

ANALISIS PERBANDINGAN TOLERANSI KESALAHAN (*FAULT TOLERANCE*) ROUTING STATIC DAN OSPF PADA JARINGAN *HYBRID* UNUD

Putri Anugrah Br. Ginting¹, G A K Diafari², Ngurah Indra ER³, Dewa Made Wiharta⁴

¹Mahasiswi Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

²Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana,
Jl. Raya Kampus Unud, Jimbaran, Kec. Kuta Sel., Kabupaten Badung, Bali

Putriginting35@gmail.com, igakdiafari@gmail.com, indra@unud.ac.id, wiharta@unud.ac.id

ABSTRAK

Jaringan komputer yang andal dan tahan terhadap kegagalan adalah prasyarat penting dalam lingkungan *modern* yang saling terhubung. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan membandingkan efektivitas toleransi kesalahan (*fault tolerance*) antara dua protokol *routing* yang umum digunakan, yaitu *routing static* dan OSPF (*Open Shortest Path First*), dalam konteks jaringan *hybrid* di lingkungan Universitas Udayana (UNUD). Penelitian ini menggunakan GNS3 untuk mensimulasikan lingkungan jaringan UNUD. Metode penelitian dilakukan dengan mengimplementasikan *routing static* dan OSPF secara terpisah dalam simulasi GNS3. Setelah implementasi *routing* dilakukan, jaringan diuji terhadap berbagai *scenario* kesalahan untuk mengamati bagaimana masing-masing metode *routing* menangani situasi tersebut.

Pada penelitian ini hasil analisis memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang kelebihan dan kekurangan masing-masing metode *routing*. Temuan ini menggambarkan bahwa OSPF secara signifikan meningkatkan toleransi kesalahan dan ketersediaan jaringan dibandingkan dengan *routing static* dalam lingkungan jaringan *hybrid* yang kompleks.

Kata kunci: Toleransi Kesalahan, Fault Tolerance, Routing Static, OSPF, Jaringan *Hybrid*, Universitas Udayana

ABSTRACT

A reliable and failure-resistant computer network is an important prerequisite in the modern interconnected environment. This research aims to examine and compare the effectiveness of fault tolerance between two commonly used routing protocols, namely static routing and OSPF (Open Shortest Path First), in the context of hybrid networks at Udayana University (UNUD). This research uses GNS3 to simulate the UNUD network environment. The research method is carried out by implementing static and OSPF routing separately in the GNS3 simulation. After the routing implementation is carried out, the network is tested against various error scenarios to observe how each routing method handles the situation.

In this research, the analysis results provide a deeper understanding of the advantages and disadvantages of each routing method. Our findings illustrate that OSPF significantly improves fault tolerance and network availability compared to static routing in complex hybrid network environments.

Keywords: Fault Tolerance, Fault Tolerance, Static Routing, OSPF, Hybrid Network, Udayana University.

1. PENDAHULUAN

Dalam era konektivitas yang semakin meluas, jaringan komputer yang andal dan tahan terhadap kegagalan adalah kunci dalam memastikan ketersediaan layanan

yang optimal. Ketergantungan pada jaringan modern yang telah mendorong perlunya penelitian yang cermat untuk memahami dan meningkatkan toleransi kesalahan dalam jaringan. Penelitian ini mengambil

langkah tersebut dengan menganalisa dan membandingkan efektivitas toleransi kesalahan (*fault tolerance*) antara dua protokol routing yang umum digunakan yaitu routing statis dan OSPF (*Open Shortest Path First*) dalam lingkungan jaringan *hybrid* yang kompleks di Universitas Udayana.

Pada sebuah lingkungan yang memerlukan ketersediaan layanan tinggi dan ketahanan terhadap kegagalan, pemilihan protokol routing yang tepat dapat menjadi *factor* penentu. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki relevansi yang signifikan dalam konteks perancangan dan manajemen jaringan di institusi pendidikan. Hasil analisis yang dijelaskan dalam penelitian ini memiliki potensi untuk membentuk landasan yang kuat untuk perbaikan dan pengembangan infrastruktur jaringan di Universitas Udayana dan institusi serupa, serta dapat memberikan wawasan dalam pemilihan protokol routing yang sesuai.

Dalam hal merancang sebuah jaringan dibutuhkan sebuah aplikasi/*software* pendukung yang digunakan untuk mendesain sebuah jaringan [1]. *Software* yang digunakan ialah GNS3 (*Graphical Network Simulator-3*). GNS3 adalah sebuah platform simulasi jaringan yang memungkinkan untuk memodelkan dan menguji konfigurasi jaringan yang kompleks sebelum diimplementasikan secara fisik [7].

Penelitian ini menggunakan IPV4 untuk setiap topologi antara routing OSPF dan static [3]. Fokus pada penelitian ini ialah melihat hasil perbandingan toleransi kesalahan yang terjadi pada routing OSPF dan static dengan desain topologi *Hybrid* yaitu kombinasi 2 topologi dalam jaringan yang berbeda yaitu *ring* dan *star*. Topologi yang dibuat pada simulasi juga sesuai seperti yang terjadi dilapangan yaitu di Universitas Udayana.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jaringan Komputer

Jaringan komputer ialah sekumpulan berbagai perangkat keras dan juga perangkat lunak yang dapat saling terhubung dan melakukan pentramisian antar perangkat [5].

