

OPTIMALISASI LAYANAN BANDWIDTH INTERNET MENGGUNAKAN TEKNOLOGI SD (*SOFTWARE DEFINED*)-WAN

Tofik Mardianto¹⁾, Ahmad Fitriansyah²⁾, Prasetyo Adi Nugroho³⁾
^{1,2,3}Prodi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi, ITB Swadharma

Correspondence author: P.A. Nugroho, pras_engineer@yahoo.co.id, Jakarta, Indonesia

Abstract

After the COVID-19 pandemic, the behavior of internet usage changed to online meetings, online use of Microsoft Office, and online use of storage media using Microsoft Sharepoint and OneDrive, so that the use of internet bandwidth increased from before. The purpose of this research is to optimize the Internet bandwidth of PT Netmarks Indonesia by utilizing SD-WAN technology. The research method used is field study, which involves conducting observations and interviews to get an overview of the current internet network conditions. Based on the results of the analysis conducted using the PIECES method, existing internet services are used to communicate and exchange information. There are 15 Mbps dedicated internet services and 20 Mbps broadband; access switches still have a capacity of 100 Mbps; there is no auto failover configuration for two internet services, so there is no internet backup and no load balancing or traffic steering settings. To overcome this problem, SD-WAN technology is applied with traffic steering and load balancing features using round-robin, 1 Gbps switches, replacing 15 Mbps dedicated internet services with 40 Mbps dedicated internet services, and adding 20 Mbps broadband internet services to 100 Mbps to optimize internet services. The results of this study indicate that internet access is much faster and the SD-WAN system can handle traffic simultaneously that has been load balanced, as evidenced by the local network speedtest getting results up to 900 Mbps and the internet network speedtest without bandwidth limitation getting results up to 140 Mbps, and can perform auto failover when one of the internet networks dies, as evidenced by the failover test with auto failover results for the live internet service.

Keywords: internet bandwidth, sd-wan, load balancing, auto failover

Abstrak

Setelah masa pandemi covid19 perilaku pemanfaatan internet berubah menjadi meeting secara *online*, penggunaan microsoft office serta pemanfaatan media penyimpanan secara *online* menggunakan microsoft *sharepoint* dan *onedrive* sehingga penggunaan *bandwidth* internet menjadi meningkat dari sebelumnya. Oleh karena itu perlu solusi agar permintaan akses layanan internet dari pengguna dapat diakomodasi dengan baik. Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan optimalisasi *bandwidth* Internet PT Netmarks Indonesia dengan memanfaatkan teknologi SD-WAN. Metode penelitian yang digunakan adalah Studi Lapangan dengan melakukan observasi dan wawancara untuk mendapatkan gambaran

terhadap kondisi jaringan internet yang ada saat ini. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan dengan menggunakan metode PIECES, layanan internet yang ada dimanfaatkan untuk melakukan komunikasi dan pertukaran informasi. Tersedia layanan internet *dedicated* 15 Mbps dan *broadband* 20 Mbps, *switch* akses masih berkapasitas 100 Mbps, tidak ada konfigurasi *auto failover* terhadap 2 layanan internet sehingga tidak ada internet *backup* serta tidak ada pengaturan *load balancing* dan *traffic steering*. Untuk mengatasi hal tersebut maka diterapkan teknologi SD-WAN dengan fitur *Traffic Steering* serta *load balancing* menggunakan *round-robin*, *switch* 1 Gbps, mengganti layanan internet *dedicated* 15 Mbps menjadi *dedicated* 40 Mbps dan menambahkan layanan internet *broadband* 20 Mbps menjadi 100 Mbps untuk mengoptimalkan layanan internet. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa akses internet sudah jauh lebih cepat dan sistem SD-WAN dapat menangani *traffic* secara bersamaan yang telah di *load balance* yang dibuktikan dengan *speedtest* jaringan lokal mendapatkan hasil hingga 900 Mbps dan *speedtest* jaringan internet tanpa limitasi *bandwidth* mendapatkan hasil hingga 140 Mbps serta dapat melakukan *auto failover* ketika salah satu jaringan internet mati yang dibuktikan dengan *failover test* dengan hasil *auto failover* ke layanan internet yang hidup.

Kata Kunci: internet *bandwidth*, sd-wan, *load balancing*, *auto failover*

A. PENDAHULUAN

Di era sekarang ini, kemajuan teknologi berkembang pesat, khususnya teknologi informasi. Perkembangan ini seiring dengan kemajuan teknologi komputer dan jaringan komputer yang dapat menghubungkan pengguna di seluruh dunia yang dikenal sebagai internet (Aulia et al., 2023). Penggunaan internet saat ini semakin meningkat dikarenakan internet memiliki banyak manfaat seperti menjadi sarana konektivitas dan komunikasi, akses informasi, pengetahuan, pembelajaran, pemetaan, kemudahan bisnis serta hiburan. Pada tahun 2023, kurang lebih 77% dari total penduduk Indonesia tercatat sebagai pengguna aktif internet (Kemp, 2023).

SD (*Software-Defined*) WAN merupakan sebuah jaringan canggih yang menciptakan jaringan hybrid untuk mengintegrasikan layanan *broadband* atau jaringan yang lainnya menjadi jaringan WAN perusahaan, tidak hanya tidak hanya hanya menangani beban kerja dan lalu lintas bisnis umum, namun juga mampu menjaga kinerja dan

keamanan *real-time* dan aplikasi sensitif (Wang, 2018).

Pada PT Netmarks Indonesia, peran internet setelah pandemi Covid19 menjadi sangat penting. Dikarenakan, semua informasi dan komunikasi dilakukan secara daring. Penyimpanan dokumen perusahaan sudah berubah menjadi elektronik dokumen yang disimpan di internet agar dapat diakses dimanapun dan kapanpun. Serta meeting dengan pelanggan dilakukan secara daring. Saat ini akses internet di perusahaan ini terasa lambat atau tidak stabil dengan menggunakan 2 layanan internet *dedicated* 15 Mbps untuk karyawan dan *broadband* 20 Mbps untuk tamu dan sudah menerapkan limitasi *bandwidth* untuk masing-masing pengguna serta terdapat permasalahan yang lain yaitu tidak ada backup internet ketika salah satu layanan internet mengalami gangguan. Saat ini perangkat klien yang digunakan oleh perusahaan ini sudah mendukung koneksi 1 Gbps. Akan tetapi untuk jaringan lokal area masih menggunakan *switch* dengan kapasitas 100 Mbps.

