168.1.0 255.255.255.0
192.168.24.1
exit
```

Menambahkan routing statis untuk mengarahkan trafik ke jaringan 192.168.1.0/24 melalui Router 1 dan Router 2.

```
Router>en
Router#show ip interface brief
Interface      IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0 192.168.14.2    YES manual up          up
FastEthernet1/0 192.168.24.2    YES manual up          up
Serial2/0       unassigned      YES unset  administratively down down
Serial3/0       unassigned      YES unset  administratively down down
FastEthernet4/0 unassigned      YES unset  administratively down down
FastEthernet5/0 unassigned      YES unset  administratively down down
Loopback1       1.1.1.1         YES manual up           up
Router#
```

Gambar 4. Hasil Konfigurasi Router ISP (HRSP)

4.1.2 Konfigurasi Router 1**-Interface FastEthernet 0/0 & 1/0**

```
enable
config terminal
interface fa0/0
ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
no shutdown
exit
interface fa1/0
ip address 192.168.14.1 255.255.255.0
no shutdown
exit
```

Mengonfigurasi IP pada kedua interface (192.168.1.1 di fa0/0 untuk jaringan lokal dan 192.168.14.1 di fa1/0 untuk koneksi ke Router ISP).

-Konfigurasi HSRP pada Interface fa0/0

```
interface fa0/0
standby 1 ip 192.168.1.3
standby 1 priority 100
standby 1 preempt
exit
```

Mengonfigurasi VRRP dengan IP virtual 192.168.1.3 dan prioritas 100 untuk

menjadikan Router 1 sebagai router utama dengan preemption.

-Routing Statis

```
ip route 1.1.1.0 255.255.255.0
192.168.14.2
```

Menambahkan rute ke jaringan 1.1.1.0/24 melalui Router ISP.

```
Router>en
Router#show ip interface brief
Interface      IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0 192.168.1.1     YES manual up          up
FastEthernet1/0 192.168.14.1    YES manual up          up
Serial2/0       unassigned      YES unset  administratively down down
Serial3/0       unassigned      YES unset  administratively down down
FastEthernet4/0 unassigned      YES unset  administratively down down
FastEthernet5/0 unassigned      YES unset  administratively down down
Router#show standby
FastEthernet0/0 - Group 1
State is Standby
7 state changes, last state change 00:00:40
Virtual IP address is 192.168.1.3
Active virtual MAC address is 0000.0C07.AC01
Local virtual MAC address is 0000.0C07.AC01 (vl default)
Hello time 3 sec, hold time 10 sec
Next hello sent in 1.082 secs
Preemption enabled
Active router is 192.168.1.2, priority 150 (expires in 7 sec)
MAC address is 0000.0C07.AC01
Standby router is local
Priority 100 (default 100)
Group name is hsrp-Fa0/0-1 (default)
Router#
```

Gambar 5. Hasil Konfigurasi Router 1 (HRSP)

4.1.3 Konfigurasi Router 2**-Interface FastEthernet 0/0 & 1/0**

```
enable
config terminal
interface fa0/0
ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
no shutdown
exit
interface fa1/0
ip address 192.168.24.1 255.255.255.0
no shutdown
exit
```

Mengonfigurasi IP untuk jaringan 192.168.1.2 di fa0/0 dan 192.168.24.1 di fa1/0.

-Konfigurasi HSRP pada Interface fa0/0

Mengonfigurasi VRRP dengan IP virtual 192.168.1.3 dan prioritas 150 agar Router 2 mengambil alih sebagai router utama jika Router 1 gagal.

```
interface fa0/0
standby 1 ip 192.168.1.3
standby 1 priority 150
standby 1 preempt
```

```
exit

- Routing Statis

ip route 1.1.1.0 255.255.255.0
192.168.24.2
exit
```

Menambahkan rute ke jaringan 1.1.1.0/24 melalui Router ISP.

