

Peningkatan Jaringan Komunikasi Tertutup Berbasis Seluler Dengan Agregasi Multi Link : Studi Kasus PT. Solusi Media Semesta

Fadlul Iman¹, Elin Panca Saputra^{2*}, Aryo Tunjung Kusumo³, Sismadi⁴

^{1,2,3,4} Universitas Bina Sarana Informatika
Jl. Kramat Raya No.98 Kwitang, Kec. Senen, Jakarta Pusat, Indonesia

e-mail: fadluliman8@gmail.com, elin.epa@bsi.ac.id, aryo.atk@bsi.ac.id, sismadi.ssm@bsi.ac.id

(*) Corresponding Author

Artikel Info : Diterima : 03-08-2023 | Direvisi : 03-05-2024 | Disetujui : 25-06-2024

Abstrak - Peningkatan kebutuhan akan jaringan komunikasi tertutup berbasis seluler di lingkungan perusahaan semakin menjadi fokus utama bagi banyak organisasi, termasuk PT. Solusi Media Semesta Jakarta. Dalam menghadapi tantangan komunikasi yang semakin kompleks dan meningkatnya permintaan data, perusahaan ini berupaya untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja jaringan komunikasinya. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki potensi penggunaan agregasi multi-link sebagai solusi untuk meningkatkan jaringan komunikasi seluler di PT. Solusi Media Semesta Jakarta. Metode agregasi menjadi solusi untuk diterapkan, karena Metode agregasi multi-link memungkinkan penggabungan beberapa jalur komunikasi untuk mencapai peningkatan kecepatan, ketersediaan, dan keandalan jaringan selain itu juga dapat menggabungkan beberapa *link* jaringan secara fisik menjadi sebuah *link* logis berupa tunggal, sehingga dapat meningkatkan kapasitasnya. Studi ini akan melibatkan analisis dan pengujian berbagai skenario menggunakan teknologi agregasi multi-link dalam lingkungan jaringan tertutup berbasis seluler milik perusahaan. Pengukuran performa jaringan akan dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas dari solusi yang diimplementasikan. Selain itu, faktor-faktor teknis dan keuangan juga akan dipertimbangkan untuk memastikan kelayakan dan efisiensi dari solusi yang diusulkan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang berharga bagi PT. Solusi Media Semesta Jakarta dan organisasi lainnya dalam mengoptimalkan jaringan komunikasi tertutup mereka dengan menggunakan teknologi agregasi multi-link. Dengan demikian, perusahaan dapat meningkatkan produktivitas, mengurangi downtime, dan meningkatkan kualitas layanan bagi pelanggan dan pengguna internal mereka.

Kata kunci : Peningkatan, Seluler, Multi Link

Abstracts - The increasing need for closed, cellular-based communications networks in corporate environments is increasingly becoming a major focus for many organizations, including PT. Jakarta Universal Media Solutions. In facing increasingly complex communication challenges and increasing data demands, the company is working to improve the efficiency and performance of its communications network. This research aims to investigate the potential of using multi-link aggregation as a solution to improve cellular communication networks in PT. Jakarta Universal Media Solutions. The aggregation method is a solution to be implemented, because the multi-link aggregation method allows combining several communication lines to achieve increased network speed, availability and reliability. Apart from that, it can also physically combine several network links into a single logical link, so as to increase its capacity. This study will involve analyzing and testing various scenarios using multi-link aggregation technology in an enterprise cellular-based closed network environment. Network performance measurements will be carried out to evaluate the effectiveness of the implemented solutions. Additionally, technical and financial factors will also be considered to ensure the feasibility and efficiency of the proposed solution. It is hoped that the results of this research will provide valuable insight for PT. Solusi Media Semesta Jakarta and other organizations in optimizing their closed communications networks using multi-link aggregation technology. In this way, companies can increase productivity, reduce downtime, and improve the quality of service for their customers and internal users.

Keywords : Upgrade, Mobile, Multi Link



PENDAHULUAN

Seiring dengan kemajuan teknologi komunikasi dengan kecepatan data yang mumpuni dan handal, salah satu upaya untuk menjaga kualitas jaringan yang diberikan kepada pelanggan adalah menggunakan system multi-link yang membantu mengatasi gangguan yang sering dialami oleh pelanggan. maka dengan pertumbuhan dan perluasan teknologi, tuntutan komunikasi saat ini menjadi hal yang paling penting (Nurmiati, Surimi, & Subardin, 2022) Karena pada sebuah Jaringan bersifat dinamis dan memerlukan pembaruan dalam pengoperasiannya (Dan, Songtao, Konglin, & Shutao, 2017). PT Solusi Media Semesta meluncurkan produk Managed Service Modem Router yang mengusung dual simcard atau lebih dari operator seluler yang berbeda, dengan metode bandwidth aggregation. Produk ini sangat memperhatikan unjuk kerja router itu sendiri, baik dalam hal kehandalan maupun fungsi yang sangat dibutuhkan dalam jaringan komunikasi data (Ginting & Hadi, 2020). Penyedia Layanan Internet, sering kali dipekerjakan di sektor korporasi karena mereka menawarkan layanan yang efisien dan mudah beradaptasi serta dapat digunakan secara nirkabel (Saputra et al., 2023). Agregasi data adalah metode pengurangan yang efektif volume transmisi data dan meningkatkan masa pakai jaringan (Li et al., 2018).