Bandwidth merupakan besaran yang menunjukkan seberapa banyak data yang dapat dilewatkan dalam koneksi melalui sebuah jaringan (Darmadi, 2019). Istilah ini berasal dari bidang teknik listrik, di mana *bandwidth* yang menunjukkan total jarak atau berkisar antara tertinggi dan terendah sinyal pada saluran komunikasi (band). *Bandwidth* menunjukkan volume data yang dapat di transfer per unit waktu. Sedangkan Data Transfer adalah ukuran lalu lintas data dari website (Aprilianto et al., 2023).

Internet (*Inter-Network*) merupakan sekumpulan jaringan komputer menghubungkan website/situs akademik, pemerintahan, bisnis, organisasi, dan individu (Irawadi et al., 2023). Internet menyediakan akses ke pelayanan telekomunikasi serta sumber informasi bagi jutaan user di seluruh dunia. Layanannya antara lain komunikasi langsung (email, chatting), diskusi (news, mailing list), sumber informasi terdistribusi (WWW, Gopher), login remote dan traffic file (Telnet, FTP) dan lainnya (Rusito, 2021).

Dari permasalahan tersebut maka peneliti melakukan analisa untuk mendapatkan *root cause* dari permasalahan layanan internet yang terjadi di perusahaan dan mencari solusi terhadap permasalahan yang saat ini terjadi supaya permintaan akses layanan internet dari user dapat diakomodasi dengan baik. Pada umumnya permasalahan internet terjadi dikarenakan *bandwidth* layanan internet yang kurang dikarenakan meningkatnya permintaan akses internet dari pengguna. Dan juga permasalahan dapat disebabkan oleh terjadinya *bottleneck* di jaringan lokal area karena penggunaan atau konfigurasi switch akses yang belum maksimal ataupun kapasitas switch akses yang masih terbatas.

Penelitian yang dilakukan oleh (Fauziah et al., 2022) mendapatkan hasil bahwa penerapan konsep *traffic steering* ke dalam jaringan SD-WAN dapat mengoptimalkan penggunaan 2 link internet. Pada penelitian ini, sistem berjalan memiliki 2 layanan internet. Akan tetapi, penggunaannya masih

belum optimal. Karena, seluruh alur trafik dari permintaan akses user masih melalui layanan internet ke-1 dengan ditunjukkannya hasil penggunaan *bandwidth* pada link WAN1 yang mencapai rata-rata 1.85 Mbps dengan penggunaan tertinggi mencapai ± 12.5 Mbps, sedangkan untuk WAN2-MNC hanya memiliki rata-rata sebesar 392 bps dengan penggunaan tertinggi mencapai 60 Kbps saja. Kemudian diterapkan *traffic steering* untuk membuat alur trafik dari permintaan akses user berubah sesuai dengan pengaturan yang telah diberikan yaitu alur trafik link WAN1-Lintasarta hanya digunakan untuk akses data official kantor dan alur trafik link WAN2-MNC digunakan untuk akses data sosial media, sehingga *bandwidth* pada link ISP WAN2 juga sudah mulai aktif digunakan, ini dibuktikan dengan penggunaan *bandwidth* pada link WAN 1 yang terpantau memiliki rata-rata sebesar 2.92 Mbps dengan penggunaan tertinggi mencapai 12 Mbps dan untuk WAN 2 memiliki rata-rata penggunaan *bandwidth* sebesar 5.78 Mbps dengan nilai tertinggi mencapai 12 Mbps setelah penerapan *traffic steering* dilakukan.

Penelitian lain yang dilakukan oleh (Fikri & Rifqi, 2023) mendapatkan hasil bahwa dengan menerapkan metode *load balance*, didapati hasil beban *traffic* antara kantor pusat dan kantor cabang berhasil dibagi dengan menggunakan kedua jalur VPN *IP Security* berdasarkan *rule* dan *threshold* yang ditentukan didalam teknologi SDWAN, sehingga dapat meningkatkan kualitas jaringan dan mengurangi kemacetan lalu lintas data dari *bandwidth* setiap jalur. Dapat diketahui dari *bandwidth* monitoring dan *traceroute*, bahwa metode *load balance* berhasil berjalan pada sistem yang sudah diimplementasikan. Dan penerapan metode *failover* didapati hasil, bahwasanya *traffic* antara kantor pusat dan kantor cabang dapat berpindah otomatis apabila terdapat salah satu jalur *down*. Dengan hasil pengujian yang didapat dalam *scenario failover*, sistem dan metode failover berhasil berjalan dengan menunjukkan maksimal RTO (*Request Time*

Out) 2x dan mampu mengurangi *downtime* sebesar 95% dari pengujian yang telah dilakukan. Kedua jalur mampu menangani beban *traffic* apabila salah satu diantaranya *down*.

Penelitian ini akan menerapkan teknologi SD-WAN dengan fitur *Traffic Steering* serta *load balancing* agar akses internet menjadi lebih cepat dan mampu menangani *traffic* secara bersamaan serta dapat melakukan *auto failover* ketika salah satu jaringan internet mati.

B. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian dan pengembangan melalui teknik pengumpulan data menggunakan teknik wawancara dan observasi (Sugiyono, 2021).

1. Metode Wawancara
Melakukan wawancara kepada Technical Manager perusahaan terkait penggunaan jaringan internet.
2. Observasi
Melakukan observasi terhadap kondisi sistem jaringan lokal dan ketersediaan internet yang ada di perusahaan dan melakukan penelitian terhadap sistem usulan yang diterapkan untuk menangani permasalahan internet. Poin observasi pada sistem yang berjalan adalah topologi jaringan, media transmisi, tipe perangkat, ip address dan bandwidth internet. Peralatan yang digunakan untuk pengujian jaringan pada saat observasi diantaranya adalah :
 - a. Ping Test
 - b. Speedtest
 - c. Failover Test
 - d. Application Test (Youtube, Online Meeting)
 - e. Cek Resource Usage perangkat
 - f. Cek penggunaan bandwidth internet sistem usulan.