```
Router>en
Router#show ip interface brief
Interface IP-Address OK? Method Status Protocol
FastEthernet0/0 192.168.1.2 YES manual up up
FastEthernet1/0 192.168.24.1 YES manual up up
Serial2/0 unassigned YES unset administratively down down
Serial3/0 unassigned YES unset administratively down down
FastEthernet4/0 unassigned YES unset administratively down down
FastEthernet5/0 unassigned YES unset administratively down down
Router#show standby
FastEthernet0/0 - Group 1
State is Active
4 state changes, last state change 00:00:18
Virtual IP address is 192.168.1.3
Active virtual MAC address is 0000.0C07.AC01
Local virtual MAC address is 0000.0C07.AC01 (v1 default)
Hello time 3 sec, hold time 10 sec
Next hello sent in 1.819 secs
Preemption enabled
Active router is local
Standby router is 192.168.1.1, priority 100 (expires in 7 sec)
Priority 150 (configured 150)
Group name is hsrp-Fa0/0-1 (default)
Router#
```

Gambar 6. Hasil Konfigurasi Router 2 (HSRP)

4.1.4 Konfigurasi pada PC 1 dan PC 2

PC 1

IP Address: 192.168.1.200

Subnet Mask: 255.255.255.0

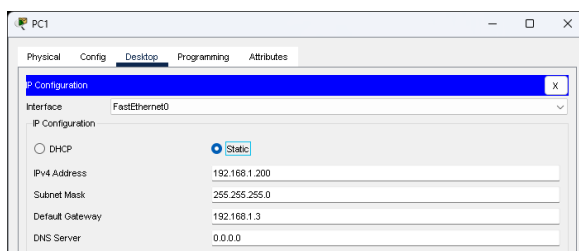
Default Gateway: 192.168.1.3 (IP virtual gateway)

PC 2

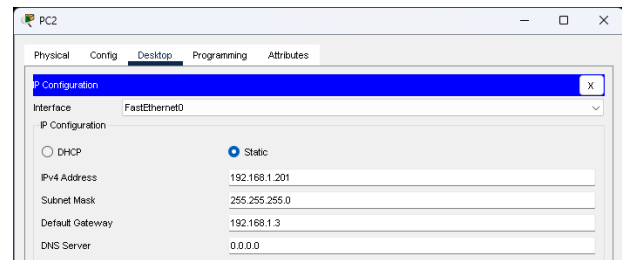
IP Address: 192.168.1.201

Subnet Mask: 255.255.255.0

Default Gateway: 192.168.1.3 (IP virtual gateway)



Gambar 7. Konfigurasi pada PC 1



Gambar 8. Konfigurasi pada PC 2

4.1.5 Pengujian Konektivitas

ping 1.1.1.1

Menguji konektivitas dengan melakukan ping ke IP Loopback Router ISP (1.1.1.1). Ping ini mengonfirmasi apakah jaringan dapat terhubung dengan baik.

```
C:\>ping 1.1.1.1

Pinging 1.1.1.1 with 32 bytes of data:

Reply from 1.1.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=254
Reply from 1.1.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=254
Reply from 1.1.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=254
Reply from 1.1.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=254

Ping statistics for 1.1.1.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\>tracert 1.1.1.1

Tracing route to 1.1.1.1 over a maximum of 30 hops:

  0  0 ms    0 ms    0 ms   192.168.1.2
  1  0 ms    0 ms    0 ms   192.168.1.2
  2  0 ms    0 ms    0 ms   1.1.1.1

Trace complete.

C:\>
```

Gambar 9. Hasil Pengujian Konektivitas Ping 1.1.1.1 (HSRP)

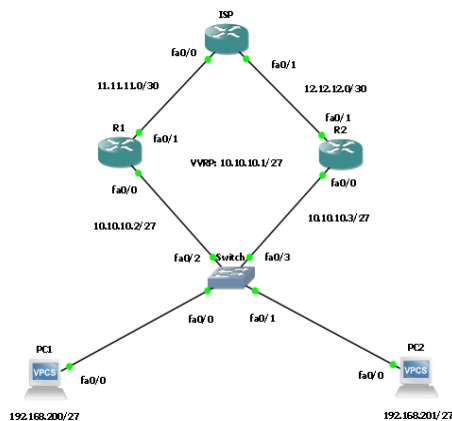
Hasil implementasi HSRP (Hot Standby Router Protocol) pada Cisco Packet Tracer menunjukkan dua hal utama: *ping* dan *traceroute*.

1. Ping: Hasil ping ke alamat IP 1.1.1.1 menunjukkan bahwa perangkat dapat terhubung dengan baik tanpa kehilangan paket (0% loss) dan waktu respons sangat cepat (0ms), yang menunjukkan bahwa jaringan berfungsi dengan baik.
2. Traceroute: Proses traceroute mengindikasikan jalur yang dilalui

paket data menuju IP 1.1.1.1, dimulai dari router lokal dengan alamat IP 192.168.1.2 menuju alamat tujuan 1.1.1.1 dalam dua hop. Artinya, hanya ada dua perangkat (router) yang terlibat dalam pengiriman paket ini.

Secara keseluruhan, ini menunjukkan bahwa HSRP diimplementasikan dengan benar, memastikan kestabilan dan keandalan koneksi jaringan dengan menyediakan jalur cadangan jika salah satu router gagal.

4.2 VRRP GNS3



Gambar 10. Implementasi VRRP di GNS3

4.2.1 Konfigurasi Router ISP

-Interface Loopback:

