



PENINGKATAN EFISIENSI JARINGAN INTERNET MENGGUNAKAN FIREWALL FORTIGATE STUDI KASUS PT JARVIS INTEGRASI SOLUSI

Daffa Bagus Radityo¹, April Rustianto²

^{1,2}Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi Terpadu Nurul Fikri
Jakarta Selatan, DKI Jakarta, Indonesia 12640
daff21107ti@student.nurulfikri.ac.id, april.rustianto@dosen.nurulfikri.ac.id

Abstract

PT Jarvis Integrasi Solutions often experiences unstable internet connections, which disrupt productivity. To address this, the company implemented SD-WAN (Software-Defined Wide Area Network) technology using the FortiGate 40F Firewall, replacing the previous Mikrotik gateway router. This SD-WAN feature enables smarter, more efficient network management by automatically adjusting settings based on connection quality and traffic load. The study used a quantitative method involving system design, SD-WAN configuration, and performance testing for failover and load balancing. Results showed that the FortiGate 40F significantly reduced downtime and improved network distribution. During failover tests, the system quickly switched to a backup path within 1–2 RTOs. Load balancing tests showed stable speeds, with inbound speeds of 7.21 Mbps and 7.17 Mbps and outbound speeds of 829.53 Kbps and 757.76 Kbps. Overall, SD-WAN optimized traffic usage and enhanced connection stability, offering clear benefits to the company's internet operations.

Keywords: Bandwidth Optimization, Failover, Load Balance, Network Stability, SD-WAN

Abstrak

Koneksi internet yang tidak stabil di PT Jarvis Integrasi Solutions sering dirasa mengganggu produktivitas perusahaan, sehingga mendorong PT Jarvis Integrasi Solutions untuk meningkatkan ketersediaan dan stabilitas jaringan internet. Menjawab adanya kebutuhan tersebut, penelitian ini mencoba menerapkan teknologi SD-WAN (*Software-Defined Wide Area Network*) pada perangkat *Firewall* FortiGate 40F di PT Jarvis Integrasi Solutions. *Firewall* FortiGate 40F digunakan untuk menggantikan *router gateway* Mikrotik dengan fitur SD-WAN yang memungkinkan manajemen jaringan yang lebih efisien dengan pengaturan otomatis yang didasarkan pada kualitas koneksi dan beban lalu lintas. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan mencakup tahapan perancangan sistem, konfigurasi SD-WAN, dan pengujian performa *failover* dan *load balance*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa teknologi SD-WAN *Firewall* FortiGate 40F dapat mendistribusikan jaringan secara merata dan mengurangi waktu *down time* secara signifikan. Pengujian *failover* menunjukkan bahwa sistem beralih otomatis ke jalur alternatif dalam waktu 1 hingga 2 RTO saat terjadi gangguan. Pengujian *load balance* menunjukkan kecepatan *inbound* 7.21 Mbps dan 7.17 Mbps, dan kecepatan *outbound* 829.53 Kbps dan 757.76 Kbps masing-masing. Pengujian juga menunjukkan pengoptimalan penggunaan beban *traffic* yang meningkatkan performa jaringan secara keseluruhan. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa penggunaan SD-WAN dapat meningkatkan stabilitas koneksi dan memberikan manfaat yang signifikan bagi operasional internet perusahaan.

Kata kunci: *Failover*, *Load Balance*, Optimasi *Bandwidth*, SD-WAN, Stabilitas Jaringan

1. PENDAHULUAN

PT Jarvis Integrasi Solusi adalah perusahaan di bidang Teknologi Informasi yang fokus pada penyediaan layanan konsultasi jaringan untuk memenuhi kebutuhan bisnis pelanggan. Perusahaan ini menawarkan perencanaan infrastruktur perangkat keras seperti *router*, *switch*, dan

firewall, serta migrasi perangkat usang untuk meningkatkan reliabilitas dan mengurangi risiko gangguan dalam proses bisnis klien.

Salah satu masalah utama yang dihadapi adalah *link* internet yang sering *down*, mengakibatkan operasional perusahaan

terhenti. Ketika terjadi gangguan, komunikasi melalui *email* dan akses ke layanan *cloud* terputus, sehingga karyawan tidak dapat melanjutkan pekerjaan. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan teknologi yang dapat menjaga ketersediaan jaringan internet, seperti teknik *load balance* dan *failover*. *Load balance* bertujuan untuk membagi beban lalu lintas jaringan secara merata di antara beberapa jalur atau sumber daya, sehingga setiap jalur dapat beroperasi secara optimal[1][10], sedangkan *failover* memastikan bahwa jalur cadangan dapat mengambil alih saat jalur utama mengalami masalah, meminimalkan *down time* jaringan[2].