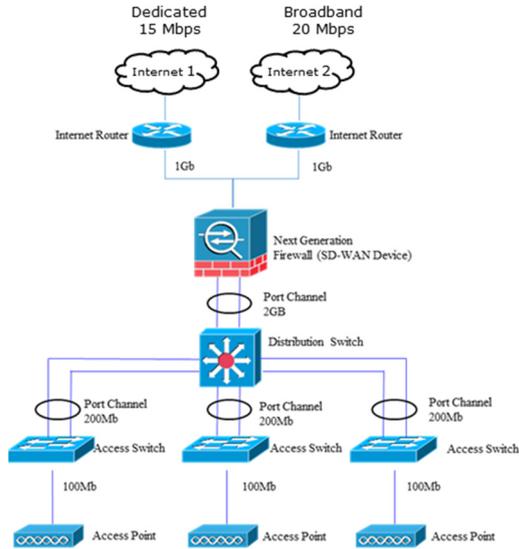
C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisa Jaringan Komputer Berjalan

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi yang dilakukan, berikut ini adalah kondisi lokal jaringan komputer yang ada di PT Netmarks Indonesia.

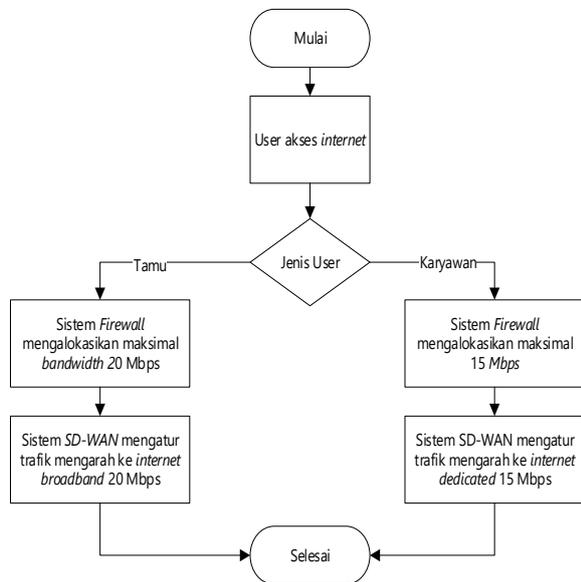
1. Media transmisi yang digunakan untuk menghubungkan antar perangkat adalah kabel *UTP (Unshielded Twisted Pair)* kategori 6 sudah support 1 *Gbps*.
2. Kartu jaringan seluruh perangkat (personal komputer dan *laptop*) sudah support koneksi 1 *Gbps*.
3. Media transmisi yang digunakan untuk menghubungkan perangkat klien tamu adalah sinyal radio *wireless* dan karyawan adalah kabel dan sinyal radio *wireless*.
4. Terdapat 2 layanan *internet* yaitu layanan *internet dedicated 15 mbps* dan *broadband 20 mbps* yang difungsikan untuk perangkat klien karyawan dan perangkat klien tamu.
5. Belum diterapkan mode *load-balancing* terhadap 2 layanan *internet*.
6. Terdapat 3 perangkat *access switch* yang digunakan untuk koneksi setiap lantai.
7. Terdapat 1 perangkat *distribution switch* yang berfungsi sebagai penghubung antara *switch* akses dan *firewall*.
8. Terdapat 2 pengelompokan IP Address menggunakan metode *VLAN* yang digunakan untuk menyediakan koneksi jaringan untuk karyawan dan tamu.
9. Autentikasi untuk kelompok jaringan karyawan menggunakan *password* sedangkan untuk tamu menggunakan *username & password* yang didaftarkan oleh *engineer*.
10. Hak akses yang diberikan untuk perangkat klien karyawan adalah dapat mengakses jaringan lokal (mengakses *printer* berbagi, *file* berbagi) dan jaringan *internet* sedangkan untuk tamu hanya dapat mengakses jaringan *internet*.

Topologi lokal area jaringan komputer yang digunakan perusahaan adalah topologi *star* seperti pada gambar 1 di bawah ini.



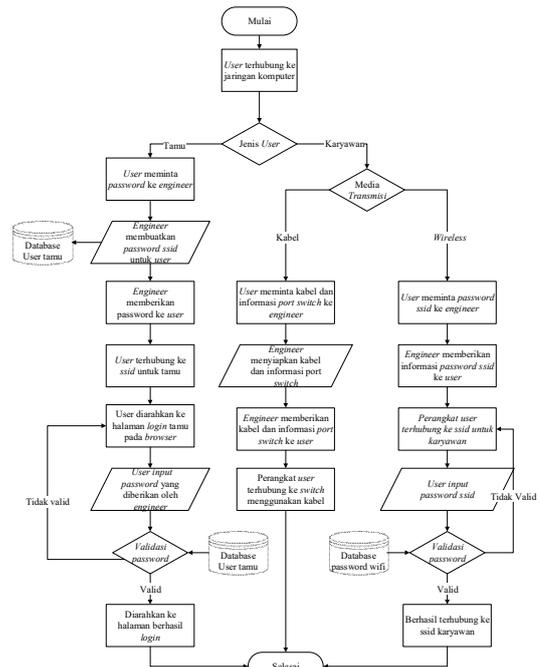
Gambar 1. Topologi lokal area jaringan komputer PT Netmarks Indonesia

Berdasarkan hasil analisis, gambar *flow chart* alokasi *internet* di perusahaan ini seperti pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. *Flow Chart* pengaturan *internet* untuk perangkat pengguna

Di bawah ini adalah *flow chart* sistem jaringan yang terdiri dari alur autentikasi perangkat klien karyawan User dan tamu.



Gambar 3. *Flow Chart* proses autentikasi jaringan

Jaringan Komputer Sistem Usulan

Berdasarkan hasil analisis kondisi jaringan yang berjalan, di bawah ini adalah kondisi jaringan komputer yang diusulkan untuk diterapkan.

- Mengatur penggunaan *bandwidth internet* untuk meningkatkan kualitas akses *internet* dengan menetapkan kebijakan *bandwidth internet*. Di bawah ini adalah contoh *bandwidth requirement* untuk *Web browsing* yang bersumber dari <https://www.highspeedinternet.com/how-much-internet-speed-do-i-need> dan *Teams Meeting* yang bersumber dari <https://learn.microsoft.com/en-us/microsoftteams/prepare-network>.