2.2 Routing Statis

Routing Static yakni suatu jenis routing dimana metode pengkonfigurasi table routingnya dilakukan secara manual oleh seorang administrator jaringan [6]. Pengkonfigurasi secara manual ialah rute-rute yang ditentukan tidak berubah secara dinamis tetapi *static* dikarenakan seorang administrator jaringan yang bertugas untuk mengatur rute tersebut. Pada umumnya beberapa kelemahan dari *routing static* antara lain yaitu:

1. Kesulitan dalam Manajemen: Hal ini disebabkan karena konfigurasi dilakukan secara manual. Perubahan internet protocol (IP), mengubah rute ataupun topologi akan menjadi pekerjaan yang cukup memerlukan banyak waktu.
2. Tidak Adaptif: Routing ini tidak mampu beradaptasi jika dilakukan perubahan jaringan[9].
3. Human Error: Routing ini sangat rentan dengan human error/kesalahan manusia, hal ini bisa saja terjadi jika seorang administrator jaringan melakukan kelalaian seperti: salah memasukkan internet protocol (IP) dan lain sebagainya.
4. Kinerja kurang optimal: Jika dibandingkan dengan jenis routing lainnya, *routing static* tidak selalu memilih rute terbaik untuk mengirim package. Ini akan menyebabkan lalu lintas pada routing ini mempunyai QoS yang tidak seoptimal routing dinamis [10].

2.3 Routing OSPF (*Open Shortest Path First*)

Routing OSPF yakni jenis protokol routing yang digunakan dalam skala jaringan besar untuk mengatur serta mengelola proses pengiriman data antar router [8]. Protokol ini menggunakan algoritma djikstra sehingga mampu menentukan jalur terpendek atau terbaik yang harus diambil pada saat proses pengiriman paket data dalam suatu jaringan [4]. Berikut beberapa keunggulan OSPF dibandingkan *static* antara lain yaitu:

1. Adaptasi terhadap perubahan jaringan: OSPF mampu melakukan penyesuaian terhadap sebuah

perubahan topologi jaringan.[12]

2. *Load balancing* dan redundansi: Pada OSPF trafik dapat didistribusikan di antara beberapa jalur terbaik secara seimbang. Hal ini berguna untuk memaksimalkan penggunaan kapasitas jaringan dan juga OSPF mendukung redundansi, memungkinkan rute alternatif untuk digunakan jika jalur utama terganggu.
3. Pembagian area: Dalam OSPF menggunakan metode pembagian area, sehingga memungkinkan terjadinya skalabilitas yang lebih baik. Pembagian area dapat mengurangi jumlah informasi yang harus dihitung oleh setiap router, sehingga mengurangi beban dan kompleksitas perhitungan routing [11].

2.4 Topologi Hybrid

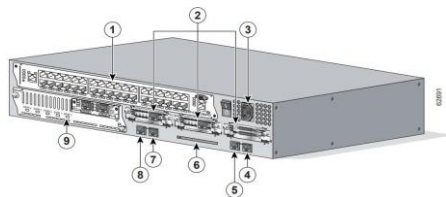
Menggabungkan dua atau lebih topologi jaringan yang berbeda ke dalam satu sistem dikenal sebagai topologi hybrid. Topologi ring dan star merupakan topologi hybrid yang digunakan dalam penelitian ini [3].

3. METODOLOGI PENELITIAN

Sebelum melaksanakan penelitian langkah pertama ialah membangun konsep jaringan secara logika. Untuk membangun jaringan infrastruktur dengan routing statis dan OSPF, maka diperlukan peralatan sebagai berikut:

1. Router

Router Cisco 3725 merupakan salah satu model router dari serangkaian produk cisco ((Density and Module, 2002). Gambar 4. merupakan tampilan dari router c-3725 yang digunakan pada jaringan yang dibangun (simulasi GNS3).



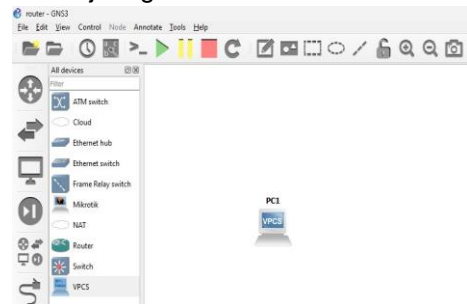
Gambar 1. Router c3725 pada GNS3

Tabel 1. Bagian-bagian di Router c-3725

1	Double-wide network module slot	6	Compact Flash memory card slot
2	Interface card slots	7	Fast ethernet 0/0 port
3	Power supply	8	Fast ethernet 0/1 port
4	auxiliary port	9	Single-wide network module slot
5	Console port		

2. Personal Computer (PC)

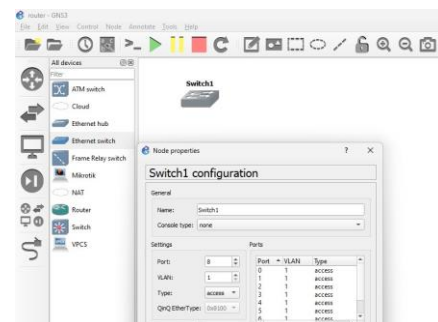
VPCS (Virtual PC Simulator) adalah program simulasi virtualisasi yang digunakan GNS3 (Graphical Network Simulator 3) untuk mensimulasikan system operasi PC di dalam jaringan virtual.