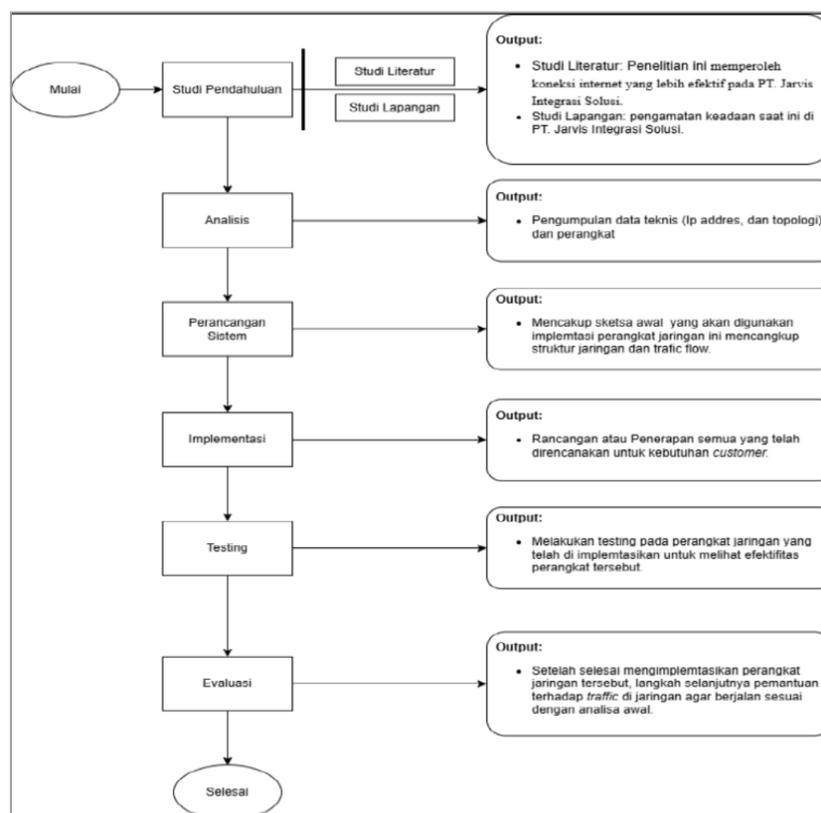
PT Jarvis Integrasi Solusi sebelumnya menggunakan teknologi *load balance* dengan perangkat Mikrotik, namun kurang efektif dalam mengalihkan jalur koneksi yang tidak stabil. Oleh karena itu, penulis mengusulkan penggantian *router gateway* Mikrotik dengan perangkat *firewall* Fortigate 40F yang didukung oleh teknologi SD-WAN. Teknologi SD-WAN memanfaatkan SLA (*Service Level Agreement*) untuk menentukan jalur internet terbaik berdasarkan kualitas koneksi dan beban lalu lintas, sehingga menyediakan *link* internet yang lebih efisien dan responsif.

2. METODE PENELITIAN

Pada bagian ini menguraikan aspek-aspek metodologi yang diterapkan dalam penelitian ini, mencakup langkah-langkah prosedural yang sistematis untuk memastikan kelancaran penelitian dari awal hingga akhir. Dijelaskan bahwa rancangan penelitian dimaksudkan untuk membantu analisis dan pelaksanaan implementasi dengan benar. Selain itu, dibahas jenis penelitian yang dipilih dan alasan mengapa mereka dipilih. Bagian ini juga membahas teknik analisis data, pengolahan dan pengumpulan data, dan implementasi dan evaluasi sistem. Selain itu, dijelaskan lingkungan pengembangan yang mendukung penelitian, serta jadwal dan durasi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan penelitian secara efektif.

2.1. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian merupakan kegiatan yang dilakukan dengan cara yang sistematis, terorganisir, dan terencana untuk mencapai tujuan tertentu. Proses ini dibagi menjadi beberapa bagian berdasarkan kerangka penelitian[3]. Untuk mencapai hasil yang diinginkan, penulis melakukan hal-hal pada gambar 1 di bawah ini sebagai berikut.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Pada gambar 1 terdapat rincian mengenai sejumlah langkah yang dilakukan pada penelitian ini:

2.1.1. Studi Pendahuluan

Tahapan studi pendahuluan dilakukan untuk memperluas pengetahuan peneliti mengenai masalah yang akan diteliti, memperoleh referensi, dan menyelidiki temuan dari studi

sebelumnya yang relevan dengan penelitian yang akan dilaksanakan.