	Minimum
Email	1Mbps
Web browsing	3Mbps
Social media	3Mbps
Streaming SD video	3Mbps
Streaming HD video	5Mbps
Streaming 4K video	25Mbps
Online gaming	5Mbps

Gambar 4. *bandwidth requirements* untuk *Web Browsing*

	Minimum	Recommended	Best performance
Audio			
One-to-one	10/10	58/58	76/76
Meetings	10/10	58/58	76/76
Video			
One-to-one	150/150	1,500/1,500	4,000/4,000
Meetings	150/200	2,500/4,000	4,000/4,000
Screen sharing			
One-to-one	200/200	1,500/1,500	4,000/4,000
Meetings	250/250	2,500/2,500	4,000/4,000

Gambar 5. *bandwidth requirements* untuk *Teams Meeting*

Di bawah ini adalah perhitungan *bandwidth internet* yang dibutuhkan berdasarkan *bandwidth requirements* kebutuhan di atas.

Tabel 1. Kebijakan *bandwidth internet* yang diusulkan

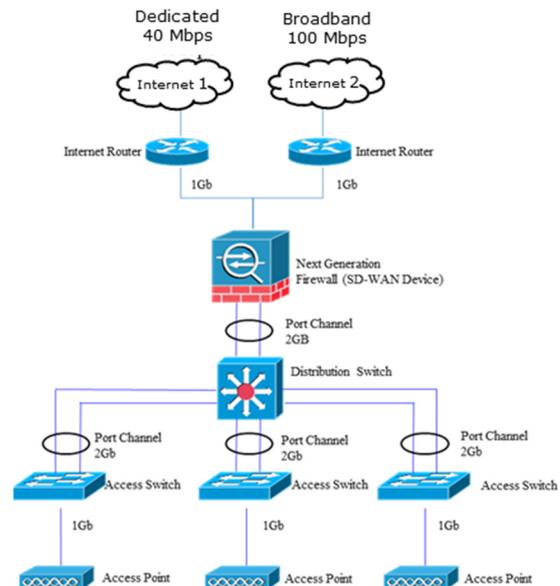
Kategori	Jenis User	Jenis Aplikasi	Max Concurrent User	Guaranteed Bandwidth per User	Total Kebutuhan Bandwidth
1	Karyawan	Video Conference	8	4 Mbps	32 Mbps
2		Web Browsing	36	3 Mbps	108 Mbps
3	Tamu	Web Browsing	10	3 Mbps	30 Mbps
Total Kebutuhan Bandwidth					130 Mbps

2. Meningkatkan layanan *internet dedicated* dari 15 Mbps menjadi 40 Mbps dengan memilih opsi mengganti vendor layanan *internet dedicated* untuk mendapatkan harga yang lebih murah dari harga saat ini berjalan
3. Menaikkan layanan *internet Broadband* 20 Mbps menjadi *Broadband* 100 Mbps
4. Melakukan pergantian *switch* akses dari kapasitas kecepatan 100 Mbps per-port dengan *switch* yang memiliki kapasitas kecepatan 1 Gbps per-port
5. Melakukan *load-balancing* terhadap 2 layanan *internet* dengan menggunakan fitur *SD-WAN Next-Generation Firewall*

dengan metode *round-robin* dikarenakan metode tersebut dapat membagi beban trafik *internet* ke masing-masing layanan *internet* dengan jumlah yang sama rata (50:50).

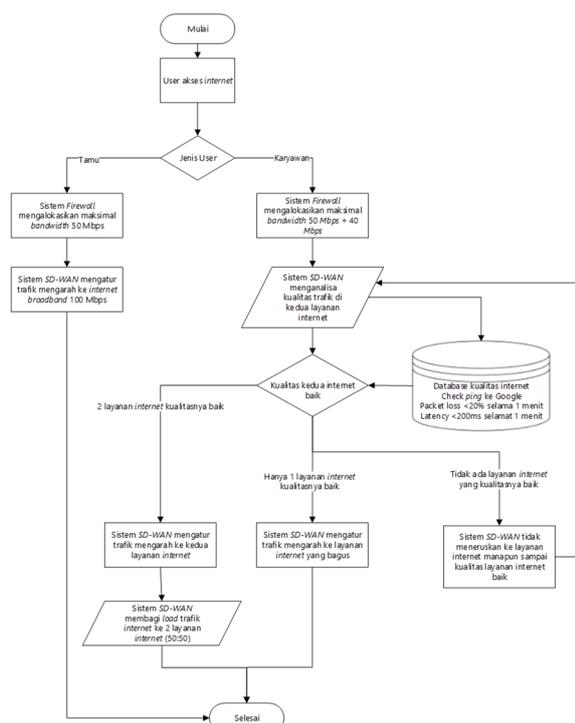
Pada desain topologi jaringan usulan dengan mengganti layanan *internet dedicated* dari 15 Mbps menjadi 40 Mbps dengan memilih opsi mengganti vendor layanan *internet dedicated* untuk mendapatkan harga yang lebih murah dari harga saat ini berjalan, Menaikkan layanan *internet Broadband* 20 Mbps menjadi *Broadband* 100 Mbps, Melakukan pergantian *switch* akses dari kapasitas kecepatan 100 Mbps per-port dengan *switch* yang memiliki kapasitas kecepatan 1 Gbps per-port

Di bawah ini adalah desain topologi lokal area jaringan pada sistem jaringan usulan.



Gambar 6. Desain topologi lokal area jaringan usulan

Di bawah ini adalah *flow chart* fitur *SD-WAN Next-Generation Firewall* yang diusulkan untuk mengatur trafik *internet*.



Gambar 7. Flow Chart fitur SD WAN Next-Generation Firewall

Konfigurasi Perangkat

Pada penerapan sistem usulan diperlukan konfigurasi perangkat pada perangkat *firewall sd-wan* dan *switch 1 Gbps*.

Berikut ini adalah konfigurasi Switch 1 Gbps yang akan diterapkan di perangkat sistem usulan.

Tabel 2. Konfigurasi Switch akses 1 Gbps

No.	Konfigurasi switch 1 Gbps
1	spanning-tree mode rapid-pvst
2	vlan database
3	vlan 1,11,192
4	hostname nmi01asw001
5	ip ssh server
6	interface GigabitEthernet1
7	storm-control broadcast level 10
8	storm-control multicast level 10
9	spanning-tree portfast trunk
10	spanning-tree bpduguard enable
11	switchport mode trunk
12	no macro auto smartport
13	interface range GigabitEthernet2-22

No.	Konfigurasi switch 1 Gbps
14	storm-control broadcast level 10
15	storm-control multicast level 10
16	spanning-tree portfast
17	spanning-tree bpduguard enable
18	interface range GigabitEthernet23-24
19	channel-group 1 mode auto
20	switchport mode trunk
21	interface Port-Channel1
22	spanning-tree link-type point-to-point
23	switchport mode trunk
24	ip default-gateway 10.0.0.3

Adapun beberapa konfigurasi firewall sd-wan yang akan diterapkan pada sistem usulan seperti di bawah ini.