Gambar 2. VPCS pada GNS3

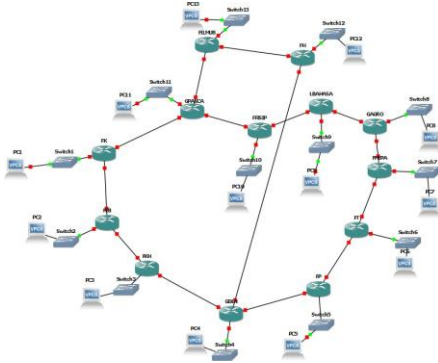
3. Switch

Ethernet switch GNS3 adalah modul yang digunakan untuk mensimulasikan switch ethernet dalam lingkungan simulasi jaringan GNS3. Ethernet switch ini, berfungsi untuk menggabungkan komponen switch layer 2 ke dalam topologi jaringan virtual dan menguji berbagai konfigurasi switch layer 2 ke dalam topologi jaringan virtual dan menguji berbagai konfigurasi.



Gambar 3. Switch (Ethernet switch) pada GNS3

Sehingga dengan tersedianya perangkat-perangkat tersebut pada GNS3 akan dibentuk sebuah topologi untuk membantu proses penelitian ini. Berikut adalah topologi dari desain jaringan yang digunakan pada penelitian ini:



Gambar 4. Desain Topologi

Pada gambar 4 desain topologi ini menerapkan topologi hybrid yaitu ring dan star tanpa terhubung ke semua node router (full mesh). Berdasarkan gambar 4 terlihat bahwa perangkat antar router terhubung dengan *Fast Ethernet* dan pengguna dapat terhubung ke router perantara switch.

3.1 Alokasi Pembagian IP

Pembagian alokasi IP pada perangkat perangkat dalam jaringan tertera di tabel ini:

Tabel 2. Alokasi IP pada Router

Nama router	Lokasi Router	Fast Ethernet0/0	Fast Ethernet0/1	Fast Ethernet1/0	Fast Ethernet1/1
FK	Fakultas Kedokteran	10.10.10.1 255.255.255.128	9.9.9.2 255.255.255.128	192.168.1.2 255.255.255.0	
FEB	Fakultas Ekonomi Bisnis	10.10.10.2 255.255.255.128	11.11.11.1 255.255.255.128	192.168.2.2 255.255.255.0	
FKH	Fakultas Kedokteran Hewan	11.11.11.2 255.255.255.128	12.12.12.1 255.255.255.128	192.168.3.2 255.255.255.0	
GDLN	GDLN	12.12.12.2 255.255.255.128	13.13.13.1 255.255.255.128	21.21.21.2 255.255.255.0	192.168.4.2 255.255.255.0
FP	Fakultas Pariwisata	13.13.13.2 255.255.255.128	14.14.14.1 255.255.255.128	192.168.5.2 255.255.255.0	
FT	Fakultas Teknik	14.14.14.2 255.255.255.128	15.15.15.1 255.255.255.128	192.168.6.2 255.255.255.0	
FMIPA	Fakultas Mipa	15.15.15.2 255.255.255.128	16.16.16.1 255.255.255.128	192.168.7.2 255.255.255.0	
GAGRO	Gedung agro	16.16.16.2 255.255.255.128	17.17.17.1 255.255.255.128	192.168.8.2 255.255.255.0	
LBahasa	Fakultas Kedokteran	17.17.17.2 255.255.255.128	18.18.18.1 255.255.255.128	192.168.9.2 255.255.255.0	
FFisip	Fakultas Kedokteran	18.18.18.2 255.255.255.128	19.19.19.1 255.255.255.128	192.168.10.2 255.255.255.0	
GPASCA	Fakultas Kedokteran	19.19.19.2 255.255.255.128	9.9.9.1 255.255.255.128	8.8.8.2 255.255.255.1	192.168.11.2 255.255.255.0
FH	Fakultas Kedokteran	21.21.21.1 255.255.255.128	20.20.20.2 255.255.255.128	192.168.12.2 255.255.255.0	
FILMUB	Fakultas Kedokteran	20.20.20.2 255.255.255.128	8.8.8.1 255.255.255.128	192.168.13.2 255.255.255.0	