A. Studi Literatur

Pada tahapan ini, data dari studi pendahuluan digunakan untuk menganalisis masalah teknis, termasuk koneksi dan efektivitas *load balance* yang ada. Data teknis, seperti

alamat IP, topologi jaringan, dan perangkat yang digunakan di PT Jarvis Integrasi Solusi dikumpulkan. Informasi ini sangat penting untuk memahami penerapan SD-WAN secara optimal.

B. Studi Lapangan

Pengamatan langsung dilakukan di PT Jarvis Integrasi Solusi untuk memahami kondisi saat ini, termasuk masalah berulang pada *link* internet dan ketidakefektifan *load balance* yang ada. Pada tahap pengumpulan data, metode kuantitatif digunakan untuk mengumpulkan informasi dan komentar dari pihak-pihak terkait di perusahaan. Tujuan dari studi ini adalah untuk memperoleh pemahaman yang lebih baik mengenai solusi yang dapat meningkatkan koneksi internet di PT Jarvis Integrasi Solusi, serta mendapatkan data aktual tentang kondisi koneksi internet yang akan menjadi dasar untuk tahapan selanjutnya.

2.1.2. Analisis

Pada tahapan ini, data dari studi pendahuluan digunakan untuk menganalisis masalah teknis, termasuk koneksi dan efektivitas *load balance* yang ada. Data teknis, seperti alamat IP, topologi jaringan, dan perangkat yang digunakan di PT Jarvis Integrasi Solusi, dikumpulkan. Informasi ini sangat penting untuk memahami penerapan SD-WAN secara optimal.

2.1.3. Perancangan Sistem

Berdasarkan hasil analisis, rencana sistem yang akan dilaksanakan adalah konfigurasi SD-WAN menggunakan Fortigate 40F. Desain awal sistem mencakup struktur jaringan baru yang berfokus pada pengaturan SD-WAN, memungkinkan dua ISP di PT Jarvis Integrasi Solusi untuk mengelola lalu lintas secara dinamis dan efisien. Untuk mencapai tujuan ini, SLA digunakan dengan konfigurasi *maximize bandwidth*, memastikan penggunaan kapasitas maksimal.

2.1.4. Implementasi

Setelah perancangan sistem selesai, tahap implementasi dimulai dengan mengonfigurasi fitur SD-WAN dan mengganti perangkat *router gateway* Mikrotik dengan Fortigate 40F. Semua rancangan yang dirancang untuk meningkatkan koneksi internet di PT Jarvis Integrasi Solusi diterapkan, termasuk konfigurasi SLA (*Service Level Agreement*) dengan metode *maximize bandwidth* untuk memilih jalur internet terbaik.

2.1.5. Testing

Setelah implementasi selesai, pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa SD-WAN Fortigate dapat mengatasi *failover* dengan baik jika salah satu koneksi mengalami masalah. Pengujian dilakukan dengan metode *failover* dan *load balance* untuk memastikan kelancaran pergantian jalur internet saat terjadi gangguan, serta mengukur pembagian

beban internet untuk mengevaluasi seberapa baik sistem mengelola *bandwidth* dari kedua ISP.

2.1.6. Evaluasi

Hasil tes dianalisis untuk menilai kinerja sistem dan memastikan bahwa solusi yang digunakan memenuhi tujuan penelitian. Setelah implementasi dan pengujian sistem selesai, pemantauan terus menerus dilakukan untuk memastikan bahwa lalu lintas jaringan berjalan sesuai rencana dan masalah koneksi telah teratasi dengan baik.

2.1.7. Selesai

Setelah semua tahapan selesai dan sistem berjalan sesuai harapan, penelitian ini dinyatakan selesai. PT Jarvis Integrasi Solusi diharapkan dapat memanfaatkan koneksi internet yang lebih stabil dan efisien.

2.2. Metode Analisis Data

Studi ini menerapkan metode kuantitatif, yang menggunakan data berbasis angka untuk mengukur dan menganalisis variabel yang relevan dengan kinerja jaringan[4]. Data kuantitatif yang digunakan mencakup angka, frekuensi, dan persentase, yang akan dianalisis secara statistik untuk menguji keandalan teknologi SD-WAN. Penelitian ini bersifat objektif dan mengikuti pendekatan ilmiah yang universal dalam ilmu kuantitatif, dengan penekanan pada pengecekan reliabilitas dan variabel-variabel penting yang mempengaruhi hasil[5].

