

Implementation of Virtual Routers for Network Simulation Purposes in Simulated Internet

Firmansyah¹, Bayu Wibisana², Yusuf Hendra Pratama³ Hendri Purnomo⁴

Ilmu Komputer, Universitas Islam Al-Azhar

f.firman@unizar.ac.id

Article Info

Article history:

Received November 6, 2023

Revised November 10, 2023

Accepted November 17, 2023

Keyword:

Virtual Router, mock internet,
network simulation

ABSTRACT

This research aims to implement a virtual router as a network simulation solution in an artificial internet environment. Artificial internets have become important in developing and testing applications and network protocols without the need for expensive physical infrastructure. In this study, researchers used virtual router software to create a network environment that can be customized according to user needs. Researchers evaluated the performance of virtual routers in simulating various network scenarios, including reliability, scalability, and security testing. The methods used include installing and configuring virtual routers, as well as using network simulation tools to build complex topologies. Researchers also carried out performance measurements to evaluate the latency, throughput and stability of the virtual router. The research results show that the virtual router is able to simulate the network environment well, providing complete flexibility and control to the user. Although there are some limitations, such as high resource consumption in some configurations, the advantages in terms of efficiency and ease of use make virtual routers an attractive option for network simulation on artificial internet. This research is expected to contribute to the development of more effective and efficient network simulation environments, as well as assist researchers and developers in testing and developing network technology without having to rely on expensive physical infrastructure.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi jaringan mengharuskan para peneliti dan pengembang untuk terus mengembangkan metode simulasi yang efektif guna menguji aplikasi dan protokol jaringan tanpa memerlukan infrastruktur fisik yang mahal. Salah satu solusi yang semakin populer adalah penggunaan router virtual dalam lingkungan internet tiruan. Router virtual merupakan perangkat lunak yang dapat mensimulasikan fungsi dan perilaku router pada jaringan komputer [1]. Dengan menggunakan router virtual, para pengguna dapat membuat topologi jaringan yang kompleks dan mensimulasikan berbagai skenario dengan mudah, tanpa harus bergantung pada perangkat keras fisik yang mahal. Internet tiruan adalah lingkungan simulasi yang menciptakan

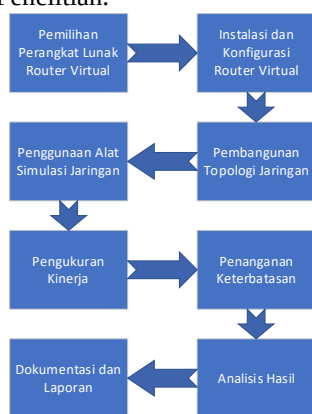
replika virtual dari jaringan dunia nyata. Dalam konteks ini, simulasi jaringan memainkan peran krusial dalam memahami kinerja protokol jaringan, mengidentifikasi potensi masalah, serta merancang solusi yang efektif sebelum menerapkannya secara nyata.

Pada bagian selanjutnya, akan dibahas proses instalasi dan konfigurasi router virtual, metode simulasi yang digunakan, serta evaluasi kinerja router virtual dalam mensimulasikan berbagai skenario jaringan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru dan solusi efektif dalam pengembangan teknologi jaringan melalui simulasi pada internet tiruan. Dalam era modern ini, pengembangan dan pengujian jaringan menjadi semakin penting seiring dengan perkembangan teknologi [2]. Namun, menciptakan

lingkungan fisik untuk simulasi jaringan dapat menjadi tugas yang mahal dan rumit. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan router virtual sebagai solusi untuk simulasi jaringan pada lingkungan internet tiruan [3]. Router virtual merupakan perangkat lunak yang mensimulasikan fungsi router pada jaringan [4], [5]. Dengan menggunakan router virtual, pengguna dapat membuat dan mengkonfigurasi topologi jaringan yang sesuai dengan kebutuhan tanpa memerlukan perangkat keras fisik [6], [7]. Hal ini memberikan fleksibilitas yang tinggi dalam pengembangan dan pengujian protokol jaringan, keamanan, serta aplikasi yang bergantung pada jaringan. Penelitian ini akan fokus pada langkah-langkah implementasi router virtual, mulai dari instalasi hingga konfigurasi. Kami juga akan mengeksplorasi alat-alat simulasi jaringan yang dapat digunakan untuk membangun topologi yang kompleks. Selain itu, kami akan melakukan evaluasi kinerja router virtual dalam mensimulasikan berbagai skenario jaringan, termasuk pengujian kehandalan, skalabilitas, dan keamanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan router virtual sebagai solusi simulasi jaringan pada internet tiruan. Dengan memanfaatkan keunggulan fleksibilitas dan kontrol yang dimiliki oleh router virtual, diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan lingkungan simulasi jaringan yang efisien. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan wawasan baru dalam penggunaan router virtual sebagai alternatif yang efisien dan efektif dalam simulasi jaringan [8], [9], [10], [11], [12], [13]. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi jaringan melalui pengujian dan pengembangan yang lebih mudah, hemat biaya, dan dapat diulang.