Tabel 3. Alokasi IP pada Komputer/VPCS

Nama VPCS	Lokasi Router	IP
PC1	Fakultas kedokteran	192.168.1.1/24
PC2	Fakultas Ekonomi bisnis	192.168.2.1/24
PC3	Fakultas Kedokteran Hewan	192.168.3.1/24
PC4	GDLN	192.168.4.1/24
PC5	Fakultas Pariwisata	192.168.5.1/24
PC6	Fakultas Teknik	192.168.6.1/24
PC7	Fakultas MIPA	192.168.7.1/24
PC8	Gedung Agro	192.168.8.1/24
PC9	Lab Bahasa	192.168.9.1/24
PC10	Fakultas Fisip	192.168.10.1/24
PC11	Gedung Pascasarjana	192.168.11.1/24
PC12	Fakultas Hukum	192.168.12.1/24
PC13	Fakultas Ilmu Budaya	192.168.13.1/24

3.2 Routing Table dan konfigurasi Protokol Static

Routing table pada protokol *routing static* dilakukan secara manual oleh administrator jaringan. Secara eksplisit administrator mengkonfigurasi rute-rute yang harus diambil oleh paket-paket dalam jaringan. Tabel perutean dalam *routing static* biasanya terdiri dari:

1. *Network Address* (Alamat Jaringan): Alamat IP jaringan yang akan dicapai.
2. *Subnet Mask* : subnet mask digunakan untuk mengidentifikasi berapa banyak bit dari alamat IP yang akan digunakan untuk identifikasi jaringan.
3. *Next-Hop Address* (Alamat Tujuan Selanjutnya/Gateaway): Alamat IP perangkat atau router selanjutnya yang harus digunakan oleh paket-paket guna mencapai jaringan tujuan.
4. *Interface* (Antarmuka): Antarmuka fisik pada perangkat tempat paker-paket harus dikirimkan untk mencapai jaringan tujuan. Antarmuka biasanya digunakan ketika next-hop address adalah alamat IP antarmuka yang terhubung secara langsung ke jaringan tujuan.
5. *Metric* (Metrik): Nilai numerik yang menggambarkan jarak ke jaringan tujuan. Metrik digunakan untuk menentukan jalur yang paling efisien ketika ada beberapa rute yang mungkin

menuju jaringan yang sama.

6. *Administrative Distance*

(Jarak Administratif): Nilai numerik yang menentukan kepercayaan pada sumber rute. Rute dengan administrative distance yang lebih rendah diutamakan dalam table perutean jika ada konflik dengan rute lain.

Contoh dari table routing protokol static yang diambil dari salah satu router yang dibangun terlihat dari gambar 5 berikut.

```
GDLN#show ip route static
 192.168.12.0/25 is subnetted, 1 subnets
 S   192.168.12.0 [1/0] via 12.12.12.1
 192.168.13.0/25 is subnetted, 1 subnets
 S   192.168.13.0 [1/0] via 12.12.12.1
 192.168.8.0/25 is subnetted, 1 subnets
 S   192.168.8.0 [1/0] via 13.13.13.2
 192.168.9.0/25 is subnetted, 1 subnets
 S   192.168.9.0 [1/0] via 13.13.13.2
 192.168.10.0/25 is subnetted, 1 subnets
 S   192.168.10.0 [1/0] via 13.13.13.2
 192.168.11.0/25 is subnetted, 1 subnets
 S   192.168.11.0 [1/0] via 12.12.12.1
 192.168.5.0/25 is subnetted, 1 subnets
 S   192.168.5.0 [1/0] via 13.13.13.2
 192.168.6.0/25 is subnetted, 1 subnets
 S   192.168.6.0 [1/0] via 13.13.13.2
 192.168.7.0/25 is subnetted, 1 subnets
 S   192.168.7.0 [1/0] via 13.13.13.2
 192.168.1.0/25 is subnetted, 1 subnets
 S   192.168.1.0 [1/0] via 12.12.12.1
 192.168.2.0/25 is subnetted, 1 subnets
 S   192.168.2.0 [1/0] via 12.12.12.1
 192.168
```

Gambar 5. Tabel *routing static* pada GDLN

Untuk membangun jaringan menggunakan protokol *static*, maka pada masing-masing router dilakukan konfigurasi seperti berikut:

```
GDLN(config)# ip route 192.168.5.0
255.255.255.128 13.13.13.2
```

```
GDLN(config)# ip route 192.168.6.0
255.255.255.128 13.13.13.2
```

```
GDLN(config)# ip route 192.168.7.0
255.255.255.128 13.13.13.2
```

```
GDLN(config)# ip route 192.168.8.0
255.255.255.128 13.13.13.2
```

```
GDLN(config)# ip route 192.168.9.0
255.255.255.128 13.13.13.2
```

```
GDLN(config)# ip route 192.168.10.0
255.255.255.128 13.13.13.2
```

```
GDLN(config)# ip route 192.168.3.0
255.255.255.128 12.12.12.1
```

```
GDLN(config)# ip route 192.168.2.0
255.255.255.128 12.12.12.1
```

```
GDLN(config)# ip route 192.168.1.0
255.255.255.128 12.12.12.1
```

```
GDLN(config)# ip route 192.168.11.0
255.255.255.128 12.12.12.1
```

```
GDLN(config)# ip route 192.168.13.0
255.255.255.128 12.12.12.1
```

```
GDLN(config)# ip route 192.168.12.0
255.255.255.128 12.12.12.1
```

```
GDLN(config)# do wr
```

Konfigurasi protokol static dilakukan dengan perintah: *IP route [network address] [subnet mask] [Next-Hop Address]*. Setelah memasukkan perintah tersebut, kemudian dilakukan penyimpanan konfigurasi yang ada dalam running configuration ke dalam startup configuration dengan perintah *do wr*.

