

Monitoring Jaringan Internet Menggunakan Notifikasi Bot API Telegram

Wahyat¹, Agus Teddyana²

¹Politeknik Negeri Bengkalis, wahyat@polbeng.ac.id, Jl. Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis Riau, Indonesia

² Politeknik Negeri Bengkalis, agusteddyana@polbeng.ac.id, Jl. Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis Riau, Indonesia

Informasi Makalah

Submit : Apr 29, 2021
Revisi : May 25, 2021
Diterima : Juni 30, 2021

Kata Kunci :

Internet
Jaringan
Monitoring
Telegram

Abstrak

Berkembangnya teknologi informasi selaras dengan era globalisasi membawa perubahan yang sangat besar pada perkembangan informasi seperti saat ini. Pelayanan publik, pemerintahan dan swasta berlomba-lomba dalam pemanfaatan teknologi informasi untuk menunjang kinerja dan pelayanan tersebut. Maka dari itu diperlukan sumber daya manusia unggul yang bukan hanya menguasai aspek-aspek materi dari informasi tersebut, melainkan harus bisa dan mampu dalam penerapan dan pengembangan teknologi informasi di semua bidang. *Internet* sudah menjadi kebutuhan disemua bidang baik di dunia pendidikan, pemerintahan dan swasta. Khusus pada sektor pendidikan saat ini sedang diuji pandemi *Covid 19*, jaringan *internet* menjadi kebutuhan yang sangat mendasar untuk proses pembelajaran dan perkuliahan. Penelitian ini bertujuan untuk memonitoring sistem koneksi jaringan komputer pada laboratorium jaringan komputer jurusan Teknik Informatika Politeknik Negeri Bengkalis. Saat ini, proses monitoring kendala jaringan internet di laboratorium tersebut masih dilakukan pengecekan secara manual, sehingga prosesnya menjadi lambat dan kurang efisien. Sistem monitoring menggunakan *Bot API Telegram* dan *Netwatch Mikrotik* untuk mendapatkan informasi berupa pesan notifikasi telegram secara *realtime* kepada administrator jaringan. *Bot api telegram* akan mengirimkan pesan notifikasi ketika terjadi kendala koneksi internet *down* dan internet *up*. Hasil dari sistem monitoring jaringan internet sangat membantu administrator jaringan dalam pencarian informasi ketika terjadi kendala koneksi internet.

Abstract

The development of information technology in line with the era of globalization has brought enormous changes to the development of information as it is today. Public, government and private

services are competing in the use of information technology to support these performances and services. Therefore, superior human resources are needed who not only master the material aspects of the information, but must be able and capable in the application and development of information technology in all fields. The internet has become a necessity in all fields, both in the world of education, government and private sector. Especially in the education sector, which is currently being tested by the Covid 19 pandemic, the internet network is a very basic need for the learning and lecture process. This study aims to monitor the computer network connection system at the computer network laboratory majoring in Informatics Engineering Bengkalis State Polytechnic. Currently, the process of monitoring internet network constraints in the laboratory is still being checked manually, so the process becomes slow and less efficient. The monitoring system uses the Telegram Bot API and Netwatch Mikrotik to get information in the form of real-time telegram notification messages to network administrators. The telegram api bot will send notification messages when there are internet connection problems down and internet up. The results of the internet network monitoring system are very helpful for network administrators in finding information when internet connection problems occur.

1. Pendahuluan

Jurusan teknik informatika Politeknik Negeri Bengkalis memiliki 3 program studi yaitu program studi diploma 3 teknik informatika, program studi rekayasa perangkat lunak dan program studi keamanan sistem informasi. Jurusan teknik informatika memiliki 8 laboratorium komputer untuk menunjang proses pembelajaran khususnya mata kuliah praktikum, ketersediaan koneksi internet khususnya pada kampus vokasi terutama dosen, karyawan dan mahasiswa untuk mengakses informasi.

Penggunaan laboratorium komputer dan *hot spot* area terus mengalami peningkatan, mengakibatkan peningkatan resiko gangguan atau kerusakan koneksi internet, oleh karena itu diperlukan sistem monitoring yang bekerja secara *real time* untuk dapat menjamin kebutuhan jaringan internet secara optimal.

Teknologi terus berkembang di era global saat ini, khususnya pada bidang Teknologi Informasi (TI). Pencarian suatu informasi dari jaringan komputer sangat mudah dan cepat bisa dikerjakan dimana saja, sehingga

berdampak positif ataupun negatif (Efrando et al., 2019).

