

IMPLEMENTASI OTOMATISASI BACKUP PADA ROUTER MIKROTIK SERVER JARINGAN INTERNET UNIVERSITAS MAJALENGKA

Aa Herdi Prayoga¹, Khaerul Insani², De Ali Farizal²

^{1,2,3}Sistem Informasi, Pascasarjana, STMIK LIKMI Bandung

email: aaherdi832@gmail.com

ABSTRACT

Rapid technological developments encourage the advancement of communication and information facilities in the form of resources in the form of internet networks. The integration of activities in the Majalengka University environment starting from lectures and administration makes the availability of internet access an important thing to support the continuity of academic activities. At Majalengka University, the internet network is managed centrally through a Mikrotik router as a network server. The importance of the reliability and sustainability aspects of network services, ensuring network security such as cyber attacks, unauthorized access, malware, user errors, and physical damage caused by various things that disrupt the availability of internet network access. One important aspect of network security is configuration backup, the implementation of automatic backups and integrated with email services as a form of mitigation of problems that occur. Preventing loss of configuration data and ensuring fast recovery and minimizing network service downtime if problems occur so that the network can return to normal operation so that the availability aspect can be achieved..

Keywords: internet network, mikrotik, backup, automation.

ABSTRAK

Perkembangan teknologi yang pesat mendorong kemajuan sarana komunikasi dan informasi dalam bentuk sumber daya berupa jaringan internet. terintegrasinya aktivitas pada lingkungan universitas majalengka mulai dari perkuliahan dan administrasi menjadi kan ketersediaan akses internet merupakan hal penting untuk mendukung keberlangsungan aktivitas akademik. di universitas majalengka jaringan internet dikelola terpusat melalui router mikrotik sebagai server jaringan. Penting nya aspek keandalan dan keberlanjutan pada layanan jaringan, memastikan keamanan pada jaringan seperti serangan siber, akses tidak sah, malware, kesalahan pengguna, dan kerusakan fisik yang diakibatkan dari berbagai hal yang mengakibatkan terganggunya ketersediaan akses jaringan internet. Salah satu aspek penting dari keamanan jaringan adalah backup konfigurasi, penerapan backup otomatis dan terintegrasi dengan layanan email sebagai bentuk mitigasi dari permasalahan yang terjadi. mencegah kehilangan data konfigurasi dan memastikan pemulihan cepat dan meminimalkan downtime layanan jaringan jika terjadi permasalahan sehingga jaringan dapat kembali beroperasi normal dengan begitu aspek ketersediaan dapat dicapai.

Kata Kunci: jaringan internet, mikrotik, backup, otomatiasasi.

Riwayat Artikel :

Tanggal diterima : 05-08-2024

Tanggal revisi : 09-08-2024

Tanggal terbit : 13-08-2024

DOI :

<https://doi.org/10.31949/infotech.v10i2.10851>

INFOTECH journal by Informatika UNMA is licensed under CC BY-SA 4.0

Copyright © 2024 By Author



1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan akan komunikasi dan informasi mendorong kemajuan sarana komunikasi dan informasi menjadi sangat pesat. Kemajuan ini memicu berkembangnya sarana jaringan komunikasi dan informasi. Jaringan komputer, utamanya menyediakan sumber daya berupa internet yang esensial dalam mendukung berbagai aktivitas digital [1]. Secara global, fenomena ini menunjukkan tren peningkatan dependensi pada teknologi jaringan untuk keberlangsungan berbagai sektor, termasuk pendidikan.