Kemajuan teknologi telekomunikasi dan komputer sangat dipercepat dengan inovasi-inovasi yang semakin ditingkatkan (Arnita & Farid, 2020). Secara umum, modem yang menggunakan dua kartu terbukti lebih baik daripada modem yang hanya menggunakan satu kartu. Namun, hal ini bukan berarti modem tersebut tidak mengalami masalah atau gangguan ketika modem tersebut sedang digunakan oleh pelanggan untuk koneksi mesin ATM, Teller Machine (ATM) memiliki masalah yang signifikan dalam mempertahankan pelanggan serta mencapai keuntungan ekonomi meskipun menumbuhkan dan mempertahankan profitabilitas saluran secara keseluruhan (Ram & Goyal, 2016). nirkabel saat ini teknologi komunikasi memiliki transmisi yang tidak memadai kemampuan untuk memenuhi transmisi definisi tinggi secara real-time (He & Huang, 2019). sering terjadi banyak kasus dari mulai konsleting listrik hingga masalah pada bagian modem yang mengalami kerusakan. Selain itu, pada PT. Solusi Media Semesta juga belum menerapkan SOP mengenai pengaturan modem menggunakan Script, sehingga proses tersebut memakan waktu yang cukup lama. Dengan demikian peneliti mengusulkan untuk mengkonfigurasi modem menggunakan Script agar prosesnya menjadi lebih mudah dan mempersingkat waktu. Hal ini akan memungkinkan mesin ATM dapat segera digunakan kembali. (Ahmad, Imtihan, & Wire, 2020). Di bidang perbankan, layanan pelanggan memainkan peran penting dalam menarik lebih banyak klien ke institusi. Karena sebuah Bank menawarkan layanan kepada nasabahnya berupa layanan ATM (Anjungan Tunai Mandiri) selain layanan teller dan layanan pelanggan. (Adityawarman et al., n.d.)

Penggunaan system Multi-Link ini untuk mengatasi gangguan yang sering dialami oleh pelanggan, penggunaan system multi-link dapat digunakan. Sistem ini memanfaatkan dual simcard atau lebih dari operator seluler yang berbeda, dengan metode bandwidth aggregation. sehingga skema menggunakan saluran multilink penggunaannya yang efisien sangat penting (Murti & Yun, 2022). Dengan menggunakan multiple link, pelanggan dapat mendapatkan koneksi yang lebih andal dan meningkatkan kualitas jaringan yang diberikan (Rusdan & Sabar, 2020). Dengan Peningkatan jaringan model dapat menghasilkan solusi yang maksimal (Puspita, Yuliza, Herlina, Yunita, & Rohania, 2020). Selain itu keunggulan dari pada multi link memiliki keunggulan kecepatan pengukuran yang begitu cepat (Shi, Liu, & Xiong, 2021). PT Solusi Media Semesta perlu menerapkan Standar Operasional Prosedur (SOP) mengenai pengaturan modem menggunakan *Script*. Dengan adanya SOP yang jelas, proses konfigurasi modem akan menjadi mudah dan mempersingkat waktu. Penggunaan Script akan memungkinkan pengaturan modem dilakukan secara otomatis dan menghindari kesalahan manusia.

Maka dengan Peningkatan keandalan pada Modem: Selain melakukan pengaturan modem menggunakan Script, perlu juga dilakukan perbaikan pada aspek kehandalan modem. PT Solusi Media Semesta dapat melakukan evaluasi terhadap masalah yang sering terjadi pada modem, seperti kerusakan fisik atau masalah dengan daya listrik. Dengan meningkatkan kehandalan modem, diharapkan pelanggan dapat menggunakan mesin ATM dengan lebih lancar tanpa terganggu oleh masalah modem. Dengan menerapkan model pengembangan jaringan ini, PT Solusi Media Semesta dapat meningkatkan kualitas jaringan yang diberikan kepada pelanggan, memperbaiki masalah yang sering terjadi pada modem, mempersingkat waktu dalam pengaturan modem, dan meningkatkan keandalan modem secara keseluruhan. Keunggulan setelah dilakukan konfigurasi menggunakan script hasilnya mampu meningkatkan kecepatan, kehandalan, sertawaktu pemulihan jaringan. maka penelitian dengan implementasikan pada penelitian ini dapat merekomendasikan implementasi konfigurasi modem menggunakan Script sebagai solusi yang begitu efektif untuk diterapkan.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimental dengan pendekatan quasi-eksperimen. Penelitian ini akan melibatkan konfigurasi modem menggunakan script, dan membandingkan konfigurasi modem tanpa menggunakan script. Yang akan berefek terhadap kecepatan, kehandalan dan waktu pemulihan jaringan, (Fahmi, Maisyaroh, Komarudin, Faizah, & Fadhilah, 2021).