Pertumbuhan *internet* setiap waktu semakin meningkat baik secara teknologi, misalnya dapat melakukan transaksi perbankan bisa dengan genggaman *smartphone* melalui *mobile banking*, *E-Commerce* berkembang dengan pesat sangat mudah melakukan transaksi jual dan beli suatu barang tanpa bertatap muka (Nasution & Hasan, 2018), *Server web* berperan sebagai bagian dari sistem untuk monitoring atau mengelola perangkat (Tedyyana, 2017).

Telegram untuk memonitoring internet adalah berfungsi mengirimkan pesan pada *administrator* secara *realtime* mengenai keadaan perangkat jaringan dan koneksi internet keadaan aktif/mati. *Mikrotik routerOS* merupakan sistem operasi yang berfungsi membuat komputer menjadi *router network* yang dimanfaatkan untuk manajemen *bandwith* server (Patta & Muzammil, 2019).

Administrator pada jaringan biasa disebut juga orang yang mengelola jaringan komputer akan mengalami kewanjatan jika

monitoring jaringan dilakukan secara manual. Administrator tidak bisa selalu memantau jaringan yang dikelolanya karena ada tugas pekerjaan lain yang akan dikerjakan (Fernando et al., 2020).

Monitoring jaringan berfungsi untuk mengetahui penyebab sistem jaringan komputer saat terjadi kendala, kendala jaringan komputer terdiri dari banyak faktor salah satunya adalah terputus / *trouble* dari penyedia layanan internet atau dari *internet Service Provider (ISP)*. Sistem monitoring berfungsi sebagai pendeteksi dini bila terjadi kesalahan pada jaringan sehingga lebih mudah dan mempercepat seorang administrator jaringan dalam melakukan analisis atau pencarian kendala tersebut.

Telegram untuk media notifikasi pesan disebabkan pada jumlah pesan notifikasi sistem monitoring koneksi internet yang sangat banyak, khusus Telegram seluruh file ataupun pesan notifikasi yang ada di simpan pada *cloud* oleh karena tidak banyak memakan memori pada *smartphone* administrator serta pengiriman pesan sangatlah cepat. (Nugroho, 2019).

Berdasarkan penelitian terdahulu, pemanfaatan *netwatch mikrotik* dan *bot api telegram* memberikan fasilitas yang handal dalam memonitoring sistem jaringan internet, serta mendukung pesan notifikasi secara *real time*, sehingga dengan adanya sistem monitoring jaringan internet ini dapat membantu dan mempermudah kinerja seorang administrator jaringan. Studi kasus penelitian fokus di terapkan pada laboratorium jaringan komputer jurusan Teknik Informatika Politeknik Negeri Bengkalis.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang di gunakan pada penelitian ini adalah eksperimental yaitu kategori penelitian yang bertujuan mencari suatu keadaan dari suatu gejala kejadian, merupakan bukan hal yang diragukan lagi dalam menyimpulkan sebab akibat yang sebelumnya telah diketahui. Oleh karena itu penelitian ini memiliki sifat pengungkapan faktor-faktor sebab akibat yang menjadi pencocokan keadaan sebelum dan sesudah ujicoba (Patta & Muzammil, 2019).

The International Organization for Standardization (ISO), mengartikan rule model konseptual untuk memberikan penjelasan fungsi manajemen jaringan komputer, diantaranya yaitu :

1. Manajemen Kesalahan (*Fault Management*) diperuntukan supaya administrator bisa segera mengetahui kesalahan yang terjadi pada perangkat keras atau perangkat lunak, sehingga segera bisa diambil langkah perbaikan.
2. Manajemen Konfigurasi (*Configuration Management*) pencatatan semua konfigurasi pada jaringan komputer, agar dapat melakukan pengelolaan lebih baik.
3. Pelaporan (*Accounting*) alat ukur jumlah pengguna jaringan komputer dari pengguna.
4. Manajemen performa (*Performance Management*) menghitung kemampuan atau performansi jaringan komputer, serta mengerjakan pengumpulan dan analisis statistik pengguna.
5. Manajemen keamanan (*Security Management*) Melakukan pengaturan akses pada semua *resource* jaringan komputer, sehingga semua informasi yang diakses harus melewati proses autentikasi dan terdaftar.