1. Konfigurasi SD-WAN Zone

SD-WAN zone adalah konfigurasi zona untuk menentukan *interface* yang akan digunakan di dalam *SD-WAN Rules*. Konfigurasi *SD-WAN Zone* yang akan diterapkan ke dalam perangkat pada sistem usulan seperti gambar di bawah ini.

	Interfaces ⇅	Gateway ⇅
	virtual-wan-link	
	Underlay	
	[Broadband] (wan2)	192.168.1.1
	[Dedicated] (internal1)	10.93.64.1

Gambar 8. Konfigurasi SD-WAN Zone

Di dalam konfigurasi *SD-WAN Zone*, melakukan setting *interface internet dedicated* dengan nilai *cost* 0 dan *internet broadband* dengan nilai *cost* 10 yang berfungsi untuk menentukan nilai *cost* dari *interface* yang akan digunakan untuk melakukan setting SD-WAN Rules. Di dalam *SD-WAN Rules* terdapat metode *traffic steering* dengan menggunakan metode *lowest cost, interface* dengan nilai *cost* paling rendah yang akan menjadi prioritas atau link utama.

2. Konfigurasi SD-WAN Rules

Konfigurasi *SD-WAN Rules* digunakan untuk mengidentifikasi lalu lintas yang diinginkan, lalu merutekan lalu lintas berdasarkan strategi dan kondisi rute atau tautan antara dua perangkat. Dapat menggunakan banyak strategi untuk memilih *outgoing interface* dan banyak metode *Service Level Agreement (SLA)* untuk mengevaluasi kondisi layanan *internet*. Di bawah ini adalah konfigurasi *SD-WAN Rules* yang akan diterapkan pada perangkat di sistem usulan.

ID	Name	Source	Destination	Criteria	Members
2	Rules-Tamu	10.0.192.0/24	all		[Broadband] (wan2)
3	Rules-Manager-BOD	Manager & BOD-10.0.111.50	all	SLA	[Broadband] (wan2) [Dedicated] (internal1)
1	Rules-Karyawan	10.0.111.0/24	all	SLA	[Dedicated] (internal1) [Broadband] (wan2)

Gambar 9. Konfigurasi *SD-WAN Rules*

Di dalam konfigurasi *SD-WAN Rules*, terdapat 3 aturan jaringan *internet* yang diantaranya adalah *Rules-Tamu*, *Rules-Manager-BOD* dan *Rules-Karyawan*. Setiap *rules* memiliki aturan pendistribusian layanan *internet* masing-masing. *Rules-Tamu* digunakan untuk mendistribusikan layanan *internet* dari *VLAN* Tamu menggunakan layanan *internet broadband*. *Rules-Manager-BOD* digunakan untuk melakukan *traffic steering* dengan mendistribusikan layanan *internet* dari *IP Manager* dan *BOD* ke layanan *internet dedicated* sebagai link utama dan layanan *internet broadband* sebagai link *backup*. *Rules-Karyawan* digunakan untuk mendistribusikan layanan *internet* dari *VLAN* karyawan ke 2 layanan *internet* yaitu layanan *internet dedicated* dan *internet broadband* dengan melakukan *load balance* menggunakan metode *round-robin*.

3. Konfigurasi Performance SLA

Konfigurasi *performance SLA* digunakan untuk mengukur kualitas dari setiap layanan *internet*. Di dalam konfigurasi *performance SLA*, dilakukan pengukuran layanan *internet* mengarah ke *ip address google* yaitu 8.8.8.8 dengan *SLA target*

threshold, latency 250ms, jitter 100ms, packet loss 25%. Setiap layanan *internet* tidak boleh melebihi *SLA target threshold* yang telah ditentukan. Apabila layanan terdapat *internet* melebihi angka *SLA target threshold*, maka layanan *internet* tersebut dinyatakan sedang tidak stabil dan akses ke arah *internet* dialihkan ke layanan *internet* yang memenuhi kriteria dari *SLA target threshold*. Di bawah ini adalah konfigurasi *performance SLA* yang diterapkan pada perangkat di sistem usulan.

Gambar 10. Konfigurasi *Performance SLA*

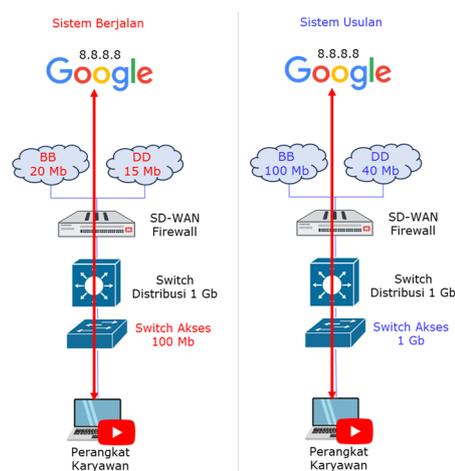
4. Konfigurasi Traffic Shaping Policy

Konfigurasi *Traffic Shaping* digunakan untuk melakukan limitasi *bandwidth* layanan *internet*. Di bawah ini adalah konfigurasi *Traffic Shaping Policy* yang diterapkan pada perangkat di sistem usulan.

Name	Source	Destination	To	Action	Shared Shaper	Reverse Shaper
Policy-Tamu	10.0.192.0/24	all	[Broadband] (wan2)	Apply Shaper	40 Mbps	40 Mbps
Policy-Manager-BOD	Manager & BOD-10.0.111.50	all	[Broadband] (wan2)	Apply Shaper	high-priority	high-priority
Policy-Karyawan-Dedicated	10.0.111.0/24	all	[Dedicated] (internal1)	Apply Shaper	40 Mbps	40 Mbps
Policy-Karyawan-Broadband	10.0.111.0/24	all	[Broadband] (wan2)	Apply Shaper	60 Mbps	60 Mbps

Gambar 11. Konfigurasi *Traffic Shaping Policy*

Di dalam konfigurasi *traffic shaping* yang akan diterapkan pada sistem usulan memiliki 3 *policy* yang diantaranya adalah *Policy-Tamu*, *Policy-Manager-BOD*, *Policy-Karyawan*. *Policy-Tamu* digunakan untuk melimitasi bandwidth layanan *internet broadband* dengan maksimal bandwidth 40 Mbps. *Policy-Manager-BOD* digunakan untuk melakukan setting prioritas paling tinggi terhadap *IP Address Manager* dan *BOD*. *Policy-Karyawan* digunakan untuk melakukan limitasi *bandwidth* layanan *internet dedicated* 40 Mbps dan *internet broadband* 60 Mbps.