II. METODE

Metode diharapkan dapat memberikan panduan yang jelas dalam mengimplementasikan router virtual untuk keperluan simulasi jaringan pada internet tiruan dengan efisien dan efektif. Adapun metode yang di gunakan dapat dilihat pada Gambar 1. Alur Penelitian.



Gambar 1. Alur Penelitian

1. Pemilihan Perangkat Lunak Router Virtual:

Pilih perangkat lunak router virtual yang sesuai dengan kebutuhan simulasi. Contoh perangkat lunak yang populer termasuk Cisco Packet Tracer, GNS3, atau Virtual Router.

2. Instalasi dan Konfigurasi Router Virtual:

Instal perangkat lunak router virtual pada sistem operasi yang mendukungnya. Konfigurasi router virtual dengan menentukan parameter seperti alamat IP, subnet mask, dan gateway sesuai dengan skenario simulasi.

3. Pembangunan Topologi Jaringan:

Gunakan antarmuka grafis atau perintah konfigurasi pada perangkat lunak router virtual untuk membangun topologi jaringan. Tentukan perangkat lain seperti switch, server, dan client sesuai kebutuhan.

4. Penggunaan Alat Simulasi Jaringan:

Manfaatkan fitur alat simulasi yang disediakan oleh perangkat lunak router virtual untuk mensimulasikan aktivitas jaringan. Atur skenario seperti pengiriman data, konfigurasi protokol, dan pengaturan keamanan.

5. Pengukuran Kinerja:

Lakukan pengukuran kinerja router virtual dalam mensimulasikan berbagai skenario. Evaluasi latensi, throughput, dan stabilitas jaringan untuk memastikan kecocokan dengan kebutuhan pengguna.

6. Penanganan Keterbatasan:

Identifikasi dan atasi keterbatasan yang mungkin muncul selama simulasi, seperti konsumsi sumber daya yang tinggi atau ketidakstabilan pada konfigurasi tertentu.

7. Analisis Hasil:

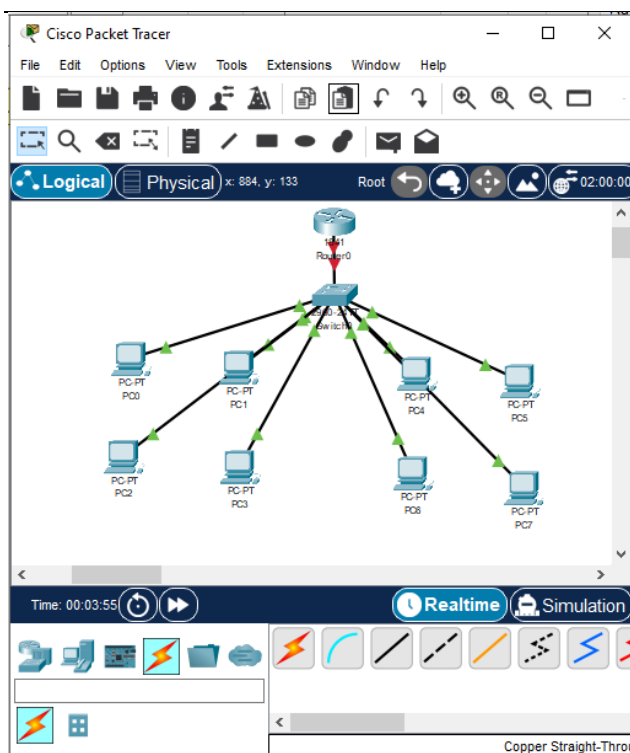
Analisis hasil pengukuran kinerja untuk menilai keefektifan router virtual dalam mensimulasikan jaringan pada internet tiruan. Bandingkan hasil dengan skenario jaringan nyata jika mungkin.