2.1 Analisa kebutuhan

Analisa pada sistem monitoring yang akan dirancang adalah melakukan daftar kebutuhan dalam rangka menunjang untuk keberhasilan penerapan sistem monitoring, ada dua kebutuhan dasar yang harus dipenuhi Dalam membangun sistem monitoring jaringan internet, daftar kebutuhan dikelompokkan berdasarkan perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan ada pada tabel berikut:

Tabel 1. Kebutuhan Perangkat keras

Jumlah	Nama Perangkat
1	Mikrotik RB 941-2nD(hAP Lite)
1	Laptop Asus X455LAB
1	Switch
1	Smartphone Android
1	Kabel UTP Straight

Pada tabel 1, daftar kebutuhan perangkat keras meliputi, *mikrotik RB 941-2nD(hAP Lite)*, laptop *Asus X455LAB* dengan spesifikasi *processor core i3-5010U Ram 12 GB dan SSD sata 512 GB*, menggunakan *switch* untuk menghubungkan komputer PC, smartphone Redmi Note 8 dan kabel *UTP cat 5e* susunan *straight*.

Tabel 2. Kebutuhan Perangkat Lunak

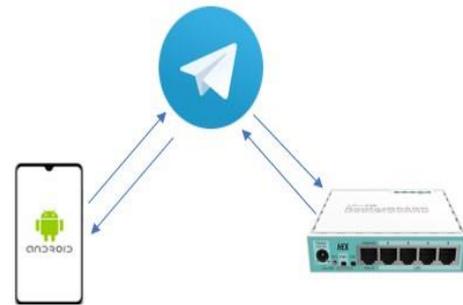
Software	Keterangan
Windows	Sistem Operasi Laptop
Winbox	Tools Remote Mikrotik
Aplikasi Telegram	Media Alarm/Notifikasi
Mikrotik	Router OS

Pada tabel 2, daftar kebutuhan perangkat lunak meliputi, *windows 10 pro* sistem operasi yang digunakan pada laptop *Asus X455LAB*, *winbox* sebagai *tools* untuk mengakses *mikrotik RB 941-2nD(hAP Lite)*, aplikasi media sosial *Telegram* sebagai media notifikasi dari *bot API Telegram* untuk status koneksi internet *up* atau *down* dan

Router OS sistem operasi pada *Mikrotik RB 941-2nD(hAP Lite)*.

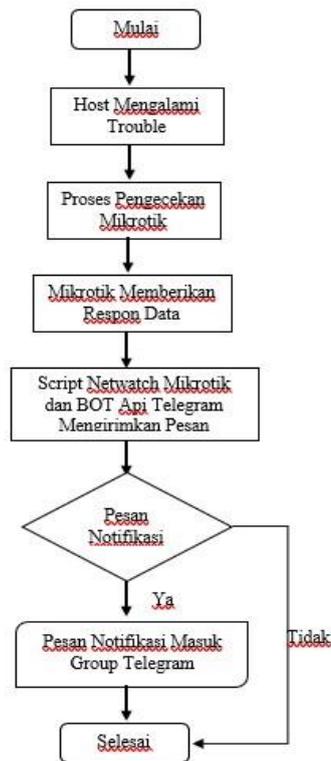
2.2 Desain Penelitian

Desain penelitian memberikan gambaran cara kerja sistem monitoring, perangkat pendukung sistem monitoring yang digunakan adalah *Mikrotik RB 941-2nD(hAP Lite)* dan aplikasi *telegram* yang berfungsi melakukan pengiriman pesan notifikasi menggunakan *bot Api telegram* pada *group telegram* yang akan dibuat. *Telegram* dan *mikrotik* saling bekerja sama menggunakan fitur *netwatch* dan *id telegram* yang bersifat unik, tolak ukur yang digunakan pada penelitian ini yaitu pesan notifikasi *up* dan *down*. Arsitektur yang ada guna menunjang sistem monitoring.



Gambar 1. Proses api bot telegram

Gambar 1, merupakan proses utama dimulai pada *mikrotik RB 941-2nD(hAP Lite)* bekerja pada *netwatch*, pesan notifikasi di teruskan ke *bot API telegram* dan pesan notifikasi internet *up* atau *down* dikirim dan masuk pada *group telegram* pada *android smartphone*.