Untuk memudahkan pengelompokan dan pemahaman tema yang muncul, peneliti akan mengkodekan data dengan menambahkan label atau kategori pada bagian-bagian yang relevan. Proses ini bertujuan untuk menemukan pola yang berulang, masalah utama, dan wawasan terkait penerapan serta kinerja SD-WAN di PT Jarvis Integrasi Solusi. Analisis tematik ini akan dilanjutkan dengan menyusun tema yang mencerminkan masalah, kesulitan, dan keuntungan utama yang ditemukan selama observasi, serta menafsirkan topik-topik tersebut untuk memperoleh pemahaman yang lebih baik mengenai pengaruh SD-WAN terhadap kualitas jaringan dan efektivitas solusi yang diterapkan.

2.3. Metode Pengumpulan Data

Studi ini menerapkan metode kuantitatif untuk mengumpulkan data dengan tujuan memperoleh informasi yang terukur mengenai penerapan teknologi SD-WAN menggunakan perangkat Fortigate di PT Jarvis Integrasi Solusi. Pengumpulan data dilakukan melalui dua tahap, yaitu observasi dan studi pustaka.

2.3.1. Observasi

Dalam lingkungan PT Jarvis Integrasi Solusi, observasi langsung akan dilakukan untuk mengamati kondisi jaringan internet yang menggunakan dua ISP, yaitu Indihome dan Oxygen. Perhatian khusus akan diberikan pada perilaku

jaringan sebelum dan sesudah penerapan SD-WAN, dengan fokus pada stabilitas koneksi dan respons sistem terhadap beban lalu lintas. Pengamatan ini memungkinkan peneliti untuk melihat secara langsung bagaimana teknologi SD-WAN mempengaruhi performa jaringan dalam berbagai kondisi operasional.

2.3.2. Studi Pustaka

Studi pustaka atau studi dokumentasi akan dilakukan pada dokumen teknis yang berkaitan dengan infrastruktur jaringan yang digunakan di PT Jarvis Integrasi Solusi. Dokumen-dokumen ini mencakup konfigurasi jaringan yang telah diterapkan, laporan kinerja jaringan sebelumnya, serta hasil uji coba *failover* dan pengukuran kecepatan internet. Studi ini sangat krusial untuk memperoleh pemahaman mengenai latar belakang teknis dan mengevaluasi perubahan yang terjadi setelah penerapan SD-WAN. Tahapan ini memungkinkan peneliti untuk mendapatkan pemahaman yang menyeluruh mengenai seberapa efektif teknologi SD-WAN dalam mengatasi masalah yang terus-menerus dan meningkatkan kinerja jaringan di PT Jarvis Integrasi Solusi.

2.4. Metode Pengujian

Pengujian ini dilakukan dengan pendekatan *black box testing*, yaitu teknik uji yang dilaksanakan tanpa perlu memiliki wawasan mengenai internal kerja aplikasi. *Black box testing* berfokus pada spesifikasi fungsional perangkat lunak[6]. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa fungsi dalam sistem berjalan dengan benar dan valid, serta untuk mengevaluasi respons sistem terhadap *input-input* tertentu[8]. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengevaluasi kemampuan teknologi SD-WAN pada perangkat Fortigate 40F dalam mengoptimalkan *load balance*, *failover* dan meningkatkan kinerja jaringan di PT Jarvis Integrasi Solusi.

2.4.1. Pengujian Failover

Pengujian *failover* adalah komponen utama yang digunakan untuk menilai keandalan teknologi SD-WAN. Proses ini memastikan bahwa sistem jaringan dapat secara otomatis berpindah ke rute koneksi alternatif saat terjadi kegagalan atau gangguan pada jalur utama, perangkat keras, atau jaringan[7]. Dalam konteks ini, teknologi SD-WAN pada perangkat Fortigate harus mampu mengalihkan *traffic* internet ke ISP lain[9] dengan cepat dan efisien, sehingga layanan internet tetap berjalan tanpa gangguan yang signifikan.

Untuk melakukan pengujian ini, jalur koneksi salah satu penyedia layanan internet (ISP) akan diputus secara sengaja untuk mensimulasikan kegagalan jaringan atau kondisi intermiten. Peneliti akan mengamati bagaimana SD-WAN mengatasi situasi tersebut, dengan tujuan mengetahui apakah sistem dapat mengalihkan *traffic* ke jalur lain tanpa mengganggu koneksi internet secara signifikan. Pengujian

ini sangat penting untuk menilai keandalan, kecepatan, dan efektivitas mekanisme *failover* dalam menjaga layanan internet PT Jarvis Integrasi Solusi tetap aktif. Berikut gambar 2 di bawah ini merupakan hasil pengujian *failover*.

```
C:\Users\PC>ping 8.8.8.8 -t

Pinging 8.8.8.8 with 32 bytes of data:
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=246
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=246
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=246
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=21ms TTL=246
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=21ms TTL=246
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=23ms TTL=246
Request timed out.
Request timed out.
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=22ms TTL=115
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=21ms TTL=115
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=20ms TTL=115
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=20ms TTL=115
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=19ms TTL=115
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=18ms TTL=115
```