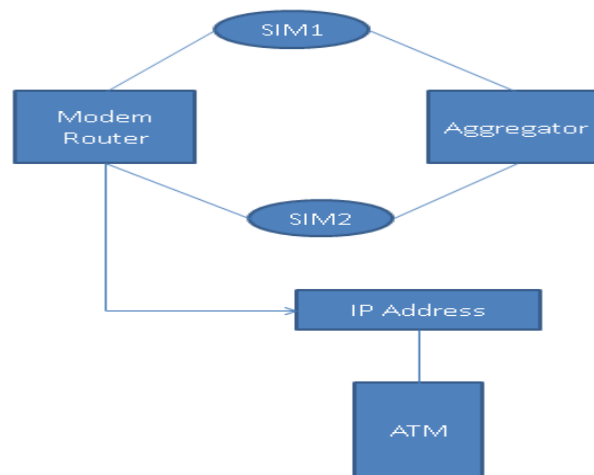
Rancangan penelitian ini dapat melibatkan sebagai berikut:

- A. Pengumpulan data awal: mencatat performa jaringan (kecepatan, kehandalan, waktu pemulihan), sebelum melakukan konfigurasi menggunakan script.
- B. Analisis data: membandingkan hasil performa jaringan antara kelompok control tetap tetap menggunakan konfigurasi standar.
- C. Konfigurasi menggunakan script: menerapkan konfigurasi modem menggunakan script pada kelompok perlakuan, sementara kelompok control tetap melakukan konfigurasi standar.
- D. Interpretasi hasil dan kesimpulan: evaluasi apakah konfigurasi menggunakan script mampu meningkatkan kecepatan, kehandalan, dan waktu pemulihan jaringan. Jika iya, maka peneliti ini dapat merekomendasikan implementasi konfigurasi menggunakan script sebagai solusi yang efektif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Skema jaringan

skema jaringan pada gambar 1 merupakan skema jaringan utama yang penulis dapatkan dari PT.Solusi Media Semesta. Pada skema jaringan ini pada dasarnya tidak ada perubahan dari topologi jaringannya, hanya ada penambahan Script pada modem yang telah dikonfigurasi yang nantinya akan bekerja sesuai dengan rancangan penulis. Dimana script ini akan bekerja ketika router melakukan ping ke ip tertentu yang ada di Script sebanyak 20 kali apabila mendapati hasil timeout, maka Script ini akan mengintruksikan mematikan router.



Sumber : Hasil experiment (2023)

Gambar 1. Skema jaringan

2. Keamanan Jaringan

Untuk kewanaman jaringan PT.Solusi Media Semesta menggunakan enkripsi SHA1 (Secure Hash Algorithm1) <https://sslindonesia.com/> merupakan fungsi kriptografi yang dirancang khusus oleh penyedia otoritas keamanan internet untuk menjaga keamanan data. SHA1 ini bekerja sebagai berikut:

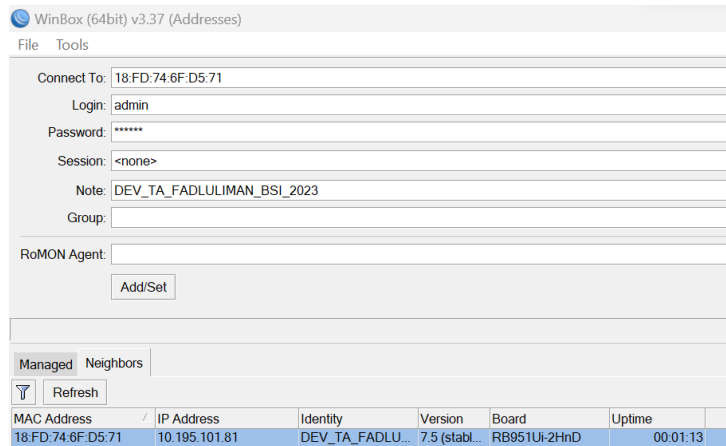
- a. Melakukan tranformasi data menggunakan fungsi HASH.
- b. memberikan hash yang tidak dapat dibaca tanpa adanya dekripsi atau sandi asli .
- c. Melakukan enkripsi kata sandi dengan mengacak hash penggunaan pengiriman data tertentu dengan sandi sebenarnya.