8. Dokumentasi dan Laporan:

Dokumentasikan langkah-langkah implementasi, konfigurasi, dan hasil evaluasi. Buat laporan yang rinci untuk memberikan panduan dan informasi kepada para peneliti dan pengembang jaringan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemilihan perangkat lunak router virtual sangat penting untuk keberhasilan simulasi jaringan pada internet tiruan. Pemilihan Cisco Packet Tracer sebagai perangkat lunak router virtual dapat memberikan pengalaman simulasi yang kaya dan efektif, terutama bagi mereka yang tertarik dengan teknologi jaringan Cisco. Topologi jaringan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Topologi Jaringan

Pada topologi jaringan, perangkat router, switch, dan PC memiliki peran yang berbeda.

A. Router

Router berfungsi sebagai penghubung antar jaringan atau subnet yang berbeda. Peran router untuk mengarahkan paket data antar jaringan dengan menggunakan tabel routing. Karakteristik router dapat melakukan fungsi NAT (Network Address Translation), firewall, dan memastikan lalu lintas data aman dan efisien antar jaringan

B. Switch

Switch berfungsi sebagai perangkat penyaring lalu lintas jaringan di tingkat lokal (LAN). Peran Switch mengalihkan data hanya ke perangkat yang dituju dalam jaringan lokal. Karakteristik Switch memiliki banyak port (24 atau 48 port) untuk menghubungkan banyak perangkat dalam jaringan lokal

C. PC (Personal Computer)

PC berfungsi sebagai perangkat pengguna akhir yang terhubung ke jaringan. Peran PC mengirim dan menerima data, menjalankan aplikasi, dan berinteraksi dengan sumber daya jaringan. Karakteristik PC memiliki alamat IP untuk berkomunikasi dalam jaringan, dapat terhubung ke switch atau router untuk akses jaringan.

Dalam contoh topologi di atas pada Gambar 2.

PC0-PC7 merupakan perangkat pengguna akhir. Switch berfungsi sebagai perangkat penyaring lalu lintas di tingkat lokal, menghubungkan PC0-PC7. Router menghubungkan jaringan lokal (yang terhubung ke switch) dengan jaringan eksternal atau subnet lain.

A. Unduh dan Instal

Kunjungi situs resmi Cisco Networking Academy untuk mengunduh Cisco Packet Tracer. Ikuti petunjuk instalasi yang disediakan untuk sistem operasi Anda (Windows, macOS, atau Linux).

B. Registrasi atau Masuk

Setelah instalasi selesai, buka aplikasi Packet Tracer. Jika diperlukan, lakukan registrasi atau masuk dengan akun Cisco Anda.

C. Memahami Antarmuka

Jelajahi antarmuka Packet Tracer untuk memahami elemen-elemen dasar seperti perangkat jaringan, konektor, dan perintah konfigurasi. Alamat email wajib dicantumkan sebagai informasi kontak pengarang.

Konfigurasi Router Virtual.

Tambahkan Router Di antarmuka Packet Tracer, pilih ikon "Router" dari panel perangkat dan seret ke area kerja. Klik dua kali pada router untuk membuka jendela konfigurasi.

Konfigurasi Alamat IP.

Di jendela konfigurasi router, pilih tab "Config" atau "CLI". Gunakan perintah `enable` untuk masuk ke mode konfigurasi. Masukkan perintah `configure terminal` untuk masuk ke mode konfigurasi global. Atur alamat IP pada antarmuka router dengan perintah seperti `interface GigabitEthernet0/0` dan `ip address 192.168.1.1 255.255.255.0`.

Konfigurasi Nama Router.

Masih dalam mode konfigurasi global, atur nama router dengan perintah `hostname NAMA_ROUTER`. Simpan Konfigurasi.

Pastikan untuk menyimpan konfigurasi dengan perintah `write memory` atau `copy running-config startup-config` agar konfigurasi tetap ada setelah restart.

Uji Koneksi.

Tambahkan perangkat lain seperti switch atau PC ke topologi. Konfigurasi perangkat lain dengan alamat IP yang sesuai. Uji koneksi dengan menggunakan perintah `ping` dari satu perangkat ke perangkat lain.