Gambar 12. Skenario *ping test*

Hasil Pengujian Ping Test

Adapun *ping test* yang dilakukan dengan mengirimkan *packet ping* dari *pc* yang terhubung ke *switch* menuju *ip address* 8.8.8.8. Berikut ini adalah gambar skenario test yang dilakukan.

Ping test dilakukan untuk mengetahui kualitas *internet*. Berdasarkan hasil yang didapat seperti pada tabel 3 dan 4 dibawah ini, kualitas *internet* pada sistem usulan menggunakan 2 *internet* ataupun 1 *internet* hasil pengujian adalah OK dengan parameter tidak ada *packet loss* dan *latency* tidak lebih dari 100ms dan *latency* lebih baik dibandingkan dengan hasil *ping* sistem berjalan.

Tabel 3. Hasil *Ping Test* jaringan berjalan

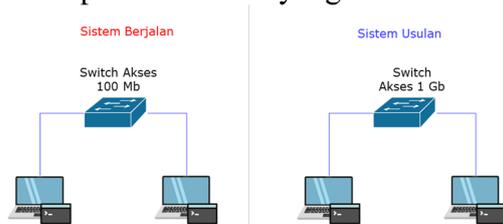
No.	Source	Destination	Internet Line	Hasil				Status
				Min (ms)	Ave (ms)	Max (ms)	Packet Loss	
1	PC Karyawan	8.8.8.8	Internet 1 DD + Internet 2 BB	18	19	19	0	OK
2	PC Karyawan	8.8.8.8	Internet 1 DD	15	18	19	0	OK
3	PC Karyawan	8.8.8.8	Internet 2 BB	18	19	20	0	OK
4	PC Tamu	8.8.8.8	Internet 2 BB	16	17	26	0	OK

Tabel 4. Hasil *Ping Test* Jaringan Usulan

No.	Source	Destination	Internet Line	Hasil				Status
				Min (ms)	Ave (ms)	Max (ms)	Packet Loss	
1	PC Karyawan	8.8.8.8	Internet 1 DD	46	124	158	0	OK
2	PC Tamu	8.8.8.8	Internet 2 BB	46	124	158	0	OK

Speedtest

Adapun *speedtest* dilakukan dalam cakupan jaringan lokal area yang dilakukan untuk melakukan perbandingan antara sistem berjalan dan sistem usulan setelah melakukan pergantian *switch* 100 Mbps menjadi *switch* 1 Gbps dengan menggunakan utilitas '*iperf*'. Berikut ini adalah gambar skenario *speedtest* kedua yang dilakukan.



Gambar 13. Skenario *speedtest* kedua cakupan jaringan lokal area

Berdasarkan hasil yang didapat seperti pada tabel 5 dan gambar 14 dan 15 dibawah ini, pergantian *switch* akses 100 Mbps menjadi *switch* akses 1 Gbps sudah OK dengan parameter *bandwidth* yang didapat pada sistem usulan jauh lebih besar dari *bandwidth* yang didapat pada sistem berjalan.

```

C:\Users\Administrator.NMI\Downloads\iperf-3.1.3-win64>iperf3.exe -c 10.0.0.178
Connecting to host 10.0.0.178, port 5201
[ 4] local 10.0.0.149 port 58817 connected to 10.0.0.178 port 5201
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[ 4] 0.00-1.00    sec  8.38 MBytes  70.2 Mbits/sec
[ 4] 1.00-2.00    sec  11.5 MBytes  96.4 Mbits/sec
[ 4] 2.00-3.00    sec  11.2 MBytes  94.4 Mbits/sec
[ 4] 3.00-4.00    sec  11.5 MBytes  96.5 Mbits/sec
[ 4] 4.00-5.00    sec  11.6 MBytes  97.5 Mbits/sec
[ 4] 5.00-6.00    sec  11.5 MBytes  96.4 Mbits/sec
[ 4] 6.00-7.00    sec  11.6 MBytes  97.5 Mbits/sec
[ 4] 7.00-8.00    sec  11.8 MBytes  98.6 Mbits/sec
[ 4] 8.00-9.00    sec  11.5 MBytes  96.5 Mbits/sec
[ 4] 9.00-10.00   sec  11.6 MBytes  97.6 Mbits/sec
-----
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[ 4] 0.00-10.00   sec  112 MBytes  94.2 Mbits/sec  sender
[ 4] 0.00-10.00   sec  112 MBytes  94.1 Mbits/sec  receiver
iperf Done.
  
```

Gambar 14. hasil *speedtest* menggunakan *iperf* pada sistem berjalan

```

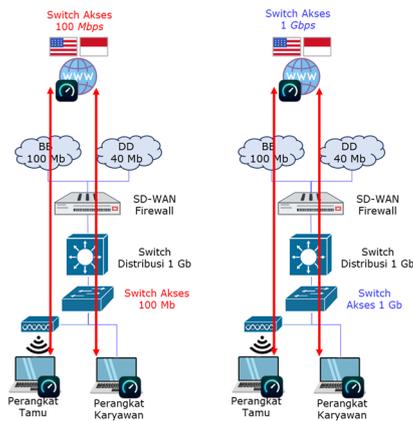
C:\Users\Administrator.NMI\Downloads\iperf-3.1.3-win64>iperf3.exe -c 10.0.0.178
Connecting to host 10.0.0.178, port 5201
[ 4] local 10.0.0.149 port 49964 connected to 10.0.0.178 port 5201
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[ 4] 0.00-1.00    sec  109 MBytes  916 Mbits/sec
[ 4] 1.00-2.00    sec  108 MBytes  902 Mbits/sec
[ 4] 2.00-3.00    sec  108 MBytes  910 Mbits/sec
[ 4] 3.00-4.00    sec  109 MBytes  912 Mbits/sec
[ 4] 4.00-5.00    sec  108 MBytes  909 Mbits/sec
[ 4] 5.00-6.00    sec  107 MBytes  895 Mbits/sec
[ 4] 6.00-7.00    sec  108 MBytes  910 Mbits/sec
[ 4] 7.00-8.00    sec  109 MBytes  913 Mbits/sec
[ 4] 8.00-9.00    sec  108 MBytes  910 Mbits/sec
[ 4] 9.00-10.00   sec  109 MBytes  913 Mbits/sec
-----
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[ 4] 0.00-10.00   sec  1.06 GBytes  909 Mbits/sec  sender
[ 4] 0.00-10.00   sec  1.06 GBytes  909 Mbits/sec  receiver
iperf Done.
  