3.3 *Routing Table* dan Konfigurasi Protokol OSPF

Routing table pada protokol OSPF merupakan konsep pembagian jaringan berdasarkan area yang bertujuan untuk mengirimkan paket data antar *network* yang berbeda. Selain berguna untuk pendistribusian paket data serta menjaga informasi data yang dikirimkan, OSPF juga dapat melakukan pengendalian terhadap semua routing yang tergabung. Contoh dari *table routing* protokol OSPF yang diambil dari router yang dibangun di GDLN terlihat di gambar 6.

```
GDLN#sh ip route ospf
 17.0.0.0/25 is subnetted, 1 subnets
 0   17.17.17.0 [110/50] via 13.13.13.2, 00:51:15, FastEthernet0/1
 0   192.168.12.0/24 [110/2] via 21.21.21.1, 00:51:15, FastEthernet1/0
 16.0.0.0/25 is subnetted, 1 subnets
 0   16.16.16.0 [110/40] via 13.13.13.2, 00:51:15, FastEthernet0/1
 0   192.168.13.0/24 [110/12] via 21.21.21.1, 00:51:15, FastEthernet1/0
 19.0.0.0/25 is subnetted, 1 subnets
 0   19.19.19.0 [110/21] via 21.21.21.1, 00:51:15, FastEthernet1/0
 18.0.0.0/25 is subnetted, 1 subnets
 0   18.18.18.0 [110/41] via 21.21.21.1, 00:51:15, FastEthernet1/0
 0   192.168.8.0/24 [110/41] via 13.13.13.2, 00:51:15, FastEthernet0/1
 0   192.168.9.0/24 [110/42] via 21.21.21.1, 00:51:15, FastEthernet1/0
 20.0.0.0/25 is subnetted, 1 subnets
 0   20.20.20.0 [110/11] via 21.21.21.1, 00:51:15, FastEthernet1/0
 0   192.168.10.0/24 [110/32] via 21.21.21.1, 00:51:15, FastEthernet1/0
 0   192.168.11.0/24 [110/22] via 21.21.21.1, 00:51:15, FastEthernet1/0
 8.0.0.0/25 is subnetted, 1 subnets
 0   8.8.8.0 [110/21] via 21.21.21.1, 00:51:19, FastEthernet1/0
 9.0.0.0/25 is subnetted, 1 subnets
 0   9.9.9.0 [110/31] via 21.21.21.1, 00:51:19, FastEthernet1/0
 0   192.168.5.0/24 [110/11] via 13.13.13.2, 00:51:19, FastEthernet0/1
 10.0.0.0/25 is subnetted, 1 subnets
 0   10.10.10.0 [110/30] via 12.12.12.1, 00:51:19, FastEthernet0/0
```

Gambar 6. Tabel *routing* OSPF pada GDLN

Untuk membangun jaringan menggunakan protokol OSPF, maka pada masing-masing dilakukan konfigurasi seperti berikut:

```
GDLN(config)#int fa0/0
GDLN(config-if)#ip add 12.12.12.2 255.255.255.128
GDLN(config-if)#no shut
```

```
GDLN(config-if)#int fa0/1
GDLN(config-if)#ip add 13.13.13.1 255.255.255.128
GDLN (config-if)#no shut
GDLN (config-if)#int fa1/0
GDLN (config-if)#ip add 21.21.21.2 255.255.255.128
GDLN (config-if)#no shut
GDLN (config-if)#int fa1/1
GDLN (config-if)#ip add 192.168.4.2 255.255.255.0
GDLN (config-if)#no shut
GDLN (config-if)#exit
```

Konfigurasi diatas dilakukan untuk menginisialisasikan dan memasukkan IP ke setiap *interface* router yang menghubungkan antar perangkat.

```
GDLN(config)#router ospf 10
GDLN(config-router)#network 13.13.13.0
0.0.0.127 area 10
GDLN(config-router)#network 12.12.12.0
0.0.0.127 area 10
GDLN(config-router)#network 21.21.21.0
0.0.0.127 area 10
GDLN(config-router)#network 192.168.4.0
0.0.0.255 area 10
GDLN(config-router)#exit
```

Konfigurasi protokol OSPF dilakukan dengan menggunakan perintah router OSPF 10 dimana OSPF dijalankan dalam proses dengan nomor 10. Setelah masuk ke mode router OSPF 10, kemudian menambahkan jaringan yang terhubung ke setiap *port/interface* ke OSPF dengan konfigurasi: *network [alamat jaringan] [wildcard-mask] area [nomor area]*.