3. Rancangan Aplikasi

Dalam rancangan aplikasi, ada dua aplikasi yang digunakan untuk konfigurasi manajemen akses internet dan meningkatkan kinerja jaringan yang penulis lakukan dalam bentuk simulasi yaitu:

a. Winbox

Jaringan Usulan penulis mengintruksikan langkah-langkah cara untuk memasukan Script Auto Reboot ke dalam modem sebagai berikut:

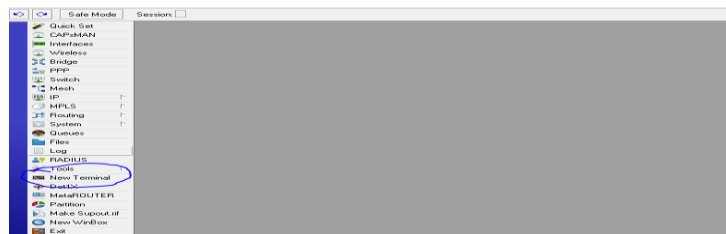


Sumber : Hasil experiment (2023)

Gambar 2. Login ke Winbox

b. Selanjutnya pilih menu

Setelah melakukan login berikutnya ada memilih menu new terminal yang terdapat pada gambar dibawah ini.



Sumber : Hasil experiment (2023)

Gambar 3. New terminal

Cara kerja Script menggunakan aplikasi Winbox yang penulis lakukan yaitu:

Memasukan Script ke dalam modem yang sudah dikonfigurasi dan berikut tampilan Script ketika belum terinput kedalam modem dapat dilihat pada gambar 4.

Langkah yang dilakukan hampir seperti Config Modem pada umumnya yaitu dimana penulis lebih menunjukan setting Interface, Sebagai berikut:

1) Ketikan IP address print

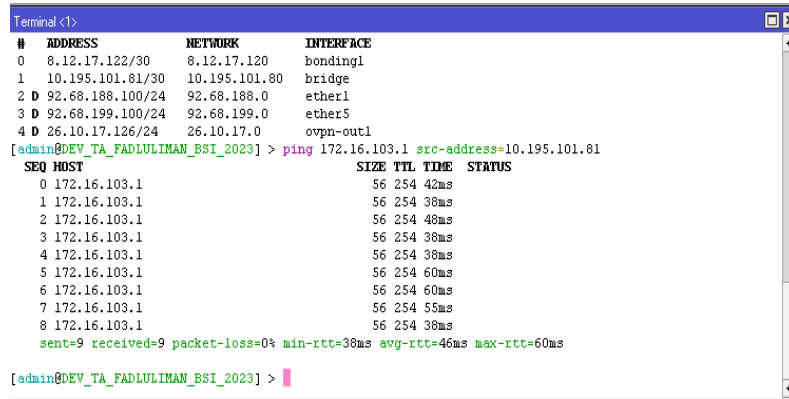
```
[admin@DEV_TA_FADLULIMAN_BSI_2023] > ip add pr
Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic
# ADDRESS NETWORK INTERFACE
0 8.12.17.122/30 8.12.17.120 bonding1
1 10.195.101.81/30 10.195.101.80 bridge
2 D 92.68.188.100/24 92.68.188.0 ether1
3 D 92.68.199.100/24 92.68.199.0 ether5
4 D 26.10.17.126/24 26.10.17.0 ovpn-out1
[admin@DEV_TA_FADLULIMAN_BSI_2023] >
```

Sumber : Hasil experiment (2023)

Gambar 4 Rancangan Aplikasi

2) Kemudian ketikkan dengan komen Ping 172.16.103.1 src-address=10.195.101.81

Kemudian enter.



Sumber : Hasil *experiment* (2023)

Gambar 5 Rancangan Aplikasi

4. Pengujian Aplikasi

a. Inject Script Auto reboot.

Langkah pertama adalah melakukan penulisan script yang tersedia sebagai berikut.

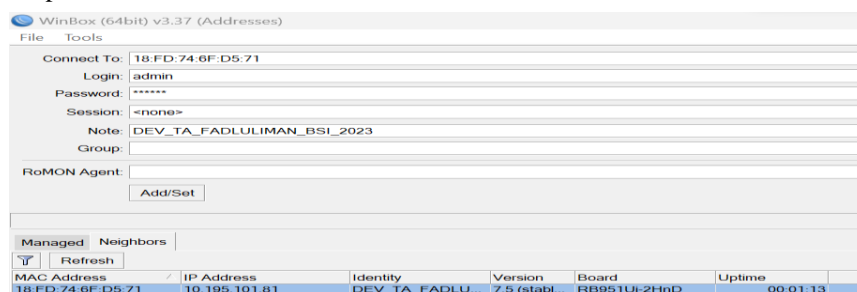
```

system scheduler remove [find name="check-conn-to-agg"];
/system scheduler add interval=1h name=check-conn-to-agg on-event=":if ([/ping 192.xx.xx.x
count=20]=0) do={\r\
\n :log warning \"COULD NOT CONNECT AGGREGATOR ... REBOOT!\\" \r\
\n /system reboot \r\
\n } else={ :log warning \"CONNECTION OK ... DO NOTHING.\" }" policy=read,test,reboot
/system scheduler print detail
    
```