Gambar 2. Hasil *Failover*

2.4.2. Pengujian Load Balance

Pengujian *load balance* akan dilakukan untuk mengevaluasi performa jaringan sebelum dan sesudah penerapan SD-WAN. Pengujian ini melibatkan pengukuran parameter penting seperti *throughput*, *latensi*, *jitter*, dan *packet loss* pada kedua jalur ISP. Pengujian dilakukan dalam berbagai kondisi beban lalu lintas untuk melihat bagaimana SD-WAN mengatur distribusi *traffic* secara optimal berdasarkan SLA (*Service Level Agreement*). Hasil pengujian akan dibandingkan untuk menilai apakah ada penekanan pada penggunaan SD-WAN sebagai *gateway*. Analisis ini sangat penting untuk memastikan bahwa SD-WAN mampu menangani kegagalan koneksi dengan *failover* dan proaktif mengoptimalkan penggunaan kedua jalur ISP untuk memastikan kinerja jaringan yang optimal. Berikut gambar 3 di bawah ini merupakan hasil pengujian *load balance*.



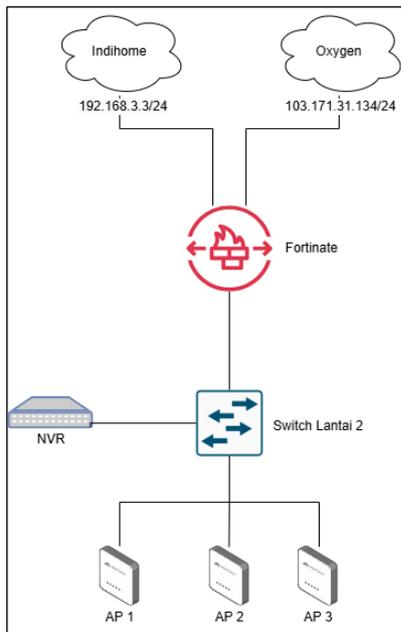
Gambar 3. Hasil *Load Balance*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini hasil penelitian dan pembahasan penelitian menjelaskan tentang hasil implementasi sistem yang dirancang berdasarkan masalah dan tujuan penelitian yang telah dirumuskan.

3.1 Rancangan Desain

3.1.1. Desain Topologi Jaringan



Gambar 4. Topologi Jaringan

Berikut gambar 4 di atas merupakan desain topologi SD-WAN yang berada di PT Jarvis Integrasi Solusi. Topologi jaringan yang di atas merupakan salah satu model SD-WAN yang digunakan. Berikut tabel 1 di bawah ini merupakan *addressing* dan *subnetting* pada jaringan SD-WAN yang dibangun.

Tabel 1. Jaringan

Perangkat	IP Address	Deskripsi
Modem 1 (Indihome)	192.168.3.3/24	Koneksi ke Modem 1
Modem 2 (Oxygen)	103.171.31.13/24	Koneksi ke Modem 2
Jaringan Lokal	192.168.12.0/24	Jaringan lokal
Client	192.168.12.1 – 254	Perangkat <i>client</i>
Ether LAN 2	192.168.12.1	Koneksi LAN ke <i>client</i>
Ether WAN 1	192.168.3.3	Koneksi WAN ke Modem 1 (Indihome)
Ether LAN (A)	103.171.31.13	Koneksi LAN ke Modem 2 (Oxygen)

Hasil analisis menunjukkan bahwa rencana sistem yang akan diterapkan mencakup konfigurasi SD-WAN menggunakan Fortigate 40F. Desain awal sistem ini mencakup struktur jaringan baru yang berfokus pada pengaturan SD-WAN, memungkinkan dua ISP yang ada di PT Jarvis Integrasi Solusi untuk mengelola lalu lintas secara dinamis dan efisien. Untuk mencapai tujuan ini, SLA digunakan dengan konfigurasi *maximize bandwidth* guna memastikan penggunaan kapasitas terbaik.

3.2. Implementasi

Implementasi konfigurasi SD-WAN pada perangkat Fortigate 40F di PT. Jarvis Integrasi Solusi dimulai dengan

memastikan semua *interface* WAN terhubung dengan benar. Akses ke antarmuka grafis Fortigate dilakukan melalui *browser* web, yang memungkinkan konfigurasi dan pemantauan jaringan secara efisien.