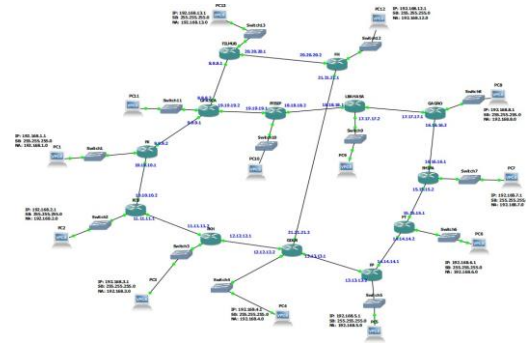
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini melaksanakan implementasi terhadap perancangan yang dilakukan dengan melihat *Fault tolerance* yang dihasilkan antara routing static dan OSPF.

Dalam pengujian ini dilakukan dua scenario yaitu di jaringan normal dimana semua perangkat terhubung dengan baik dan di jaringan tidak normal yang mana terdapat salah satu kabel penghubung antar router terputus/terlepas dari port Fast Ethernet-nya. Dua *scenario* pengujian (jaringan normal dan jaringan tidak normal) akan diterapkan ke masing-masing protokol *routing static* dan *dynamic* OSPF.

4.1 Pengujian I Routing Dynamic OSPF di Jaringan Normal

Skenario pertama yang dilakukan ialah melakukan *tracing route* dari PC4 (GDLN) dengan IP 192.168.4.11 ke PC11 (Gedung Pascasarjana) IP 192.168.11.1 dengan menuliskan perintah “*tracer 192.168.11.1*” tujuannya ialah untuk mengetahui rute pengiriman packet data yang akan dilewati. Gambar dibawah ini merupakan topologi jaringan normal.



Gambar 7. Topologi Jaringan Normal

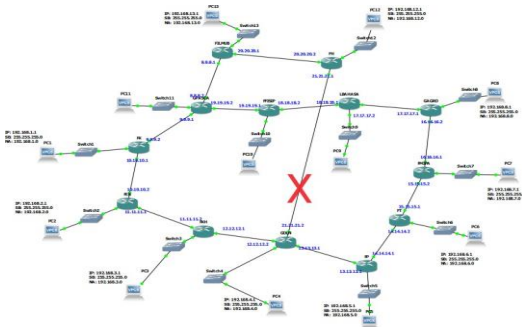
Pada gambar 8 ditampilkan eksekusi dari perintah “*tracer 192.168.11.1*” pada PC4.

```
PC4> trace 192.168.11.1
Trace to 192.168.11.1, 8 hops max, press Ctrl-C to stop
 0  192.168.4.2  38.672 ms  60.286 ms  58.666 ms
 1  21.21.21.1  66.847 ms  110.477 ms  94.531 ms
 2  20.20.20.1  138.350 ms  95.234 ms  226.222 ms
 3  8.8.8.2  181.693 ms  203.327 ms  125.895 ms
 4  **192.168.11.1  118.728 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
```

Gambar 8. Tampilan hasil *tracer routing* OSPF pada jaringan normal

4.2 Pengujian II Routing Dynamic OSPF di Jaringan Tidak Normal

Skenario kedua yang dilakukan ialah *tracing route* dari PC4 (GDLN) IP 192.168.4.1 ke PC11 (Gedung Pascasarjana) IP 192.168.11.1 dengan menuliskan perintah “*tracer 192.168.11.1*” untuk mengetahui rute data yang akan dilewati pada saat pengiriman data di jaringan tidak normal (kabel putus). Berikut Gambar 9. yang merupakan topologi jaringan tidak normal.



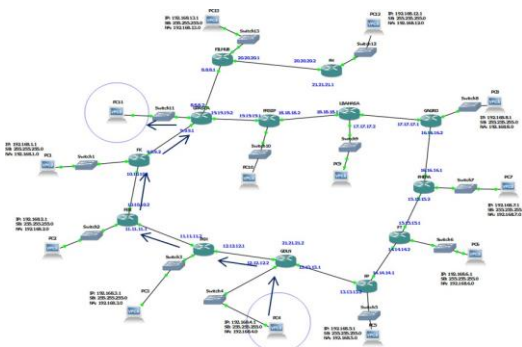
Gambar 9. Jaringan tidak normal /Jaringan kabel terputus

Pada gambar 10. ditampilkan eksekusi dari perintah “tracer 192.168.11.1” pada PC4 di jaringan tidak normal.

```
PC4> tracer 192.168.11.1
Trace to 192.168.11.1, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1 192.168.4.2 12.372 ms 24.332 ms 11.656 ms
 2 12.12.12.1 63.535 ms 55.684 ms 41.970 ms
 3 11.11.11.1 69.431 ms 62.562 ms 60.390 ms
 4 10.10.10.1 69.237 ms 86.503 ms 84.241 ms
 5 9.9.9.1 162.452 ms 117.300 ms 121.704 ms
 6 *192.168.11.1 136.034 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
```

Gambar 10. Tampilan hasil *tracer routing* OSPF pada jaringan tidak normal

Sehingga rute yang dilewati paket dalam pengiriman terlihat seperti gambar yang tertera:



Gambar 11. Rute alternatif protokol OSPF

4.3 Hasil Pengujian Jaringan Normal dan Tidak Normal Routing OSPF

Hasil uji dapat dibuat menggunakan White Box dari seluruh hasil uji, seperti yang terlihat pada tabel 3.