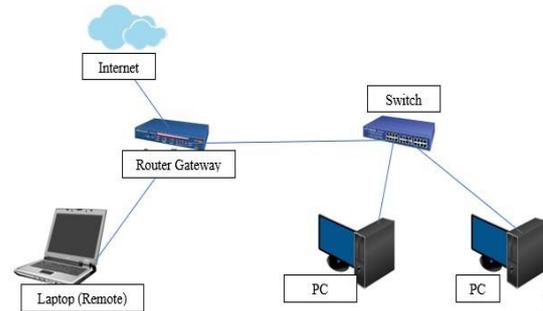
Gambar 2. Diagram alur sistem monitoring

Gambar 2, menjelaskan alur atau tahapan proses cara kerja monitoring internet dengan *bot API telegram*, diawali proses mulai, terjadi trouble pada komputer *PC client*, berikutnya proses pengecekan *netwatch* pada mikrotik, *netwatch mikrotik* selesai melakukan pengecekan memberikan respon data, *script netwatch* pada mikrotik dan *bot API telegram* bekerja mengirimkan pesan notifikasi, berikutnya pesan notifikasi dikirim dan masuk pada *group telegram*.

2.3. Topologi Jaringan

Topologi jaringan memberikan fungsi sebagai gambaran cara kerja dan perancangan, sistem monitoring koneksi internet yang digunakan, banyak jenis topologi yang ada, jenis topologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah topologi star, perancangan Sistem Monitoring bekerja pada jaringan *local area network (LAN)*, dengan menggunakan Mikrotik RB 941 yang digunakan untuk melakukan konfigurasi monitoring dan Wahyat
Email: wahyat@polbeng.ac.id

mengirimkan pesan notifikasi ke aplikasi *group Telegram*.



Gambar 3. Topologi jaringan internet

Gambar 3, menjelaskan bentuk topologi jaringan internet, diawali dari *internet service provider* di hubungkan ke mikrotik RB 941-2nD(hAP Lite), pada router gateway di hubungkan ke Laptop Asus X455LAB sebagai laptop *remote*, berikutnya dari router gateway di hubungkan ke switch, berikutnya semua komputer pc client terhubung ke switch dengan menggunakan kabel *utp cat 5e* susunan *straight*.

3. Hasil dan Pembahasan

Monitoring jaringan dibangun dengan memanfaatkan fitur *Netwatch* pada Mikrotik salah satu fitur paket pada RouterOS Mikrotik berfungsi melakukan uji konektivitas internet pada setiap *host*. Ketika terjadi perbedaan status koneksi internet sistem monitoring secara otomatis akan mengirimkan pesan notifikasi via *bot telegram*. *Connection monitoring* adalah salah satu Teknik untuk memonitor jaringan.

Sistem monitoring koneksi internet dengan pesan *Bot API Telegram* yang akan bekerja secara otomatis. *Bot API telegram* akan diintegrasikan dengan *netwatch* pada *routeros mikrotik*, apabila koneksi internet mengalami *down* otomatis sistem *netwatch*

pada mikrotik bekerja mengirimkan pesan pemberitahuan dari *mikrotik* ke bot *telegram* hasil integrasi tersebut.

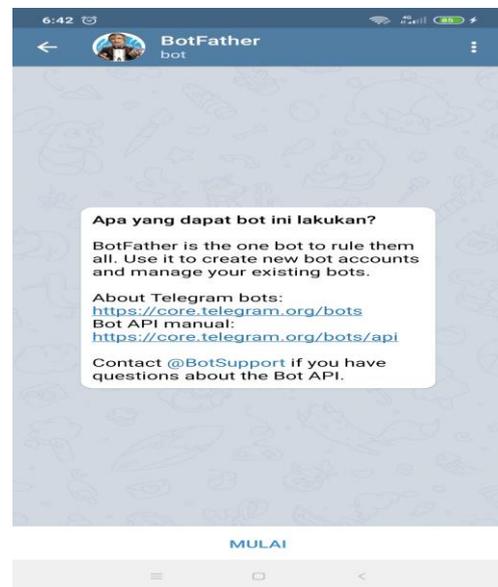
Setelah selesai melakukan desain perancangan dan daftar kebutuhan secara *hardware* dan *software*, tahap berikutnya adalah implementasi sistem monitoring jaringan komputer dengan notifikasi *bot api telegram*.