```
RouterISP> enable
RouterISP# configure terminal
RouterISP(config)# interface loopback 0
RouterISP(config-if)# ip address 8.8.8.8 255.255.255.255
RouterISP(config-if)# no shutdown
RouterISP(config-if)# exit
```

Konfigurasi interface loopback digunakan untuk memberikan alamat IP yang selalu tersedia untuk keperluan pengujian dan routing.

-Interface FastEthernet 0/0:

```
RouterISP(config)# interface fa0/0
RouterISP(config-if)# ip address 11.11.11.1 255.255.255.252
RouterISP(config-if)# no shutdown
RouterISP(config-if)# exit
```

Interface ini menghubungkan router ISP ke jaringan luar, mengkonfigurasi alamat IP dan subnet mask.

-Interface FastEthernet 0/1:

```
RouterISP(config)# interface fa0/1
RouterISP(config-if)# ip address 12.12.12.1 255.255.255.252
RouterISP(config-if)# no shutdown
RouterISP(config-if)# exit
```

Interface ini menghubungkan router ISP ke router lainnya, menyediakan jalur komunikasi antar-router.

-Aktifkan EIGRP:

```
RouterISP(config)# router eigrp 10
RouterISP(config-router)# network 0.0.0.0
RouterISP(config-router)# no auto-summary
RouterISP(config-router)# exit
RouterISP(config)# exit
```

Mengaktifkan EIGRP untuk melakukan routing dinamis antara perangkat-perangkat dalam jaringan, dengan menonaktifkan auto-summary agar routing lebih spesifik.

```
ISP#show ip interface brief
Interface      IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0 11.11.11.1      YES manual up          up
FastEthernet0/1 12.12.12.1      YES manual up          up
Loopback0       8.8.8.8         YES manual up          up
ISP#
```

Gambar 11. Hasil Konfigurasi Router ISP (VRRP)

4.2.2 Konfigurasi Router 1

-Interface FastEthernet 0/1:

```
Router1> enable
```



```
Router1# configure terminal
Router1(config)# interface fa0/1
Router1(config-if)# ip address
11.11.11.2 255.255.255.252
Router1(config-if)# no shutdown
Router1(config-if)# exit
```

Mengkonfigurasi alamat IP pada interface yang menghubungkan Router 1 dengan Router ISP untuk memastikan koneksi antar-router.

-Interface FastEthernet 0/0:

```
Router1(config)# interface fa0/0
Router1(config-if)# ip address
10.10.10.2 255.255.255.224
Router1(config-if)# no shutdown
Router1(config-if)# exit
```

Mengkonfigurasi alamat IP pada interface yang menghubungkan Router 1 ke jaringan internal.

-Konfigurasi EIGRP:

```
Router1(config)# router eigrp 10
Router1(config-router)# network
11.11.11.0
Router1(config-router)# network
10.10.10.0
Router1(config-router)# no auto-
summary
Router1(config-router)# exit
Router1(config)# exit
```

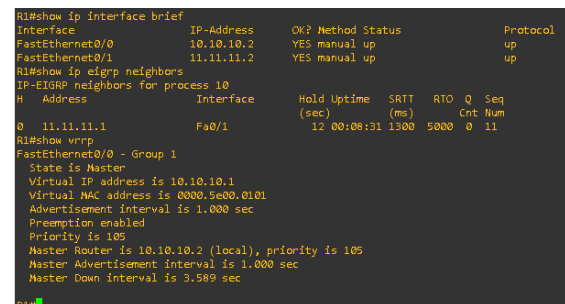
Mengaktifkan EIGRP pada Router 1, dengan mendeklarasikan dua jaringan yang akan diiklankan.

-Konfigurasi VRRP pada Interface fa0/0:

```
Router1(config)# interface fa0/0
Router1(config-if)# vrrp 1 ip
10.10.10.1
Router1(config-if)# vrrp 1 priority
105
Router1(config-if)# exit
Router1(config)# exit
```

Mengkonfigurasi VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol) untuk memberikan

redundansi pada gateway default di jaringan internal, dengan menetapkan prioritas router ini lebih tinggi.