Script tersebut sangat bermanfaat dimana kebanyakan dari modem M2M yang memerlukan proses Restar secara manual oleh tim monitoring melalui via remote, kebalikan dari Script tersebut akan otomatis melakukan Restart pada modem melalui intruksi yang ada pada Script. Pemasangan Script kedalam modem.

b. Login Ke Winbox menggunakan user.

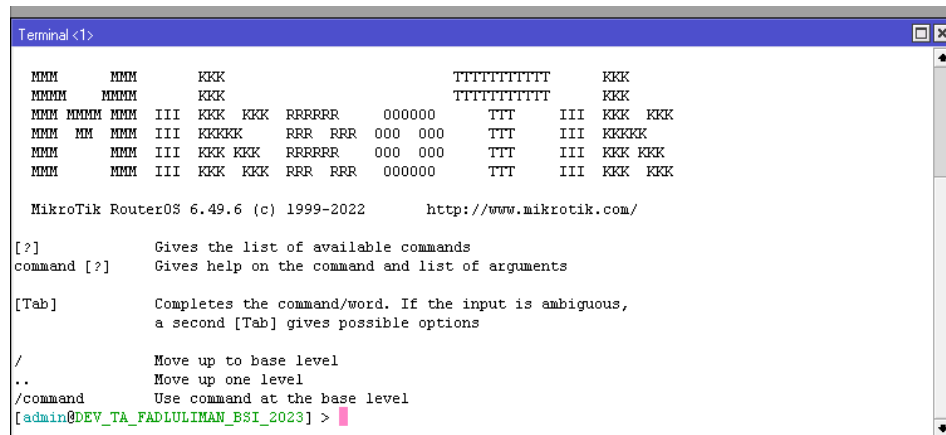
Tampilan awal Winbox



Sumber : Hasil *experiment* (2023)

Gambar 6 Winbox

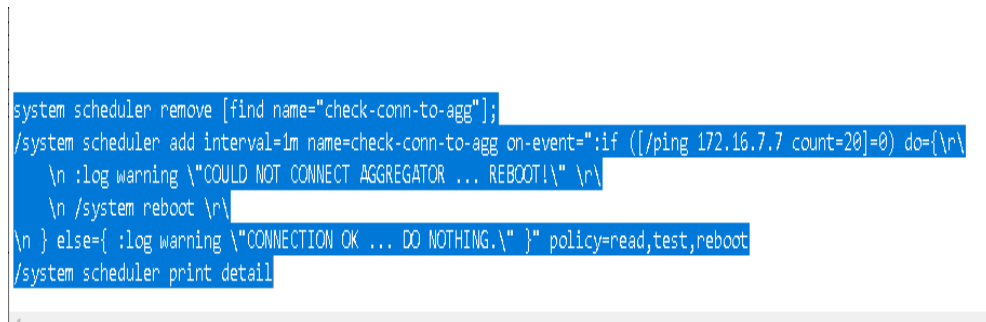
- c. Tampilan setelah klik new terminal



Sumber : Hasil *experiment* (2023)

Gambar 7 Winbox

- d. Kemudian copy script yang telah dibuat di notepad.



Sumber : Hasil *experiment* (2023)

Gambar 8 Winbox.

- e. Setelah copy script kembali ke new terminal.



Sumber : Hasil *experiment* (2023)