3.1 Implementasi Sistem Monitoring

a. Membuat *Bot Telegram*

Pembuatan pesan notifikasi telegram bot API, dengan cara mendaftar pada akun @BotFather, BotFather merupakan akun official dari telegram yang berfungsi untuk membuat *bot telegram*, pertama pada aplikasi Telegram pada search ketikan @BotFather, klik Mulai untuk memulai registrasi bot telegram, ketikan `/star` berikutnya `/newbot` buat nama bot contoh yang dibuat adalah `jarkompobeng_bot`, setelah proses pendaftaran selesai *BotFather* akan mengirimkan token untuk mengakses *bot*.

Gambar 4. Untuk memulai proses awal pembuatan bot, buka aplikasi telegram pada smartphone sorot dan klik menu search, ketikkan @BotFather.

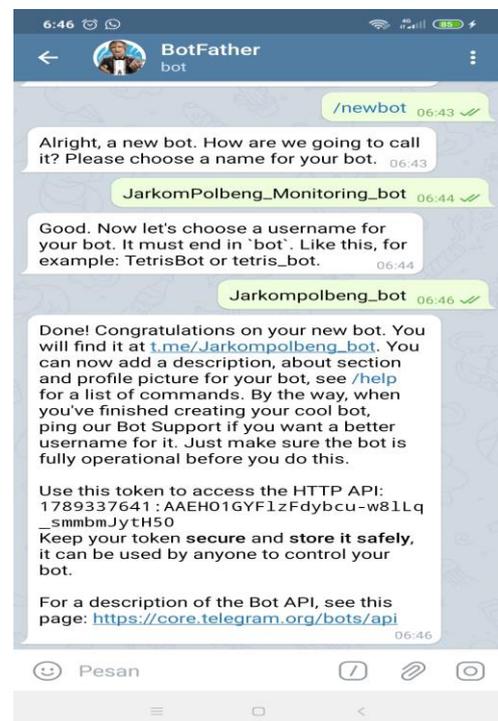


Gambar 5. Proses registrasi

Gambar 5, setelah @BotFather sudah dibuka, langkah berikutnya adalah klik Mulai untuk memulai proses pendaftaran.

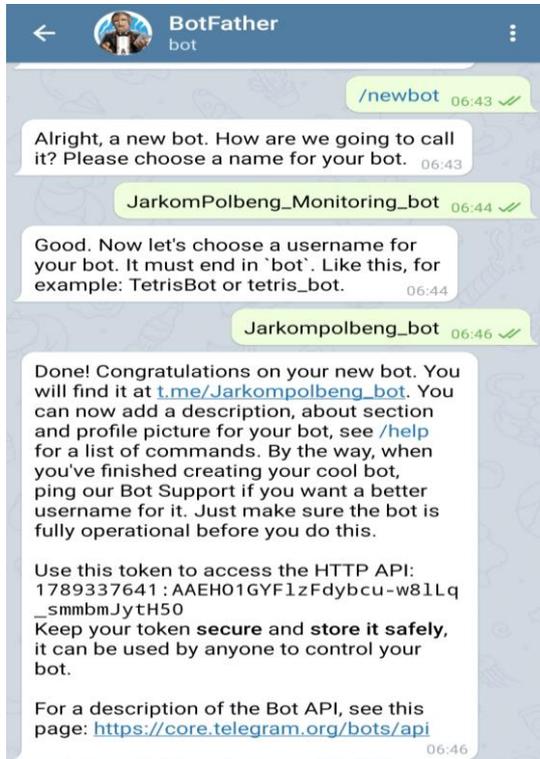


Gambar 4. @Botfather



Gambar 6. Jarkompolbeng_bot

Gambar 6, proses pendaftaran bot diawali dengan perintah `/newbot`, pembuatan *bot* dengan penamaan `jarkompolbeng_bot`.



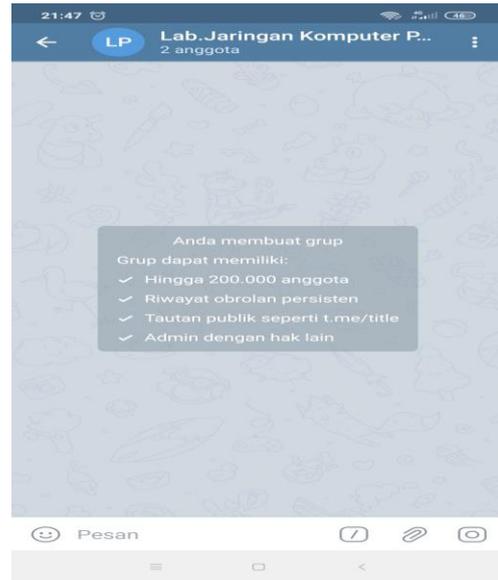
Gambar 7. Token bot dari @botfather

Gambar 7, setelah proses pendaftaran bot selesai, @BotFather akan mengirimkan token *bot api telegram*. Token ini yang akan di gunakan untuk mendapatkan ID telegram pada smartphone.