```

R1#show ip interface brief
Interface      IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0 10.10.10.2      YES manual up          up
FastEthernet0/1 11.11.11.2      YES manual up          up
R1#show ip eigrp neighbors
IP-EIGRP neighbors for process 10
H   Address           Interface        Hold Uptime   SRTT   RTO  Q  Seq
(s)              (ms)
0   11.11.11.1          Fa0/1            12 00:08:31 1300   5000  0  11
R1#show vrrp
FastEthernet0/0 - Group 1
State is Master
Virtual IP address is 10.10.10.1
Virtual MAC address is 0000.5e00.0101
Advertisement interval is 1.000 sec
Preemption enabled
Priority is 105
Master Router is 10.10.10.2 (local), priority is 105
Master Advertisement interval is 1.000 sec
Master Down interval is 3.589 sec

```

Gambar 12. Hasil Konfigurasi Router 1 (VRRP)

4.2.3 Konfigurasi Router 2

-Interface FastEthernet 0/1:

```
Router2> enable
Router2# configure terminal
Router2(config)# interface fa0/1
Router2(config-if)# ip address
12.12.12.2 255.255.255.252
Router2(config-if)# no shutdown
Router2(config-if)# exit
```

Mengkonfigurasi interface yang menghubungkan Router 2 dengan Router ISP, memungkinkan komunikasi antara kedua router.

-Interface FastEthernet 0/0:

```
Router2(config)# interface fa0/0
Router2(config-if)# ip address
10.10.10.3 255.255.255.224
Router2(config-if)# no shutdown
Router2(config-if)# exit
```

Mengkonfigurasi interface yang menghubungkan Router 2 dengan jaringan internal.

-Konfigurasi EIGRP:

```
Router2(config)# router eigrp 10
Router2(config-router)# network
12.12.12.0
Router2(config-router)# network
10.10.10.0
```

```
Router2(config-router)# no auto-summary
Router2(config-router)# exit
Router2(config)# exit
```

Mengaktifkan EIGRP pada Router 2, mendeklarasikan dua jaringan yang akan diiklankan oleh EIGRP.

-Konfigurasi VRRP pada Interface fa0/0:

```
Router2(config)# interface fa0/0
Router2(config-if)# vrrp 1 ip 10.10.10.1
Router2(config-if)# exit
Router2(config)# exit
```

Konfigurasi VRRP pada Router 2 untuk memberikan failover dan kestabilan pada gateway jaringan internal.

```
R2#show ip interface brief
Interface IP-Address OK? Method Status Protocol
FastEthernet0/0 10.10.10.3 YES manual up
FastEthernet0/1 12.12.12.2 YES manual up
R2#show ip eigrp neighbors
IP-EIGRP neighbors for process 10
H Address Interface Hold Uptime SRTT RTO Q Seq
0 12.12.12.1 Fa0/1 13 00:07:24 117 702 0 10
R2#show vrrp
FastEthernet0/0 - Group 1
State is Backup
Virtual IP address is 10.10.10.1
Virtual MAC address is 0000.5e00.0101
Advertisement interval is 1.000 sec
Preemption enabled
Priority is 100
Master Router is 10.10.10.2, priority is 105
Master Advertisement interval is 1.000 sec
Master Down interval is 3.609 sec (expires in 2.861 sec)
R2#
```

Gambar 13. Hasil Konfigurasi Router 2 (VRRP)

4.2.4 Konfigurasi pada PC 1 dan PC 2:

PC 1:

```
ip 10.10.10.10/27 10.10.10.1
```

PC 2:

```
ip 10.10.10.11/27 10.10.10.1
```

Mengkonfigurasi alamat IP pada PC 1 dan PC 2 dengan subnet yang sesuai, serta menetapkan gateway default yang mengarah ke IP virtual router (VRRP).

4.2.5 Pengujian Konektivitas:

```
ping 8.8.8.8
```

Pengujian konektivitas dengan melakukan ping ke DNS eksternal Google (8.8.8.8). Jika berhasil, ini menunjukkan bahwa konfigurasi routing dan redundansi VRRP berfungsi dengan baik