Gambar 9 Winbox

- f. Kemudian paste script ke new terminal Enter dan pengecekan script dengan komen system scheduler print detail

```
Terminal<1>
MikroTik RouterOS 6.49.6 (c) 1999-2022 http://www.mikrotik.com/

[?] Gives the list of available commands
command [?] Gives help on the command and list of arguments

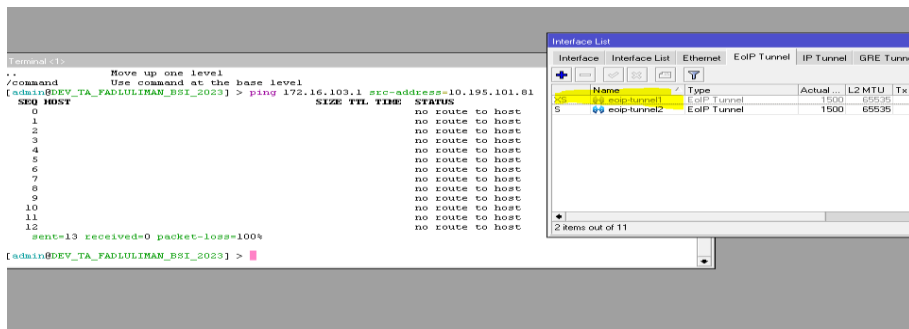
[Tab] Completes the command/word. If the input is ambiguous,
a second [Tab] gives possible options

/ Move up to base level
.. Move up one level
/command Use command at the base level
[admin@DEV_TA_FADLULIMAN_BSI_2023] > system scheduler remove [find name="check-conn-to-agg"];
[admin@DEV_TA_FADLULIMAN_BSI_2023] > /system scheduler add interval=1m name=check-conn-to-agg on-event="
:if ([/ping 172.16.7.7 count=20]=0) do={\r
"\... \n log warning \"COULD NOT CONNECT AGGREGATOR ... REBOOT!\r" \r\
"\... \n /system reboot \r\
"\... \n } else={ :log warning \"CONNECTION OK ... DO NOTHING.\" }" policy=read, test, reboot
[admin@DEV_TA_FADLULIMAN_BSI_2023] > /system scheduler print detail
bad command name scheduler print detail (line 1 column 9)
[admin@DEV_TA_FADLULIMAN_BSI_2023] > system scheduler print detail
```

Sumber : Hasil experiment (2023)
Gambar 10 Winbox

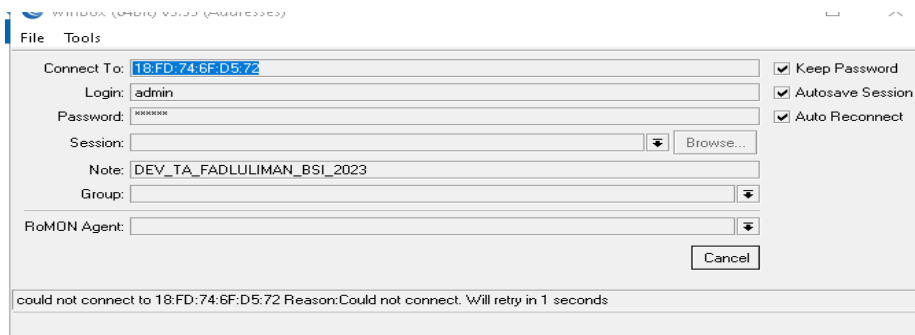
5. Pengujian Jaringan Akhir

- a. Selanjutnya untuk memastikan rancangan sudah berjalan dengan mematikan Link yang sedang berjalan ketika sedang dilakukan ping yaitu akses mendisable eoip tunnel Scrip tersebut akan melakukan Restart pada modem setelah ping mendapati timeOut selama 1 menit.



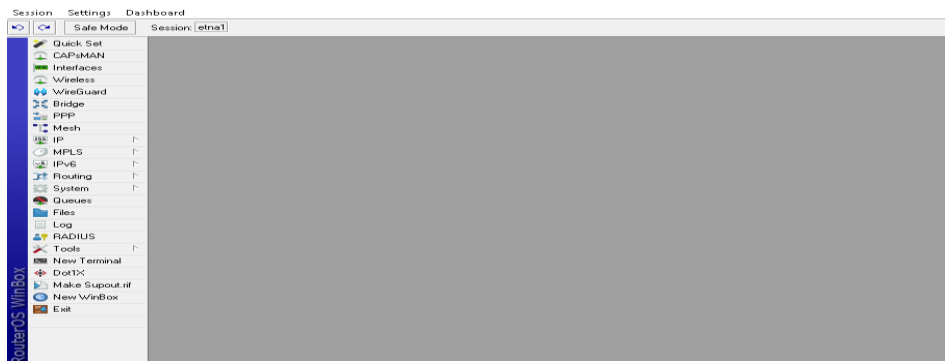
Sumber : Hasil experiment (2023)
Gambar 11. Tampilan disable Eoip Tunnel

- b. Setelah dilakukan disable pada eoip tunnel modem akan melakukan restart sesuai dengan rancangan Script yang dipasangkan pada modem, pada tampilan dibawah membuktika ketika modem sudah melakukan Restart dan secara otomatis akan kembali ke tampilan awal ketika login Winbox.