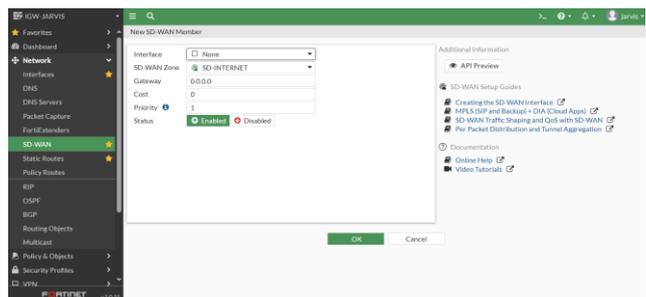
3.2.1. Tahap Awal Konfigurasi IP



Gambar 5. Konfigurasi IP

Pada gambar 5 tahap awal konfigurasi alamat IP pada perangkat yang digunakan untuk konfigurasi agar sesuai dengan *subnet* Fortigate. Setelah akses ke GUI Fortigate berhasil, konfigurasi *interface* WAN dilakukan dengan memasukkan parameter yang disediakan oleh ISP, termasuk alamat IP *static*, *subnet mask*, *gateway*, dan server DNS.

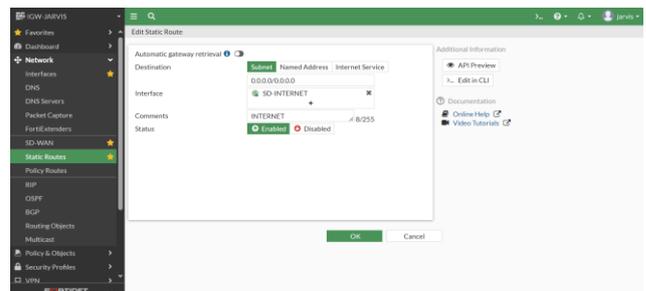
3.2.2. Konfigurasi SD-WAN



Gambar 6. Konfigurasi SD-WAN

Pada gambar 6 konfigurasi SD-WAN dilakukan dengan menambahkan *interface* WAN yang telah dikonfigurasi ke dalam pengaturan SD-WAN. Proses ini mencakup penambahan *member* SD-WAN dengan IP *Gateway* yang sesuai untuk masing-masing ISP, yang bertujuan untuk mengoptimalkan distribusi lalu lintas jaringan.

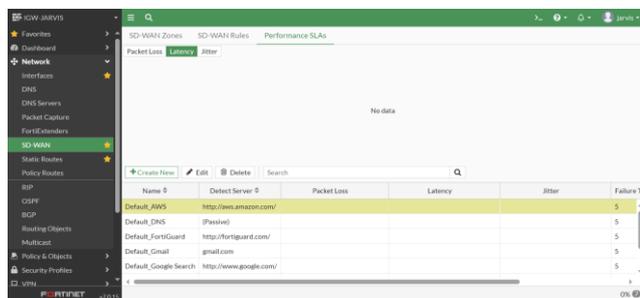
3.2.3. Konfigurasi Static Route



Gambar 7. Konfigurasi Static Route

Pada gambar 7 pengaturan *static route* dilakukan untuk memastikan bahwa semua lalu lintas jaringan diarahkan melalui interface SD-WAN yang telah ditentukan. Selain itu, kebijakan *firewall* dikonfigurasi untuk mengatur data antara *interface* yang berbeda, memastikan keamanan dan efisiensi dalam pengelolaan lalu lintas.

3.2.4. Konfigurasi Performance SLA (Service Level Agreement)



Gambar 8. Konfigurasi Performance SLA

Pada gambar 8 konfigurasi *performance SLA (Service Level Agreement)* diterapkan untuk memantau parameter kinerja jaringan seperti *latency*, *jitter*, dan *packet loss*. Hal ini penting untuk mengevaluasi performa setiap koneksi WAN dan memastikan bahwa SD-WAN dapat mengelola lalu lintas secara optimal berdasarkan SLA yang telah ditetapkan.

3.2.5. Hasil Parameter Monitoring

SLA Monitor_Internet			
	Packet Loss	Latency	Jitter
Monitor_Internet	50.00%	150.00ms	40.00ms
WAN2_OXYGEN (a)	0.00%	1.71ms	0.08ms
WAN1_Indihome (wan)	0.00%	3.39ms	0.75ms

Gambar 9. Parameter Monitoring

Pada gambar 9 setelah penerapan SD-WAN, pemantauan melalui SLA menunjukkan hasil yang signifikan. Jalur WAN2_OXYGEN mencatat *packet loss* 0.00%, *latency* 1.71 ms, dan *jitter* 0.08 ms, sementara WAN1_Indihome juga menunjukkan hasil baik dengan *packet loss* 0.00%, *latency* 3.39 ms, dan *jitter* 0.75 ms. Namun, pemantauan keseluruhan Monitor Internet menunjukkan *packet loss* 50.00%, *latency* 150.00 ms, dan *jitter* 40.00 ms, yang mengindikasikan potensi masalah pada koneksi internet. Implementasi SD-WAN diharapkan dapat meningkatkan keandalan dan efisiensi jaringan di PT Jarvis Integrasi Solusi, serta memberikan fleksibilitas dalam pengelolaan sumber daya jaringan.