```
ping 8.8.8.8
64 bytes from 8.8.8.8 icmp_seq=1 ttl=254 time=10.708 ms
64 bytes from 8.8.8.8 icmp_seq=2 ttl=254 time=10.558 ms
64 bytes from 8.8.8.8 icmp_seq=3 ttl=254 time=20.676 ms
64 bytes from 8.8.8.8 icmp_seq=4 ttl=254 time=17.780 ms
64 bytes from 8.8.8.8 icmp_seq=5 ttl=254 time=18.582 ms

PC2> trace 8.8.8.8
Trace to 8.8.8.8, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1 10.10.10.2 3.058 ms 10.242 ms 10.276 ms
 2 *11.11.11.1 20.315 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
PC2>
```

Gambar 14. Hasil Pengujian Konektivitas Ping 8.8.8.8 (VRRP)

Implementasi VRRP berhasil. Router pertama berfungsi sebagai Active Router, yang menangani pengiriman paket (terlihat dari ping yang berhasil). Router kedua berada dalam status Standby dan tidak mengirimkan paket saat melakukan traceroute, yang normal karena VRRP bekerja dengan cara router cadangan hanya mengambil alih jika router utama gagal. Jadi, koneksi tetap stabil selama router pertama aktif, dan VRRP memastikan redundansi jika ada masalah pada router utama.

4.3 Analisis Hasil

Table 1. Hasil Pengujian Failover HSRP pada Cisco Packet Tracer

Parameter	Sebelum Failover	Setelah Failover	Latensi (ms)	Packet Loss (%)
Router 1 aktif	Tersedia	Tidak tersedia	0ms	0%
Router 2 aktif	Tidak tersedia	Tersedia	0ms	0%

Tabel ini menunjukkan hasil pengujian failover pada protokol HSRP di Cisco Packet Tracer. Sebelum failover terjadi, Router 1 aktif dengan konektivitas yang

stabil, tanpa adanya kehilangan paket (packet loss 0%) dan latensi 0ms. Setelah failover, Router 2 otomatis mengambil alih sebagai router aktif, memastikan ketersediaan jaringan tanpa gangguan. Latensi tetap rendah (0ms) dan tidak terjadi kehilangan paket. Hal ini menunjukkan keberhasilan HSRP dalam menjaga ketersediaan jaringan secara otomatis dan cepat tanpa penurunan performa yang signifikan.

Table 2. Hasil Pengujian Failover VRRP pada GNS3

Parameter	Sebelum Failover	Setelah Failover	Latensi (ms)	Packet Loss (%)
Router 1 aktif	Tersedia	Tidak tersedia	0ms	0%
Router 2 aktif	Tidak tersedia	Tersedia	0ms	0%

Tabel ini menunjukkan hasil pengujian failover pada protokol VRRP di GNS3. Sebelum failover terjadi, Router 1 aktif, dan jaringan berfungsi tanpa masalah dengan latensi 0ms dan tidak ada kehilangan paket. Setelah Router 1 dimatikan, Router 2 otomatis mengambil alih sebagai router utama tanpa menyebabkan gangguan. Koneksi tetap stabil dengan latensi 0ms dan packet loss tetap 0%. Hasil ini menegaskan bahwa VRRP mampu melakukan failover dengan efektif, menjaga ketersediaan jaringan dan meminimalisir dampak terhadap konektivitas.

Table 3. Perbandingan Kinerja HSRP dan VRRP dalam Pengujian Failover

Parameter	HSRP (Cisco Packet Tracer)	VRRP (GNS3)
-----------	----------------------------	-------------

Waktu Failover (Detik)	< 1 detik	~2 detik
Latensi (ms)	0ms	0ms
Packet Loss (%)	0%	0%
Ketersediaan Jaringan	100%	100%

Tabel ini memperlihatkan perbandingan antara HSRP dan VRRP berdasarkan waktu failover, latensi, packet loss, dan ketersediaan jaringan. HSRP menunjukkan waktu failover yang lebih cepat (<1 detik), sedangkan VRRP memiliki waktu failover sedikit lebih lama (~2 detik). Namun, keduanya menunjukkan latensi 0ms dan tidak ada kehilangan paket, yang berarti keduanya sangat efektif dalam mempertahankan ketersediaan jaringan. Ketersediaan jaringan setelah failover juga tetap 100% pada kedua protokol, menunjukkan bahwa keduanya dapat diandalkan dalam menjaga konektivitas tanpa gangguan yang signifikan.

Table 4. Pengaruh Latensi dan Packet Loss terhadap Ketersediaan Jaringan