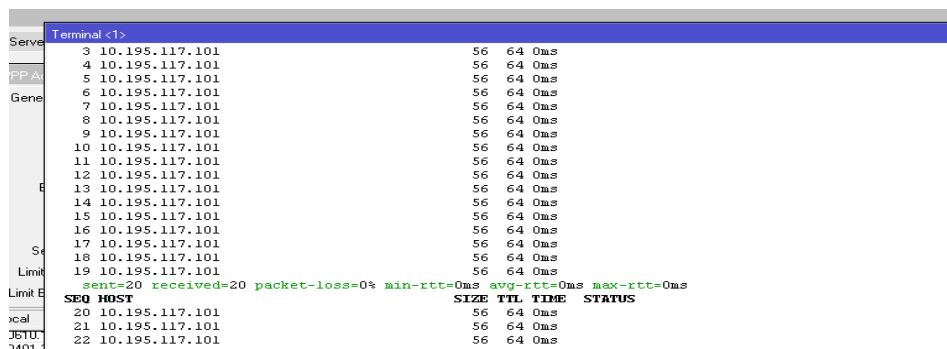
Sumber : Hasil experiment (2023)
Gambar 12 Tampilan modem offline

- g. Setelah proses Restart modem sudah berlangsung beberapa detik kemudian modem akan secara otomatis menyala kembali dan user langsung bisa akses modem tersebut menggunakan Winbox.



Sumber : Hasil experiment (2023)
 Gambar 13. Tampilan modem online

h. Hasil akhir dilakukan ping ke host setelah modem sudah online kemmbali



Sumber : Hasil experiment (2023)
 Gambar 14. Tampilan modem online

Maka setelah dilakukan pengujian akhir ini akan berjalan, bekerja ketika router melakukan ping ke ip tertentu yang ada di Script sebanyak 20 kali apabila mendapati hasil timeout, maka Script ini akan mengintruksikan router akan mematikan router. Script tersebut sangat bermanfaat dimana kebanyakan dari modem M2M yang memerlukan proses Restart secara manual oleh teknikal support monitoring melalui via remote, kebalikan dari Script tersebut akan otomatis melakukan Restart pada modem melalui intruksi yang ada pada Script. Dan proses tersebut sangat membantu tim monitoring apabila mendapati modem yang termonitor intermitten pada modem yang terpantau dilayar monitor sehingga mengurangi pengerjaan Restart manual oleh tim monitoring.

i. Hasil Akhir Setelah dilakukan Pengujian

Pengujian jaringan ini dilakukan langsung oleh beberapa tim yaitu dengan pengujian ping sebanyak 1000 kali dan berikut lampiran ketika dilakukan ping 1000x, Hasil akhir dari pengujian jaringan diatas membuktikan bahwasannya proses ping sampai dengan 1000x pada modem tersebut tidak mengalami paket -loss=0%, berikut hasil capture dalam proses akhir.


```

992 172.16.103.1          56 254 106ms
993 172.16.103.1          56 254 36ms
994 172.16.103.1          56 254 110ms
995 172.16.103.1          56 254 61ms
996 172.16.103.1          56 254 108ms
997 172.16.103.1          56 254 36ms
998 172.16.103.1          56 254 108ms
999 172.16.103.1          56 254 37ms
sent=1000 received=1000 packet-loss=0% min-rtt=28ms avg-rtt=54ms max-rtt=321ms

[admin@DEV_TA_FADLULIMAN_BSI_2023] >
[admin@DEV_TA_FADLULIMAN_BSI_2023] >

```

Gambar 15. Tampilan hasil akhir
Sumber : Hasil experiment (2023)

Pada hasil akhir dapat dilihat pada gambar.15 adanya keberhasilan setelah dilakukan pengujian dengan menerapkan agregasi multi link selanjutnya melakukan konfigurasi menggunakan Script mampu meningkatkan kecepatan, sehingga cara tersebut lebih efektif untuk digunakan.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian “Peningkatan Jaringan Komunikasi Tertutup Berbasis Seluler Dengan Agregasi MultiLink Di PT.Solusi Media Semesta Jakarta” adalah: Modem menggunakan dua simcard terbukti lebih baik dari pada menggunakan satu simcard. Metode aggregator menggunakan mikrotik memudahkan tim teknis untuk meremote modem dari jarak jauh. Dengan metode Multi Link dapat meminimalisir terjadinya gangguan pada Link yang terjadi gangguan, sehingga Link yang satunya secara langsung membackup sehingga modem tetap bekerja sebagai mestinya. Pada pengujian pada modem tersebut tidak mengalami paket -loss=0%, dan telah terbukti pada saat dilakukan experiment. Dengan Agregasi MultiLink Di PT.Solusi Media Semesta Jakarta” ini. maka pada penelitian ini adalah dengan penerapan Script Auto Reboot, karena Script ini sangat membantu kinerja modem tersebut ketika mengalami gangguan pada jaringan yang di sebabkan oleh cuaca dan penyebab lainnya. Karena Script tersebut akan mengintruksikan mematikan modem apabila modem tersebut mengalami intermitten (jaringan yang tidak stabil). Selanjutnya kami melakukan evaluasi apakah konfigurasi menggunakan Script mampu meningkatkan kecepatan, kehandalan, dan waktu pemulihan jaringan. maka dengan menggunakan penerapan agregasi multi link ini dapat merekomendasikan implementasi konfigurasi modem menggunakan Script sebagai solusi yang efektif.