b. Membuat Group Telegram

Group telegram mampu menampung *user* atau anggota mencapai 200.000 orang, tentunya jumlah yang tidak sedikit, pada *group telegram* ini berisikan anggota kepala labor dan administrator jaringan, *group telegram* berfungsi menampilkan notifikasi koneksi internet up atau down dari *netwatch* pada *mikrotik*, ketika koneksi internet mengalami *trouble*, tahap pengecekan awal pemantauan dapat dilakukan oleh administrator dengan mengecek pesan notifikasi *bot telegram* tersebut.

Wahyat
Email: wahyat@polbeng.ac.id

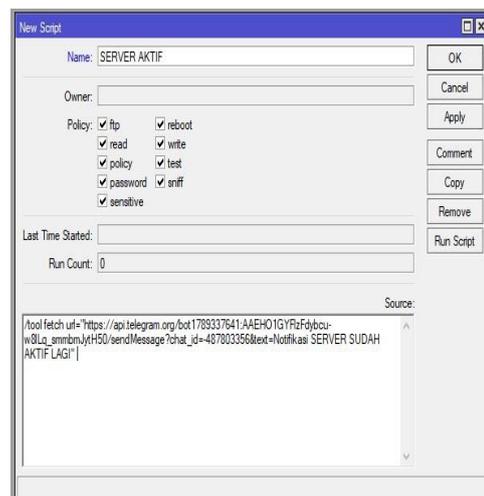


Gambar 8. Group Telegram

Gambar 8, *group telegram* dibuat untuk memudahkan proses pemantauan notifikasi, berisikan anggota administrator labor dan kepala labor jaringan komputer.

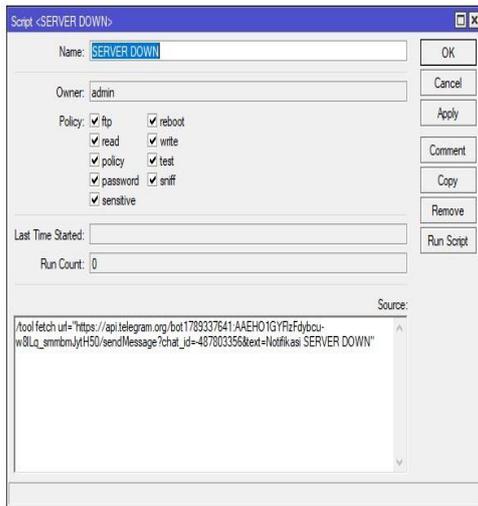
c. Konfigurasi Netwatch Mikrotik

Pada tahap ini adalah tahap yang sangat penting dimana pada *netwatch*, di isi *script* khusus yang nantinya akan bekerja memberikan respon melalui *bot api telegram*, pada *script netwatch* di isi dengan id bot api telegram, Pada *Mikrotik* Fitur *netwatch* pada *RouterOS* berfungsi untuk memonitor *host* yang terhubung ke jaringan.



Gambar 9. Script up netwatch mikrotik

Gambar 9, menjelaskan pada *script up netwatch*, apabila status koneksi internet sudah aktif kembali pesan notifikasi akan di kirimkan melalui bot api telegram.

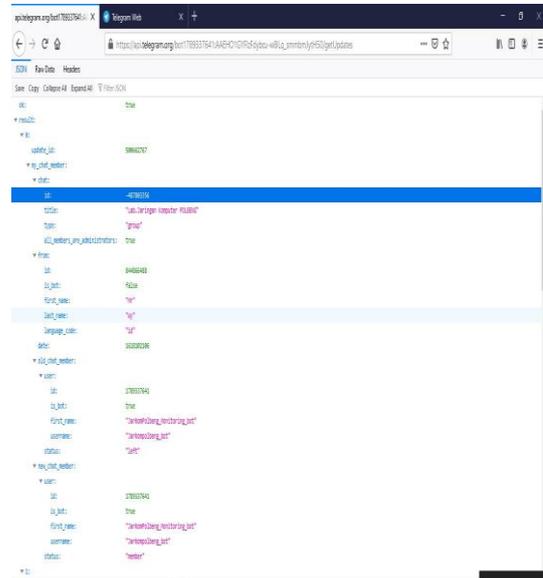


Gambar 10. Script down netwach mikrotik

Gambar 10, menjelaskan pada script down netwatch, apabila status koneksi internet sedang terputus atau ada gangguan pesan notifikasi akan di kirimkan melalui bot api telegram.