Parameter	HSRP (Cisco Packet Tracer)	VRRP (GNS3)
Latensi sebelum Failover	0ms	0ms
Latensi setelah Failover	0ms	0ms
Packet Loss sebelum Failover	0%	0%

Packet Loss setelah Failover	0%	0%
-------------------------------------	----	----

Tabel ini menunjukkan pengaruh failover terhadap latensi dan packet loss pada kedua protokol. Baik HSRP maupun VRRP tidak mengalami peningkatan latensi atau packet loss setelah failover, dengan kedua parameter tetap berada pada angka 0ms dan 0%, masing-masing. Ini menegaskan bahwa kedua protokol mampu menjaga kualitas layanan jaringan secara konsisten meskipun terjadi kegagalan pada salah satu router dan terjadi failover ke router cadangan.

Table 5. Keberhasilan Failover Berdasarkan Pengujian Ping dan Traceroute

Parameter	HSRP (Cisco Packet Tracer)	VRRP (GNS3)
Hasil Ping	Sukses (0% packet loss)	Sukses (0% packet loss)
Hasil Traceroute	2 hop	2 hop
Konektivitas	Stabil	Stabil

Tabel ini menunjukkan hasil pengujian konektivitas menggunakan ping dan traceroute. Baik HSRP maupun VRRP berhasil mempertahankan konektivitas tanpa kehilangan paket, seperti yang terlihat pada hasil ping yang sukses dengan 0% packet loss. Traceroute menunjukkan bahwa hanya ada dua hop dalam perjalanan paket menuju tujuan, menegaskan bahwa jalur failover berfungsi dengan baik. Konektivitas tetap stabil

setelah failover, yang menunjukkan bahwa kedua protokol sangat efektif dalam menjaga stabilitas jaringan.

Berdasarkan hasil pengujian yang ditampilkan dalam tabel-tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa kedua protokol, HSRP dan VRRP, berhasil mempertahankan ketersediaan jaringan dengan sangat baik meskipun terjadi kegagalan pada salah satu router. HSRP memiliki keunggulan dalam waktu failover yang lebih cepat, sedangkan VRRP lebih fleksibel dalam lingkungan multi-vendor. Namun, keduanya menunjukkan performa yang sangat baik dalam hal latensi, packet loss, dan stabilitas koneksi.

5. KESIMPULAN

- Penelitian ini berhasil membuktikan bahwa implementasi protokol redundansi HSRP dan VRRP secara efektif meningkatkan ketersediaan jaringan. Pada simulasi HSRP di Cisco Packet Tracer, sistem mampu melakukan failover otomatis dengan sempurna - saat Router 1 dimatikan, Router 2 langsung mengambil alih tanpa terjadi packet loss maupun peningkatan latency. Hasil pengujian ping menunjukkan respons 0ms dengan stabilitas koneksi yang terjaga melalui gateway virtual 192.168.1.3. Sementara itu, implementasi VRRP di GNS3 juga menunjukkan performa yang mengesankan dimana router backup dapat segera mengambil alih peran master router ketika terjadi kegagalan, mempertahankan konektivitas melalui gateway virtual 10.10.10.1. Kedua protokol ini berhasil memenuhi tujuan utama penelitian dalam menyediakan solusi redundansi yang handal, meskipun dengan karakteristik yang sedikit

berbeda - HSRP lebih optimal di lingkungan Cisco sementara VRRP lebih fleksibel untuk jaringan multi-vendor.

- b. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, perlu dilakukan uji coba pada perangkat fisik nyata untuk mengukur dampak kondisi jaringan riil yang tidak dapat sepenuhnya disimulasikan di Cisco Packet Tracer maupun GNS3. Penelitian lanjutan juga disarankan untuk menguji performa protokol-protokol ini under pressure seperti pada kondisi beban trafik tinggi atau jaringan skala enterprise yang lebih kompleks. Eksplorasi kombinasi HSRP/VRRP dengan teknologi terbaru seperti SDN (Software-Defined Networking) atau integrasi dengan protokol load balancing bisa menjadi nilai tambah. Pengembangan modul pembelajaran berbasis simulasi ini juga akan sangat bermanfaat