Tabel 4. Hasil Pengujian

Nama PC	Jenis Jaringan	Jumlah Hops
PC4 (GDLN) → PC11 (Pascasarjana)	Jaringan normal	3 Hops
PC4 (GDLN) → PC11 (Pascasarjana)	Jaringan tidak normal	4 Hops

Berdasarkan tabel 4 bahwa sebelum diterapkan jaringan tidak normal hops yang dilalui /rute yang dilalui ialah 3 hops. Sedangkan pada saat diterapkannya jaringan tidak normal hops yang dilalui 4 hops.

Kualitas jaringan dapat terpengaruh oleh perubahan jumlah hops. peningkatan hops tidak selalu menandakan penurunan kualitas, tetapi perubahan tersebut bisa mengindikasikan beberapa hal dalam jaringan yang dapat mempengaruhi kecepatan, latensi atau keandalan koneksi.

Pada jaringan OSPF ketika mendapat perlakuan jaringan tidak normal maka secara otomatis OSPF akan mendeteksi perubahan topologi jaringan. Setiap router yang terhubung ke area yang terpengaruh akan menyadari bahwa koneksi ke jaringan tersebut telah terputus.

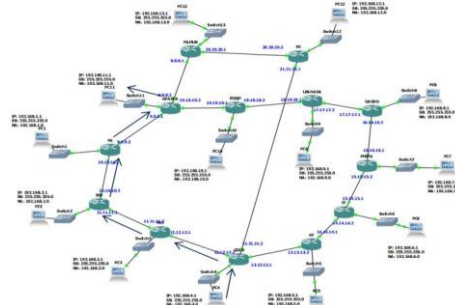
4.4 Pengujian I Routing Static pada Jaringan Normal

Skenario yang dilakukan pada routing static ialah tracing route dari PC4 (GDLN) IP 192.168.4.1 ke PC11 (Gedung Pascasarjana) IP 192.168.11.1 dengan perintah “tracer 192.168.11.1” untuk mengetahui rute data yang akan dilewati. Gambar 4.36 ditampilkan eksekusi dari perintah “tracer 192.168.11.1” pada PC4.

```
PC4> tracer 192.168.11.1
Trace to 192.168.11.1, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1 192.168.4.2 8.057 ms 10.607 ms 10.791 ms
 2 12.12.12.1 30.940 ms 31.355 ms 52.258 ms
 3 11.11.11.1 99.047 ms 42.179 ms 32.157 ms
 4 10.10.10.1 118.988 ms 131.512 ms 61.237 ms
 5 9.9.9.1 71.783 ms 55.087 ms 52.420 ms
 6 *192.168.11.1 74.217 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
```

Gambar 12. Tampilan hasil *tracer routing static* pada jaringan normal

Adapun rute yang dilewati paket dalam pengiriman pada jaringan normal dapat terlihat seperti gambar dibawah ini:



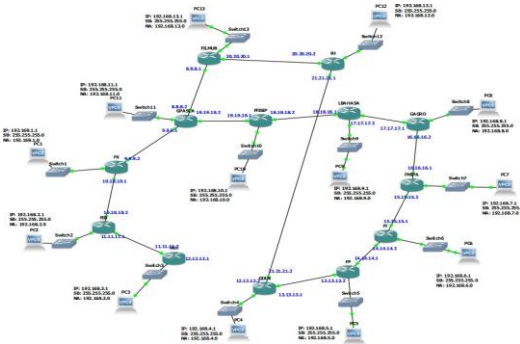
Gambar 13. Rute pengiriman paket dengan *routing static* di jaringan normal

4.5 Pengujian II Routing Static pada Jaringan Tidak Normal

Skenario yang dilakukan *tracing route* dari PC4 (GDLN) IP 192.168.4.1 ke PC11 (Gedung Pascasarjana) IP 192.168.11.1 dengan perintah “*tracer 192.168.11.1*” untuk mengetahui rute data yang akan dilewati paket pada saat jaringan tidak normal. Pada gambar 4.38 ditampilkan eksekusi dari perintah “*tracer 192.168.11.1*”. Pada PC4 ketika salah satu link terputus, dimana terlihat pesan *request timeout*.

```
PC4> ping 192.168.11.1
192.168.11.1 icmp_seq=1 timeout
192.168.11.1 icmp_seq=2 timeout
192.168.11.1 icmp_seq=3 timeout
192.168.11.1 icmp_seq=4 timeout
192.168.11.1 icmp_seq=5 timeout
```

Gambar 14. Tampilan hasil *tracer routing static* pada jaringan tidak normal



Gambar 15. Rute pengiriman paket dengan *routing static* pada jaringan tidak normal

Pada gambar 14 terlihat pesan *request time out* ketika PC4 mencoba mengirim perintah PING ke PC11, dikarenakan *interface* router yang digunakan sebagai rute pengiriman (12.12.12.1) diputus dan router tidak mengetahui adanya rute lain yang bisa meneruskan paket sehingga pada saat proses PING dieksekusi ke alamat IP 192.168.11.1, request yang dikirimkan tidak mendapat balasan dan muncul pesan *timeout* pada *command prompt* PC4.