```

Gambar 15. Hasil *speedtest* menggunakan *iperf* pada sistem usulan

Tabel 5. Hasil *speedtest* menggunakan *iperf*

No	Source	Destination	Hasil	
			Upload	Download
Sistem Berjalan (Menggunakan Switch 100 Mbps)				
1	PC Kary	PC Kary	94,1 Mbps	94,2 Mbps
Sistem Usulan (Menggunakan Switch 1 Gbps)				
2	PC Kary	PC Kary	909 Mbps	909 Mbps

Adapun *speedtest* kedua yang dilakukan untuk mengukur kualitas jaringan *internet* dan melakukan perbandingan antara *switch* 100 Mbps dan *switch* 1 Gbps dengan menggunakan alat *speedtest* dari website "*speedtest.net*" untuk mengetahui besar *internet bandwidth* ketika menggunakan 2 *internet* ataupun 1 *internet*. Berikut ini adalah gambar skenario yang dilakukan untuk melakukan *test speedtest*.



Gambar 16. Skenario *speedtest*

Berdasarkan hasil yang didapat seperti pada tabel di bawah ini, konfigurasi *SD (Software-Defined) WAN* sudah berhasil dan hasil pengujian adalah OK dengan parameter *bandwidth* yang didapat lebih dari 80% dari total *bandwidth* yang dialokasikan.

Tabel 6. Hasil *Speedtest* sistem berjalan dan sistem usulan

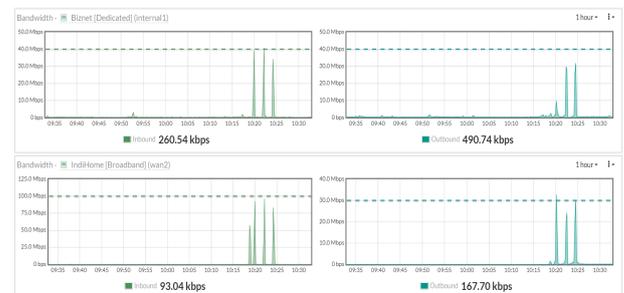
No.	Source	Applicati on	Scenario	Status
1	PC Karyawan	Youtube	Memutar video 4K	Tidak buffering
2	PC Karyawan	Online Meeting	Share screen video dan audio	OK (Lancar) dan OK (Lancar)

Adapun *speedtest* ketiga dalam cakupan *internet* dari PC karyawan dilakukan untuk menguji fitur *load balancing* dari sistem *SD-WAN* dengan kondisi tidak ada limitasi yang diaplikasikan di dalam sistem *SD-WAN* agar mendapatkan *bandwidth* maksimal dari kedua layanan *internet*. Berdasarkan hasil yang didapat seperti pada tabel 7 di bawah, sistem *SD-WAN* berhasil melakukan *load balancing* terhadap dua layanan *internet* dengan menggunakan metode *round robin*.

Tabel 7. Hasil *Speedtest* tanpa limitasi *bandwidth* pada sistem usulan

Source	Destination Server	Internet Line	Hasil	
			Upload	Download
PC Kary	Telkom (Jakarta)	Internet 1	78.02	138,75
		Internet 2		
		BB (140 Mbps)		

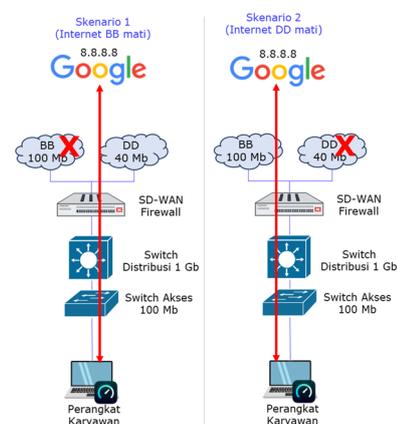
Berikut ini adalah *monitoring bandwidth* ketika *speedtest* tanpa alokasi *bandwidth* dilakukan. Berdasarkan hasil *monitoring*, *SD (Software-Defined) WAN* melakukan *bandling* terhadap 2 *internet*.



Gambar 17. *Monitoring Bandwidth* ketika *speedtest* tanpa alokasi *bandwidth*

Failover Test

Adapun *failover test* dilakukan dengan mematikan dan menyalakan kembali masing-masing *internet*. Hal ini dilakukan untuk melakukan pengetesan terhadap sistem yang melakukan automasi ketika salah satu *internet* mati. Berikut ini adalah gambar skenario *failover test* yang dilakukan.



Gambar 18. Skenario *failover test*

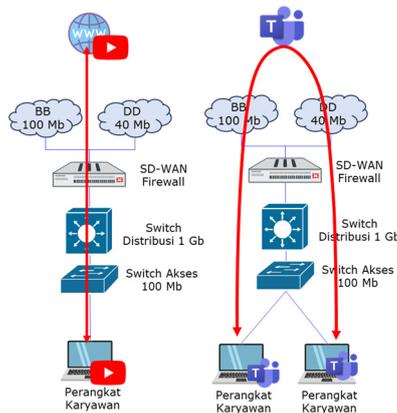
Berdasarkan hasil pengujian terhadap *failover test* seperti pada tabel di bawah ini adalah OK dengan parameter tidak ada *packet loss* ketika salah satu *internet line* terputus.

Tabel 8. Hasil *Failover Test*

No	Source	Destination	Activity	Skenario	Packet Loss
1	PC Kary	8.8.8.8	Ping	Internet Broadband Mati	0
2	PC Kary	8.8.8.8	Ping	Internet Broadband Nyala	0
3	PC Kary	8.8.8.8	Ping	Internet Dedicated Mati	0
4	PC Kary	8.8.8.8	Ping	Internet Dedicated Nyala	0

Application Test (Youtube, Online Meeting)

Adapun *Application Test* ini dilakukan dengan mengakses ke halaman pemutaran video *youtube.com* dengan menjalankan video 4K dan melakukan *teams meeting*. Berikut ini adalah gambar skenario *application test* yang dilakukan pada test ini.