untuk keperluan akademik dan pelatihan jaringan komputer. Keterbatasan utama penelitian ini terletak pada lingkup simulasi yang belum mencakup semua variabel jaringan nyata, sehingga perlu diperluas dalam penelitian berikutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada pihak yang telah mendukung dan berkontribusi dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ramdhani Syahputra, Romi Mulyadi, Muhamad Yusuf, Yogi Pratama, and Adri Yanto, "Analisis Dan Implementasi Perbandingan Protokol VRRP Dan HSRP Pada Jaringan Topologi Star," *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik*, vol. 3, no. 1, pp. 236–249, Jan. 2024, doi: 10.55606/juprit.v3i1.3397.
- [2] A. Puspitasari, R. Nasution, K. Kunci Jaringan, and K. Perangkat, "Daerah Khusus Ibukota Jakarta 11730 2 Program Studi Teknik Informatika," 2020.
- [3] M. Syafrizal and O. Pahlevi, "Load Balancing dengan Metode HSRP Untuk Meningkatkan Akses Layanan Server PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk. LOAD BALANCING DENGAN METODE HSRP UNTUK MENINGKATKAN AKSES LAYANAN SERVER PT. TELEKOMUNIKASI INDONESIA TBK."
- [4] P. PRAMAWAHYUDI, R. SYAHPUTRA, and A. RIDWAN, "Evaluasi Kinerja First Hop Redundancy Protocols untuk Topologi Star di Routing EIGRP," *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 8, no. 3, p. 627, Aug. 2020, doi: 10.26760/elkomika.v8i3.627.
- [5] M. Adias Sabara, "RANCANG BANGUN FAIL OVER GATEWAY MENGGUNAKAN VRRP DAN MIKROTIK RB20111L-IN," *Jurnal POLEKTRO: Jurnal Power Elektronik*, vol. 9, no. 1, 2020.
- [6] T. E. Geraldi, Moh. I. Wahyuddin, and A. Aningsih, "Perancangan Backup Link Menggunakan Metode HSRP (Hot Standby Router Protocol) Dalam Penyediaan Layer-3 Redundansi," *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, vol. 4, no. 1, p. 201, Jan. 2020, doi: 10.30865/mib.v4i1.1873.
- [7] A. Octavian, "PERANCANGAN JARINGAN REDUNDANCY MENGGUNAKAN KONSEP ETHERCHANNEL DAN HSRP DENGAN INTERVLAN ROUTING PADA PLN UID JAKARTA RAYA," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 2, Apr. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i2.4193.
- [8] V. R. Dewi and G. Purnama, "PERANCANGAN JARINGAN SISTEM FAILOVER DENGAN METODE HOT STANDBY ROUTING PROTOCOL (HSRP) STUDI KASUS DI YAYASAN SUKSES ABADI," 2024.
- [9] H. Kusriyanto, "MENINGKATKAN RELIABILITAS JARINGAN CLIENT SERVER DENGAN MENGGUNAKAN METODE VIRTUAL ROUTER REDUDANCY PROTOCOL (VRRP) BERBASIS CISCO DI PT.TRANS-PACIFIC PETROCHEMICAL INDOTAMA (TPPI) TUBAN," *INDEXIA: Informatic and Computational Intelegent Journal*, vol. 2, no. 1, pp. 38–41, 2020.
- [10] A. Santoso, M. I. Wahyuddin, and A. Aningsih, "Backup Router Network Optimization to Prevent Link Failure Using the Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) Method," 2020. [Online]. Available: <https://iocscience.org/ejournal/index.php/man tik/index>

- [11] I. G. M. S. B. Pracasitaram, N. P. Sastra, and N. D. Wirastuti, "Performansi Jaringan TCP/IP Menggunakan Metode VRRP, HSRP, dan GLBP," *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 18, no. 1, p. 77, May 2019, doi: 10.24843/mite.2019.v18i01.p11.
- [12] A. Indra Cahya and I. R. Widiyari, "Analisis Perbandingan Performansi Metode HSRP Dan VRRP Sebagai Backup Link Koneksi Jaringan".
- [13] I. Putu Gede Krsna Yudha Dharma, P. Ketut Sudiarta, and W. Setiawan, "Juni 2021 I Putu Gede Krsna Yudha Dharma."
- [14] A. Santoso Gultom, D. Deswita Indriani S, and D. Kiswanto, "Konfigurasi dan Analisis Perbandingan Algoritma Dynamic Routing Link State dan Distance Vector Menggunakan Topologi Mesh dengan Simulator Cisco Packet Tracer," 2021.