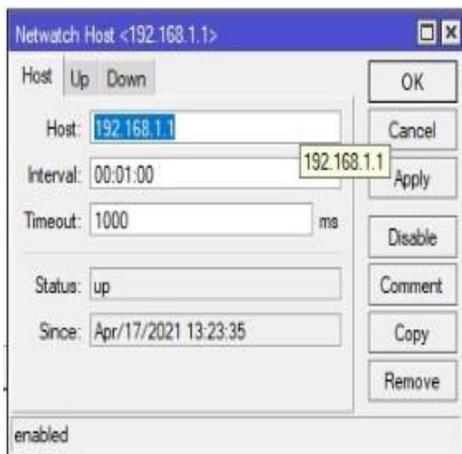
d. Id Telegram

Id telegram yaitu *username* yang digunakan khusus oleh pengguna telegram yang bersifat unik dan tidak sama antara pengguna satu dengan pengguna lainnya.



Gambar 11. Id telegram

Gambar 11, menjelaskan alamat *Id Telegram* yang bersifat unik dan rahasia, berfungsi sebagai id untuk di proses pada *script netwatch mikrotik*.



Gambar 11. Ip host netwach mikrotik

Gambar 11, menjelaskan *ip address 192.168.1.1* adalah alamat IP pada modem internet, alamat IP ini yang di monitoring oleh *netwach Mikrotik*.

e. Hasil Uji Coba

Pengujian dilakukan dengan metode *Blax Box Testing*, pengujian berfokus pada fungsi apakah sistem monitoring menghasilkan output yang di inginkan dan berfungsi sesuai konfigurasi, pengujian dilaksanakan dengan cara *mendisable* atau mematikan *interface* pada *Mikrotik Rb 941*.

Cara kedua yaitu dengan cara melepas kabel *LAN* pada *Modem Internet*. Kedua langkah pengujian ini dikerjakan supaya sistem *monitoring netwatch* dapat melakukan pengecekan bahwa *host* dalam keadaan *Down* / aktif dengan cara melakukan

pengiriman pesan pemberitahuan menggunakan *bot telegram* pada *group telegram* Lab.Jaringan Komputer Polbeng.



Gambar 12. Hasil notifikasi bot telegram.

Gambar 12, menjelaskan hasil proses pengujian monitoring koneksi internet menggunakan *Bot Api Telegram*, pesan notifikasi menunjukkan status koneksi internet aktif atau koneksi internet *down*.

f. Pengujian Waktu Respon Notifikasi Bot Telegram

Pengujian dilaksanakan untuk mengukur waktu respon pesan notifikasi status koneksi internet, dari kondisi aktif/*up* dan ketika kondisi nonaktif/*down*. Pesan notifikasi sistem monitoring secara otomatis dikirim melalui *group telegram*.

Berikut hasil pengujian dalam bentuk tabel, pengujian dilakukan sebanyak 5 x pengujian, sistem monitoring koneksi internet memanfaatkan fitur *netwatch* dan *bot api telegram*.

Tabel 3. Pengujian Waktu Respon Sistem Monitoring

Pengujian Ke	Waktu Respon
1	1 Detik
2	1 Detik
3	1 Detik
4	1 Detik

Wahyat
 Email: wahyat@polbeng.ac.id

5	1 Detik
Rata-Rata	1 Detik

Tabel 3, dari hasil respon pada tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa, hasil rata-rata respon pesan notifikasi ketika terjadi trouble/kendala koneksi internet adalah per 1 detik *bot api telegram* merespon dengan mengirimkan pesan notifikasi melalui *group telegram*.