4.6 Hasil Pengujian Jaringan Normal dan Tidak Normal Routing Static

Hasil tes dapat dibuat menggunakan *White Box* dari seluruh hasil tes, seperti yang ditunjukkan pada tabel 5 .

Tabel 5. Hasil Pengujian

Nama PC	Jenis Jaringan	Jumlah Hops
PC4 (GDLN) → PC11 (Pascasarjana)	Jaringan normal	4 Hops
PC4 (GDLN) → PC11 (Pascasarjana)	Jaringan tidak normal	Request Time Out

Dapat dilihat bahwa ketika proses pengiriman data dari PC4 menuju PC11 menggunakan jenis jaringan normal maka *hops* yang dilalui sebanyak 4 *hops*, sedangkan pada jaringan tidak normal hasilnya ialah *request time out*.

Dengan melakukan 2 perlakuan terhadap *routing static* menandakan bahwa *routing static* tidak cepat beradaptasi dengan perubahan topologi.

5. KESIMPULAN

Penulis menarik kesimpulan dari *fault analysis tolerant routing static* dan *routing OSPF* pada jaringan *hybrid* Universitas Udayana berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan yaitu:

1. Pada skala jaringan besar *routing dynamic OSPF* lebih disarankan untuk diimplementasikan berdasarkan Analisa *fault tolerant* (toleransi kesalahan).
2. Pada jaringan tidak normal *routing static* dihasilkan *request time out* sedangkan pada *OSPF routing* dapat beradaptasi mencari rute cadangan ketika salah satu jalur diputus.
3. Penelitian pada *routing static* yang dilakukan jika diberikan perlakuan pada jaringan tidak normal (salah satu kabel penghubung diputus) maka rute pada *routing* tersebut tidak mampu mencari rute alternatif dan hal tersebut membuat seorang *administrator* jaringan harus melakukan konfigurasi ulang /penambahan konfigurasi.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Putra, A. 2020. *Pemanfaatan aplikasi Gns3 Pada Mata Pelajaran Instalasi Jaringan Di Smk Pembangunan Bukittinggi*. Available at: <http://e-campus.iainbukittinggi.ac.id/ecampus/AmbilLampiran?ref=93953&jurusan=&jenis=Item&usingId=false&download=false&clazz=ais.database.model.file.LampiranLain>
- [2] Hariyadi, C. 2009. "Graf dalam topologi jaringan", *Jurnal Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, III (10).
- [3] Fauzi, M. F., & Nugroho, K. 2019. Analisis Performansi Jaringan OSPF Menggunakan Metode Translasi NAT-PT. *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, 1(2), 104-112. ISSN: 2654-8275.
- [4] Villasica, Y. D. V. and Mubarakah, N. 2014 "Analisis kinerja routing dinamis dengan Teknik ospf (Open Shortest Path First) pada topologi mesh dalam jaringan local area network (Lan) menggunakan Cisco PacketTracer", *Singuda ENSIKOM*, 7(3), pp.125-130.
- [5] Ariyanto, A., Asmunin., 2018. *Deteksi Paket Sniffing pada Wireless Menggunakan ARP Watch*. *Jurnal Manajemen Informatika* 8(2), 178-181.
- [6] Gatra, R., & Sugiantoro, B. 2021. *Analisis Pengembangan Jaringan Komputer UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta Menggunakan Perbandingan Protokol Routing Statis dan Routing Dinamis OSPF*. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, 8(2), 235-244.
- [7] Twelefty, Y., Zani, T., & Rizal, M.F. 2015. Implementasi GNS3 Cluster sebagai Alat Bantu Simulasi Jaringan Komputer: Studi Kasus Laboratorium Jaringan Komputer Faklutas Ilmu Terapan. 1(3), 2377. ISSN 2442-5826.
- [8] Nugroho, K., Nugroho, R.A., & Ikwan, S. 2017. "Pengaruh Perubahan Area Terhadap Performansi Jaringan OSPF". CITISEE 2017, ISBN: 978-602-60280-1-3.
- [9] Putra Utama, M., Kartikasari, D.P., Bhawiyuga, A. (2021). "Implementasi Routing Dinamis pada Wireless Sensor Network Menggunakan Modul Komunikasi LoRa". *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 5(12), 5536-5543. ISSN: 2548-964X.
- [10] Kurniawan, K. dan Pihanto, A. (2022). *Analisis Quality of Service (QoS) Pada Routing Protocol OSPF (Open Shortest Path First)*. *INACS: Journal of Informatics and Computer Science*, Volume 03, Nomor 03, Halaman 358. ISSN: 2686-2220.
- [11] Yohanes, R., & Nurwarsito, H. (2020). "Analisis Perbandingan Kinerja Single Area dan Multi Area Menggunakan Protokol Routing OSPF". *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 4(11), 4179-4186. e-ISSN: 2548-964X. URL: <http://i-ptiik.ub.ac.id>.
- [12] Irwansyah. "Penerapan Dynamic Routing OSPF (Open Shortest Path First) pada Jaringan Frame-Relay MAP". Palembang: Universitas Bina Darma, Jalan Jenderal Ahmad Yani No. 3.