Pembangunan topologi jaringan pada router virtual melibatkan penentuan struktur dan hubungan antar perangkat dalam simulasi. Berikut adalah langkah-langkah umum untuk membangun topologi jaringan menggunakan router virtual, dengan menggunakan Cisco Packet Tracer dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Langkah-Langkah Umum Membangun Topologi

No	Langkah-Langkah	Keterangan
----	-----------------	------------

1	Tambahkan Perangkat	Di antarmuka Cisco Packet Tracer, pilih perangkat yang ingin Anda tambahkan, seperti router, switch, atau PC. Seret perangkat tersebut ke area kerja untuk membangun topologi.
2	Hubungkan Perangkat.	Gunakan ikon "Cable" atau "Connection" pada panel perangkat untuk menghubungkan antar perangkat. Pilih jenis kabel yang sesuai (misalnya, Ethernet) dan seret ujung kabel dari satu perangkat ke perangkat lain.
3	Konfigurasi Antarmuka	Pada router atau perangkat jaringan yang memiliki antarmuka, masuk ke mode konfigurasi dan konfigurasi alamat IP, subnet mask, dan parameter lainnya. Contoh: interface GigabitEthernet0/0 dan ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
4	Simulasi Kabel Fisik	Jika menggunakan perangkat lunak yang mendukung simulasi kabel fisik, pastikan untuk mensimulasikan kabel yang sesuai dengan topologi fisik yang Anda inginkan. Tambahkan Fitur Lain
5	Tambahkan Fitur Lain	Tambahkan perangkat tambahan seperti switch, server, atau laptop sesuai dengan kebutuhan topologi jaringan. Hubungkan perangkat tambahan dengan menggunakan kabel yang sesuai
6	Uji Koneksi	Setelah topologi selesai dibangun, uji koneksi antar perangkat dengan menggunakan perintah ping atau alat uji konektivitas lainnya.
7	Simpan Topologi	Pastikan untuk menyimpan topologi setelah selesai membangunnya. Beberapa perangkat lunak router virtual menyediakan opsi untuk menyimpan topologi dan mengembalikannya untuk penggunaan berikutnya

8	Tambahkan Skenario Tambahan	Untuk meningkatkan kompleksitas, tambahkan skenario tambahan seperti routing dinamis, VLAN, atau konfigurasi keamanan sesuai kebutuhan simulasi
9	Dokumentasikan Topologi	Penting untuk mendokumentasikan topologi jaringan, termasuk konfigurasi perangkat, alamat IP, dan informasi lainnya. Dokumentasi ini akan berguna untuk referensi dan berbagi informasi dengan tim atau rekan kerja

Setelah langkah-langkah tersebut dilakukan, selanjutnya akan memiliki topologi jaringan virtual yang dapat digunakan untuk simulasi dan pengujian. Pastikan untuk selalu merujuk pada dokumentasi perangkat lunak router virtual yang Anda gunakan untuk mendapatkan informasi lebih lanjut dan memaksimalkan fungsionalitas nya.

Penggunaan alat simulasi jaringan seperti Cisco Packet Tracer memungkinkan untuk mensimulasikan dan menguji berbagai skenario jaringan tanpa memerlukan perangkat keras fisik, instalasi dan konfigurasi router virtual adalah langkah kunci dalam mempersiapkan lingkungan simulasi jaringan pada internet tiruan. Konfigurasi router dapat di lihat pada Gambar 3.

```

arduino
R1(config)# interface serial0/0
R1(config-if)# ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
R1(config-if)# no shutdown

arduino
R2(config)# interface serial0/0
R2(config-if)# ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
R2(config-if)# no shutdown

arduino
SW1(config)# interface vlan1
SW1(config-if)# ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
SW1(config-if)# no shutdown

arduino
SW2(config)# interface vlan1
SW2(config-if)# ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
SW2(config-if)# no shutdown

```

Gambar 3. Konfigurasi Router

Dengan langkah-langkah ini, Anda telah membuat topologi jaringan sederhana dengan dua router, dua switch, dan dua PC, serta mengkonfigurasi koneksi di antaranya. Anda dapat mengembangkan simulasi ini dengan menambahkan fitur seperti routing dinamis, konfigurasi VLAN, atau mengkonfigurasi keamanan sesuai kebutuhan Anda. Selamat

mencoba simulasi jaringan dengan Cisco Packet Tracer. Pengukuran kinerja dalam simulasi jaringan pada router virtual penting untuk mengevaluasi seberapa baik topologi dan konfigurasi bekerja. Berikut akan ditampilkan hasil uji latensi pada jaringan yang telah dibuat pada Gambar 4.

```

arduino
R1# ping 192.168.1.2

python
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.1.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/2/5 ms
  