4. Simpulan

Implementasi sistem monitoring jaringan internet menggunakan *bot api telegram* telah berhasil di terapkan dengan baik. Dari hasil pengujian sistem monitoring jaringan komputer dengan *netwatch* dan notifikasi *Bot Telegram* berhasil memberikan pesan notifikasi secara *realtime* melalui *group telegram*. *Mikrotik RB 941* dengan *Bot Api Telegram* akan melakukan pendeteksian bila terjadi kendala pada sistem jaringan internet dengan mengirimkan pesan notifikasi melalui *bot telegram* ke *group aplikasi telegram* dengan status koneksi *down* atau koneksi internet *up/aktif*.

Pemanfaatan sistem monitoring jaringan komputer dengan *bot api telegram*, sangat berfungsi dan membantu administrator jaringan untuk mencari kendala atau *trouble* koneksi internet pada suatu sistem jaringan komputer.

5. Referensi

- Efrando, A., Herwin, & Haryono, D. (2019). Monitoring Pada Server Stmik Amik Riau Dengan Menggunakan Suricata Melalui Notifikasi Bot Telegram. *Satin - Sains Dan Teknologi Informasi*, 5(1), 36–42.
<https://doi.org/10.33372/stn.v5i1.454>
- Fernando, N., Humaira, & Asri, E. (2020). Monitoring Jaringan Dan Notifikasi

- Dengan Telegram Pada Dinas Komunikasi Dan Informatika Kota Padang. *Jitsi : Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, 1(4), 121–126. <https://doi.org/10.30630/jitsi.1.4.17>
- Lizarti, N., & Agustin, W. (2015). Aplikasi Network Traffic Monitoring Menggunakan Simple Network Management Protocol (Snmp) Pada Jaringan Virtual Private Network (Vpn). *Satin - Sains Dan Teknologi Informasi*, 1(1), 27. <https://doi.org/10.33372/stn.v1i1.17>
- Maulidin, M. A. R., Ali, T. N., & Mustofa, M. I. (2020). Perancangan Sistem Monitoring Penggunaan Air Pam Berbasis Iot Dengan Bot Telegram. *Indonesian Journal Of Technology, Informatics And Science (Ijtis)*, 2(1), 46–50. <https://doi.org/10.24176/ijtis.v2i1.5627>
- Nasution, N., & Hasan, M. A. (2018). Uji Web Server Universitas Lancang Kuning. *Satin - Sains Dan Teknologi Informasi*, 4(1), 66. <https://doi.org/10.33372/stn.v4i1.298>
- Nugroho, E. P. (2019). Sistem Reporting Keamanan Pada Jaringan Cloud Computing Melalui Bot Telegram Dengan Menggunakan Teknik Intrusion Detection And Prevention System. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 5(2), 49–57. <https://journal.nurulfikri.ac.id/index.php/jtt/article/view/233>
- Patta, A. R., & Muzammil, K. Al. (2019). Monitoring Jaringan Menggunakan Notifikasi Telegram Fakultas Teknik - Universitas Negeri Makassar. <https://ojs.unm.ac.id/semnaslemlit/article/view/11972/7079>, 948–954.
- Rinaldo, R. (2016). Emitor : Jurnal Teknik Elektro. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 16(1), 16–22. <http://journals.ums.ac.id/index.php/Emitor/Article/View/2678>
- Satria, D. (2020). Sistem Monitoring Perangkat Jaringan Internet Menggunakan Routerboard Dan Api Bot Telegram Pada Pt Duta Infomedia Teknoindo Devit Satria 1. <http://ojs.stmikindragiri.ac.id/index.php/jit/article/view/6>, 1(1), 20–28. <http://ojs.stmikindragiri.ac.id/index.php/jit/article/view/6/13>
- Siswanto, A., Syukur, A., Kadir, E. A., & Suratin. (2019). Network Traffic Monitoring And Analysis Using Packet Sniffer. *Proceedings - 2019 International Conference On Advanced Communication Technologies And Networking, Commnet 2019*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/commnet.2019.8742369>
- Sokibi, P. (2017). Perancangan Sistem Monitoring Perangkat Jaringan Berbasis Icmp Dengan Notifikasi Telegram. *Itej (Information Technology Engineering Journals)*, 2(2), 1–11. <https://doi.org/10.24235/itej.v2i2.16>
- Tedyyana, A. (2017). Iop Conference Series : Earth And Environmental Science Design Of Computer Based Test Using The Unified Modeling Language Design Of Computer Based Test Using The Unified Modeling Language. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/97/1/012006/pdf>.