3.3. Hasil Pengujian

Pada tahap ini, setelah melakukan konfigurasi yang telah dijelaskan sebelumnya, sistem diuji untuk memastikan

bahwa SD-WAN Fortigate dapat melakukan *failover* dengan baik jika salah satu koneksi mengalami masalah. Pengujian *failover* dilakukan untuk memastikan pergantian jalur internet yang lancar dalam kasus gangguan, sehingga layanan tetap berjalan tanpa gangguan signifikan. Selain itu, pengujian juga mencakup evaluasi *load balance* untuk memastikan bahwa sistem dapat mengelola distribusi *bandwidth* dari kedua ISP secara optimal. Dengan demikian, diharapkan SD-WAN dapat meningkatkan efisiensi dan keandalan jaringan di PT Jarvis Integrasi Solusi. Berikut tabel 2 merupakan hasil dari pengujian *failover*:

Tabel 2. Hasil Failover

No	Jalur Indihome	Jalur Oxygen	Hasil RTO (Jumlah Timeout)	Hasil
1.	Up	Down	2 RTO	failover berhasil
2.	Down	Up	1 RTO	failover berhasil
3.	Up	Down	2 RTO	failover berhasil
4.	Down	Up	2 RTO	failover berhasil
5.	Up	Down	1 RTO	failover berhasil

Pada tabel 2 menunjukkan jumlah terjadi *Request Timeout (RTO)* yang terjadi selama proses *failover*. Semakin sedikit RTO, semakin cepat dan lancar proses *failover*. Berikut tabel 3 di bawah ini adalah hasil dari pengujian *load balance*.

Tabel 3. Hasil Load Balance

No	Utilisasi	Indihome	Oxygen	Hasil
1.	inbound	7.96 Mbps	8.70 Mbps	Load balance berhasil
2.	outbound	976.78 Kbps	1.16 Mbps	Load balance berhasil
3.	inbound	6.69 Mbps	6.12 Mbps	Load balance berhasil
4.	outbound	616.52 Kbps	636.82 Kbps	Load balance berhasil
5.	inbound	6.98 Mbps	6.69 Mbps	Load balance berhasil
6.	outbound	895.30 Kbps	476.46 Kbps	Load balance berhasil

Pada tabel 3 Menunjukkan rata-rata *bandwidth* pada masing-masing jalur. *Outbound* menunjukkan rata-rata *bandwidth outbound* pada masing-masing jalur.

Seperti yang ditunjukkan pada tabel 2 dan tabel 3, menunjukkan bahwa pengalihan dari jalur utama ke jalur cadangan, serta distribusi beban jaringan, berjalan dengan baik. Sistem berhasil mengalihkan *traffic* dari jalur utama (Indihome) ke jalur cadangan (Oxygen) secara otomatis tanpa mengalami penundaan yang signifikan. Selain itu, sistem juga mampu membagi beban jaringan secara optimal antara kedua jalur tersebut. Dengan keberhasilan pengujian ini, sistem siap digunakan pada tahap operasional penuh, memberikan kestabilan, kinerja jaringan terbaik, dan efisiensi distribusi beban bagi PT Jarvis Integrasi Solusi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan rumusan masalah dan pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Arsitektur perangkat SD-WAN yang diterapkan di PT. Jarvis Integrasi Solusi menggunakan *firewall* Fortigate 40F sebagai pengelola utama jaringan. Fortigate berfungsi sebagai SD-WAN *controller* yang mengatur *traffic* dan mengelola beberapa jalur internet. Teknologi ini membagi beban *traffic* secara merata antara jalur-jalur tersebut, sementara *failover* otomatis memastikan kelancaran koneksi jika salah satu jalur mengalami gangguan. Dengan penerapan teknologi ini, PT Jarvis Integrasi Solusi dapat mengoptimalkan pengelolaan *traffic* jaringan melalui *load balance* dan *failover* otomatis, yang memungkinkan pemanfaatan jalur internet yang lebih efisien dan memastikan koneksi tetap stabil meskipun terjadi gangguan pada salah satu jalur.
- b. Teknik *failover* yang diterapkan terbukti sangat efektif dalam mengelola koneksi internet. Pengujian *failover* menunjukkan bahwa setiap kali terjadi gangguan pada satu jalur, sistem secara otomatis beralih ke jalur alternatif dengan waktu yang minimal, antara 1 hingga 2 RTO. Selain itu, pengujian *load balance* juga memperlihatkan distribusi *traffic* yang efisien antara jalur Indihome dan Oxygen, dengan rata-rata kecepatan *inbound* 7.21 Mbps untuk Indihome dan 7.17 Mbps untuk Oxygen, serta *outbound* masing-masing 829.53 Kbps dan 757.76 Kbps, Kedua teknik ini berhasil membagi beban *traffic* secara merata.