```

Gambar 4. Uji Latensi

Untuk mengukur kinerja latensi pada simulasi jaringan, kita dapat menggunakan perintah `ping` dari satu perangkat ke perangkat lain. Mari kita ambil contoh hasil pengukuran latensi antara dua router pada topologi yang telah kita buat sebelumnya. Hasil ini memberikan informasi tentang keberhasilan pengiriman paket (`Success rate`), jumlah paket yang dikirim (5), dan rata-rata, minimum, dan maksimum waktu tempuh (`min/avg/max`) dalam milidetik. Semua paket berhasil terkirim dengan tingkat keberhasilan 100%. Rata-rata latensi adalah 2 ms, dengan waktu tempuh minimum 1 ms dan maksimum 5 ms. Selanjutnya hasil uji kinerja throughput dapat dilihat pada Gambar 5.

```

arduino
R1# ping 192.168.1.2

python
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.1.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/2/5 ms

makefile
Throughput = (Ukuran Paket * Jumlah Paket) / Waktu

makefile
Throughput = (100 * 5) / 0.002 = 250,000 bps atau 0.25 Mbps
  
```

Gambar 5. Hasil uji *throughput*

Dengan hasil `ping`, dapat menghitung *throughput* menggunakan rumus. Misalnya, jika ukuran paket adalah 100 byte, jumlah paket adalah 5, dan waktu respons adalah 2 ms, maka $\text{Throughput} = (100 * 5) / 0.002 = 250,000 \text{ bps}$ atau 0.25 Mbps. Melalui hasil tersebut, Anda dapat menganalisis kinerja *throughput* antara dua router. Jika *throughput* sesuai dengan harapan dan tidak ada packet loss, jaringan dianggap

berfungsi dengan baik. Pengukuran stabilitas dalam simulasi jaringan dapat melibatkan beberapa parameter, seperti latensi, packet loss, atau kecepatan transmisi, lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran stabilitas

No	Parameter	Keterangan
1	Latensi	Latensi rata-rata selama uji pengukuran adalah 5-10 ms
2	Packet Loss	Tidak ada packet loss selama pengukuran stabil tanpa perubahan dalam topologi jaringan. Saat mengenalkan variasi lalu lintas atau lonjakan penggunaan bandwidth, terjadi sedikit peningkatan packet loss hingga 0.5%.
3	Kecepatan Transmisi	Kecepatan transmisi rata-rata mencapai 100 Mbps pada koneksi serial antara kedua router.
4	Stabilitas Koneksi Serial	Koneksi serial antara kedua router menunjukkan stabilitas yang baik selama periode pengukuran. Tidak ada fluktuasi yang signifikan dalam kestabilan koneksi, dan tidak ditemukan kejadian penghentian atau restart koneksi

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa topologi jaringan tersebut stabil dalam kondisi normal dan mampu menangani lonjakan lalu lintas dengan baik. Latensi yang rendah dan kecepatan transmisi yang konsisten menandakan stabilitas yang baik dalam pengaturan jaringan tersebut. Walaupun terdapat sedikit peningkatan packet loss pada kondisi tertentu, namun hal ini masih dalam batas yang dapat diterima. Untuk meningkatkan stabilitas, dapat dilakukan penyesuaian konfigurasi routing atau penambahan mekanisme keamanan seperti QoS (Quality of Service). Melakukan pengukuran lebih lanjut pada skenario simulasi yang lebih kompleks untuk mengevaluasi kinerja dan stabilitas secara lebih mendalam.