Gambar 19. Skenario *Application test*

Berdasarkan hasil pengujian terhadap *application test* seperti pada tabel 8 di bawah ini adalah OK dengan parameter tidak ada *video buffering* dan *online meeting* berjalan dengan lancar, *voice* dan *video* tidak ada yang terputus.

Tabel 9. Hasil *Application Test*

No.	Source	Destination	Activity	Skenario	Packet Loss
1	PC Kary	8.8.8.8	Ping	Internet Broadband Mati	0
2	PC Kary	8.8.8.8	Ping	Internet Broadband Nyala	0
3	PC Kary	8.8.8.8	Ping	Internet Dedicated Mati	0
4	PC Kary	8.8.8.8	Ping	Internet Dedicated Nyala	0

Resource Usage Perangkat Firewall SD-WAN

Berikut ini adalah *CPU & Memory Usage* perangkat firewall. Berdasarkan hasil di bawah, *CPU & Memory Usage* perangkat *Firewall SD-WAN* saat ini masih 47% sehingga perangkat dapat berjalan dengan normal.



Gambar 20. Grafik penggunaan *CPU & Memory* perangkat firewall

Monitoring Bandwidth Internet pada sistem usulan

Berikut ini adalah *monitoring* pemakaian *bandwidth internet* pada sistem usulan. Layanan *internet* sistem usulan *dedicated* 40 *Mbps* dan *broadband* 100 *Mbps* dapat mengakomodasi permintaan akses dari pengguna dan utilisasi penggunaan *bandwidth internet* tidak lebih dari 50% dan seluruh permintaan layanan akses *internet* berasal dari aplikasi pekerjaan yang digunakan seperti *Office365*, *Sharepoint*, dll.



Gambar 21. Grafik penggunaan *bandwidth* internet pada sistem usulan.

D. PENUTUP

Dari hasil perancangan sistem SD (*Software-Defined*) WAN dan Switch 1 Gbps ditemukan bahwa penggunaan internet setelah masa pandemi meningkat karena penggunaan aplikasi serta pemanfaatan media penyimpanan secara *online*.

Switch 1 Gbps dan sistem SD-WAN dapat meningkatkan performa koneksi internet karena memiliki kapasitas yang cukup untuk mengirim permintaan akses layanan internet dari setiap pengguna tanpa adanya hambatan atau kemacetan *traffic* pada lokal area jaringan serta mengoptimalkan layanan internet dengan menggunakan fitur sistem SD-WAN yaitu *Traffic Steering*, *Performance SLA*, *Load Balancing* dan *Backup Internet*.

Kapasitas *switch* dapat mempengaruhi kualitas layanan internet dikarenakan perangkat pertama yang dilewati oleh pengguna adalah *switch* lokal jaringan. Dengan memiliki kapasitas *switch* yang besar, dapat menghindari hambatan atau kemacetan *traffic* pada lokal area jaringan.

Sistem SD (*Software-Defined*) WAN dapat melakukan *auto failover* atau *auto switching* dengan memanfaatkan fitur *Performance SLA* untuk pengecekan kualitas dan kondisi layanan internet dan fitur SD-WAN untuk mengatur jalur internet. Sistem SD WAN dapat mengoptimalkan layanan internet dengan melakukan *load balancing* terhadap 2 layanan internet dengan

menggunakan metode *traffic steering* dan *round-robin*.

Untuk menjaga kualitas akses internet diharapkan dapat melakukan *preventive maintenance* secara berkala selama 2 minggu sekali untuk mencegah terjadinya potensi kerusakan terhadap perangkat jaringan yang digunakan. Serta melakukan analisa lanjutan terkait kebutuhan *bandwidth* internet apabila terdapat penambahan jumlah karyawan yang akan berpengaruh terhadap kebutuhan akses internet yang lebih dari *buffer bandwidth* internet yang tersedia pada sistem usulan yaitu 10 Mbps.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Aprilianto, M. R., Anggoro, D., & Hidayat, A. (2023). Perancangan Manajemen *Bandwidth* Berbasis Mikrotik OS Pada Sentra Layanan Universitas Terbuka Gajah Mada. *JIKI : Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika*, 4(2), 164–172.
<https://doi.org/10.24127/jiki.v4i2.4524>
- Aulia, B. W., Rizki, M., Prindiyana, P., & Surgana, S. (2023). Peran Krusial Jaringan Komputer dan Basis Data dalam Era Digital. *JUSTINFO : Jurnal Sistem Informasi Dan Teknologi Informasi*, 1(1), 9–20.
<https://doi.org/10.33197/justinfo.voll.i.ss1.2023.1253>
- Darmadi, E. A. (2019). Manajemen *Bandwidth* Internet Menggunakan Mikrotik Router di Politeknik Tri Mitra Karya Mandiri. *Jurnal IKRA-ITH Teknologi*, 3(3), 7–13.
- Fauziah, A. D. N., Nirwana, H., Litha, A., & Mahjud, I. (2022). Analisis Penerapan Teknologi *Traffic Steering* SD-WAN Menggunakan Perangkat FortiGate. *Jurnal Teknologi Elektroika*, 19(2), 97–105.
<https://doi.org/10.31963/elekterika.v6i>

2.3478

Fikri, M., & Rifqi, M. (2023). Implementasi VPN Antar Cabang Menggunakan Teknologi SDWAN dengan Metode Load Balance (Studi Kasus: PT. Mitra Solusi Infokom). *JTIK: Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 10(1), 105–114.
<https://doi.org/10.25126/jtiik.20231015236>

Irawadi, S., Yanuarti, E., Perkasa, E. B., Maxrizal, M., & Wahyuningsih, D. (2023). Implementasi Jaringan Komputer Untuk Mengakses Aplikasi Raport Digital Dari Jarak Jauh. *LEDGER : Journal Informatic and Information Technology*, 2(2), 105–112.

Kemp, S. (2023). *Digital 2023: Indonesia*. Datareportal.Com.
<https://datareportal.com/reports/digital-2023-indonesia>

Rusito. (2021). *Teknologi Internet, Dasar Internet, Internet of Things (IOT) dan Bahasa HTML*. Semarang : Yayasan Prima Agus Teknik.

Sugiyono. (2021). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D, Cetakan Ketiga*. Bandung : Alfabeta.

Wang, D. W. (2018). *Software Defined-WAN for the Digital Age: A Bold Transition to Next Generation Networking*. Boca Raton : CRC Press.