Saran dari penelitian agar implementasi SD-WAN terus dikembangkan dan disesuaikan dengan kebutuhan organisasi. Pemantauan rutin terhadap kinerja jaringan dan penyesuaian konfigurasi sangat penting untuk memastikan distribusi beban *traffic* tetap optimal seiring dengan perubahan penggunaan internet. Penelitian tambahan juga perlu dilakukan untuk menerapkan SD-WAN pada jaringan yang lebih kompleks dengan lebih banyak jalur koneksi dan jenis *traffic* yang berbeda, guna memberikan wawasan lebih dalam tentang kemampuan SD-WAN dalam mengatasi masalah yang lebih besar. Selain itu, pengujian SD-WAN pada berbagai skenario *traffic*, termasuk aplikasi seperti *streaming*, *video conferencing*, dan VoIP, akan membantu memahami kinerja SD-WAN dalam kondisi nyata dan mengidentifikasi metode untuk mengoptimalkan fitur ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Idham, Rodianto, and H. Wahyudi, "Implementasi Load Balancing Dan *Failover* Pada Jaringan Internet Menggunakan Metode Nth," *J. Inform. Teknol. dan Sains*, vol. 4, no. 3, pp. 131–136, 2022,

doi: 10.51401/jinteks.v4i3.1904.

- [2] M. Taufan, A. Zaen, and A. Tanton, "KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Analisis dan Implementasi Pengalihan Trafik Data (*Failover*) Akses Internet Pada Dua ISP," *Media Online*, vol. 4, no. 3, pp. 1726–1736, 2023, doi: 10.30865/klik.v4i3.1336.
- [3] B. S. Sulastio, H. Anggono, and A. D. Putra, "Sistem Informasi Geografis untuk menentukan Lokasi Rawan Macet di Jam Kerja pada Kota Bandar Lampung pada berbasis android," *J. Teknol. Dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 1, pp. 104–111, 2021.
- [4] D. C. Rahmadan, "Perancangan UI/UX Sistem Informasi Pendaftaran Anggota Pengurus Organisasi Kemahasiswaan Di STT Terpadu Nurul Fikri," 2024.
- [5] A. Suharsimi, "Prosedur Penelitian," vol. 2, no. 3, pp. 211–213, 2010.
- [6] A. Revandra and Y. Wirani, "Analisis dan Perancangan Sistem Repositori Tugas menggunakan Framework Website MVC Studi Kasus STT Terpadu Nurul Fikri," *J. Inform. Terpadu*, vol. 6, no. 2, pp. 89–95, 2020, doi: 10.54914/jit.v6i2.374.
- [7] T. Rahman, E. Sulistianto, A. Sudibyo, S. Sumarna, and B. Wijonarko, "Per Connection Classifier Load Balancing dan *Failover* MikroTik pada Dua Line Internet," *JIKA (Jurnal Inform.)*, vol. 5, no. 2, pp. 195–209, 2021.
- [8] A. A. Alimi, A. R. Adriansyah, dan P. Prima, "Pengembangan Sistem Deteksi Tuberkulosis pada Citra X-Ray Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN) dengan Framework Laravel", *j. inform. terpadu*, vol. 10, no. 2, hlm. 165–171, Okt 2024.
- [9] L. M. Silalahi, V. Amaada, S. Budiyanto, I. U. V. Simanjuntak, and A. D. Rochendi, "Implementation of auto failover on SD-WAN technology with BGP routing method on Fortigate routers at XYZ company," *Int. J. Electron. Telecommun.*, pp. 5–11, 2024.
- [10] M. J. R. Putra dan H. Saptono, "Penerapan Log Analyzer untuk Mengetahui Lalu Lintas Jaringan berbasis Elasticsearch, Logstash, dan Kibana", *j. inform. terpadu*, vol. 8, no. 1, hlm. 21–25, Mar 2022.