REFERENSI

- Adityawarman, S., Krisnadi, I., Sarjana, P., Magister, P., Elektro, T., & Mercu, U. (n.d.). *PENINGKATAN AVAILABILITY LAYANAN ATM VSAT BANK XYZ DENGAN MEMANFAATKAN FUNGSI AUTO-FAILOVER*. 1–5.
- Ahmad, T., Imtihan, K., & Wire, B. (2020). JIRE (Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika) <http://e-journal.stmiklombok.ac.id/index.php/jire> Volume 3, No 1, April 2020. *Implementasi Jaringan Inter-Vlanrouting Berbasis Mikrotik Rb260Gs Dan Mikrotik Rb1100Ahx4*, 3(1).
- Arnita, A., & Farid, M. (2020). Implementasi jaringan virtual private network dengan teknologi Multi Protocol Label Switching (MPLS). *JRTI(Jurnal Riset Tindakan Indonesia)*, 5(2), 28–40.
- Dan, L. I., Songtao, W., Konglin, Z. H. U., & Shutao, X. I. A. (2017). A survey of network update in SDN. *Frontiers of Computer Science*, 11(1), 4–12.
- Fahmi, M., Maisyaroh, M., Komarudin, I., Faizah, S., & Fadhilah, I. (2021). Otomatisasi Jaringan Menggunakan Script Python Untuk Penyediaan Konfigurasi Internet Dan Manajemen Mikrotik. *Bina Insani Ict Journal*, 8(1), 53. <https://doi.org/10.51211/biict.v8i1.1517>
- Ginting, E. S., & Hadi, I. (2020). Testing Automatic Configuration of Adding Gateways to a Virtual Router Using

- Web-Based Network Automation Applications Elin. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 4(4), 1126–1131. <https://doi.org/10.30865/mib.v4i4.2485>
- He, Z., & Huang, J. (2019). Application of multilink aggregation and load balancing in wireless real-time video transmission system. *Proceedings - 2018 International Conference on Sensor Networks and Signal Processing, SNSP 2018*, 277–282. <https://doi.org/10.1109/SNSP.2018.00060>
- Li, X., Liu, A., Xie, M., Xiong, N. N., Zeng, Z., & Cai, Z. (2018). Adaptive aggregation routing to reduce delay for multi-layer wireless sensor networks. *Sensors (Switzerland)*, 18(4), 1–28. <https://doi.org/10.3390/s18041216>
- Murti, W., & Yun, J. H. (2022). Multilink Operation in IEEE 802.11be Wireless LANs: Backoff Overflow Problem and Solutions. *Sensors*, 22(9). <https://doi.org/10.3390/s22093501>
- Nurmiati, N., Surimi, L., & Subardin, S. (2022). Analisis Kinerja Load Balancing Terhadap Jaringan Internet Menggunakan Metode Equal Cost Multi Path (ECMP). *Digital Transformation Technology*, 2(2), 52–62. <https://doi.org/10.47709/digitech.v2i2.1779>
- Puspita, F. M., Yuliza, E., Herlina, W., Yunita, Y., & Rohania, R. (2020). Improved Multi Service-Reverse Charging Models for the Multi Link Internet wireless Using QoS Bit Error Rate QoS Attribute. *Science and Technology Indonesia*, 5(1), 6. <https://doi.org/10.26554/sti.2020.5.1.6-13>
- Ram, M., & Goyal, N. (2016). Automated teller machine network inspection under stochastic modelling. *Journal of Engineering Science and Technology Review*, 9(5), 1–8. <https://doi.org/10.25103/jestr.095.01>
- Rusdan, M., & Sabar, M. (2020). Design and Analysis of Wireless Network with Wireless Distribution System using Multi-Factor Authentication-based User Authentication. *Journal of Information Technology*, 2(1), 17–24. <https://doi.org/10.47292/joint.v2i1.004>
- Saputra, E. P., Saryoko, A., Maulidah, M., Hidayati, N., Dalis, S., Bina, U., ... Mandiri, U. N. (2023). Analisis Quality of Service (QoS) Performa Jaringan Internet Wireless LAN PT . Bhineka Swadaya Pertama. 11(1), 13–21.
- Shi, J., Liu, M., & Xiong, G. (2021). MultiLink-QuickAbw: A Multi-Congestion-Links-Oriented Fast Available Bandwidth Measurement Method. *ACM International Conference Proceeding Series*. <https://doi.org/10.1145/3469213.3470225>