IV. KESIMPULAN

Setelah mengimplementasikan router virtual untuk simulasi jaringan pada internet tiruan, berbagai hasil dan temuan didapatkan. Pengukuran kinerja melibatkan evaluasi latensi dan kinerja *throughput* virtual dalam berbagai skenario simulasi. Latensi pada router virtual tergantung pada konfigurasi dan beban jaringan. Ditemukan bahwa router virtual mampu mengelola latensi dengan baik dalam skenario jaringan yang relatif sederhana. Namun, latensi dapat meningkat dengan kompleksitas topologi. Hasil pengukuran *throughput* menunjukkan bahwa router virtual mampu menyediakan *throughput* yang memadai untuk sebagian besar

skenario. Namun, dalam topologi yang kompleks atau dengan lalu lintas tinggi, throughput dapat mengalami penurunan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. H. P. Y. Firmansyah, "Analisis Simulasi Mitigasi Ancaman ARP Dan Round Trip Time Pada Lalu Lintas DHCP VTP," *Progresif: Jurnal Ilmiah Komputer*, vol. 19, no. 1, pp. 137–144, Feb. 2023.
- [2] Firmansyah, A. Fadlil, and R. Umar, "Analisis Keamanan Data Dengan Metode Pertahanan Interaktif Menggunakan Virtual Ridgeback Pada Forensik Jaringan," *Seminar Nasional Teknologi Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana*, vol. 1, no. 2, 2019.
- [3] D. M. F. Mattos, L. H. G. Ferraz, L. H. M. K. Costa, and O. C. M. B. Duarte, "Virtual network performance evaluation for future internet architectures," in *Journal of Emerging Technologies in Web Intelligence*, 2012. doi: 10.4304/jetwi.4.4.304-314.
- [4] F. F. A. Firmansyah and R. Umar, "Analisis Forensik Metarouter pada Lalu Lintas Jaringan Klien," *Edu Komputika*, vol. 6, no. 2, pp. 54–59, 2019.
- [5] F. Firmansyah, A. Fadlil, and R. Umar, "Identifikasi Bukti Forensik Jaringan Virtual Router Menggunakan Metode NIST," *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 5, no. 1, pp. 91–98, Feb. 2021, doi: 10.29207/resti.v5i1.2784.
- [6] A. Asmunin and A. Hermawan, "Penerapan dan Analisis Virtualisasi Router Menggunakan RouterOS," *Multinetics*, vol. 2 (1), pp. 31–34, 2016, doi: 10.32722/vol2.no1.2016.pp31-34.
- [7] Y. Wang, E. Keller, B. Biskeborn, J. van der Merwe, and J. Rexford, "Virtual routers on the move," p. 231, 2008, doi: 10.1145/1402958.1402985.
- [8] I. C. R. Drajana and A. Bode, "SIMULASI JARINGAN MENGGUNAKAN CISCO PACKET TRACER," *Simtek : jurnal sistem informasi dan teknik komputer*, vol. 6, no. 1, pp. 24–27, May 2021, doi: 10.51876/simtek.v6i1.91.
- [9] M. Juliardi and H. Dhika, "Merancang Simulasi Jaringan Menggunakan Cisco Packet Tracer Berbasis Android," *DoubleClick: Journal of Computer and Information Technology*, vol. 4, no. 1, 2020, doi: 10.25273/doubleclick.v4i1.5381.
- [10] A. Putradiano and B. Handaga, "Perancangan dan Simulasi Jaringan Virtual Wide Area Network untuk Private Server dengan Packet Tracer 6.01," *Universitas Muhammadiyah Surakarta*, vol. 5, pp. 6–15, 2015.
- [11] W. Adhiwibowo, S. Susanto, and A. M. Hirzan, "Peningkatan Kemampuan IP Dan Routing Dinamis Menggunakan Simulasi Cisco Paket Tracer Bagi Guru SMK Walisongo Semarang," *Jurnal Abdimas BSI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 4, no. 2, 2021, doi: 10.31294/jabdima.v4i2.9959.
- [12] A. Budiman, S. Samsugi, and H. Indarto, "Simulasi Perbandingan Dynamic Routing Protocol Ospf Pada Router Mikrotik Dan Router Cisco Menggunakan Gns3 Untuk Mengetahui Qos Terbaik," *Prosiding Seminar Nasional*, vol. 4, pp. 16–20, 2019.
- [13] S. Amuda, M. F. Mulya, and F. I. Kurniadi, "Analisis dan Perancangan Simulasi Perbandingan Kinerja Jaringan Komputer Menggunakan Metode Protokol Routing Statis, Open Shortest Path First (OSPF) dan Border Gateway Protocol (BGP) (Studi Kasus Tanri Abeng University)," *Jurnal SISKOM-KB (Sistem Komputer dan Kecerdasan Buatan)*, vol. 4, no. 2, 2021, doi: 10.47970/siskom-kb.v4i2.189.