Universitas Majalengka merupakan perguruan tinggi swasta di Kabupaten Majalengka, Provinsi Jawa Barat, dengan jumlah sivitas akademika sebanyak 6456 orang. Universitas ini memiliki dua kampus dengan 16 gedung yang semuanya terhubung dengan jaringan internet yang dikelola secara terpusat menggunakan router Mikrotik. Akses internet didistribusikan melalui titik akses wifi ke setiap gedung, dan rata-rata pada hari-hari perkuliahan dan jam kerja, terdapat sekitar 400 perangkat yang terhubung ke jaringan internet kampus. Tersedianya akses internet ini menjadi krusial untuk mendukung aktivitas akademik dan administrasi yang semakin terintegrasi secara digital [2]. Terintegrasinya berbagai aktivitas di lingkungan kampus, seperti pembelajaran, perkuliahan, komunikasi, dan pelayanan administrasi ke dalam bentuk digital, menekankan pentingnya ketersediaan (availability) akses internet secara masif. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa semua kegiatan tersebut dapat berjalan lancar dan berkesinambungan. Ketergantungan yang tinggi pada jaringan internet ini menimbulkan kebutuhan akan solusi yang efektif untuk menjaga keandalan dan keberlanjutan jaringan, termasuk ketika terjadinya permasalahan pada pusat utama pengelolaan jaringan yaitu router.

Dalam konteks keamanan jaringan, terdapat berbagai ancaman seperti serangan siber, akses tidak sah, malware, kesalahan pengguna, dan kerusakan fisik yang diakibatkan dari berbagai hal yang mengakibatkan terganggunya kinerja jaringan. Selain itu, kehilangan data konfigurasi jaringan dapat menyebabkan gangguan signifikan pada operasional kampus. Keamanan jaringan yang kuat sangat penting untuk melindungi integritas dan ketersediaan data. Salah satu aspek penting dari keamanan jaringan adalah backup konfigurasi, yang dapat mencegah kehilangan data penting dan memastikan pemulihan cepat jika terjadi masalah. Potensi serangan dari pihak yang tidak bertanggung jawab dan kerusakan pada perangkat keras yang tidak terduga menekankan pentingnya implementasi langkah-langkah mitigasi yang efektif [3]. Backup konfigurasi router secara berkala merupakan salah satu solusi yang dapat diterapkan untuk sebagai langkah mitigasi ketika terjadinya permasalahan pada router sehingga bisa dilakuakn pemulihan kembali data konfigurasi router tersebut.

Pentingnya penerapan keamanan pada router sebagai bentuk mitigasi terhadap kendala, kesalahan, atau kerusakan menekankan kebutuhan akan backup konfigurasi [4]. Backup konfigurasi secara berkala menjadi langkah penting untuk mencegah hal yang tidak diinginkan serta sebagai alternatif solusi ketika terjadi masalah pada perangkat router [5]. Umumnya, backup dilakukan secara manual dan file dari hasil backup secara default akan disimpan pada penyimpanan disk router, namun hal ini bisa menjadi masalah jika terjadi kerusakan pada perangkat keras atau perangkat lunak router sehingga file backup tidak dapat diakses dan pemulihan konfigurasi pun tidak dapat dilakukan. Oleh karena itu, perlu adanya penerapan metode backup yang lebih efektif dan berjalan secara berkala.

Router Mikrotik adalah salah satu perangkat yang umum digunakan karena keandalannya, fitur perangkat lunak yang beragam dan open source, serta perangkat keras yang memiliki performa tinggi [6]. Kemudahan operasinya untuk berbagai skala penerapan menjadikannya pilihan tepat sebagai perangkat untuk pengelolaan jaringan internet secara terpusat [7]. Backup pada Mikrotik dapat diterapkan secara otomatis serta file hasil backup akan di kirimkan ke tempat yang aman diluar dari penyimpanan mikrotik. Dari beberapa penelitian yang terkait dengan topik ini salah satunya dari [4] yang berjudul "Implementasi Penerapan Otomatisasi Backup File Konfigurasi Router Menggunakan Cloud Mikrotik" secara metode backup dilakukan secara otomatis terjadwal dan file backup akan di kirimkan melalui FTP ke penyimpanan server yang tersedia, dalam penelitian ini penerapan backup juga akan dijadwalkan secara otomatis dan file backup akan dikirimkan secara otomatis melalui email sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan sehingga tidak memerlukan tempat penyimpanan server diluar router karna menggunakan fasilitas email. Tujuan akhir dari penerapan backup ini adalah untuk memastikan adanya proses restorasi atau pemulihan yang cepat dan efisien jika terjadi permasalahan, sehingga jaringan dapat kembali beroperasi normal dengan begitu aspek ketersediaan dapat dicapai (availability).

1.2. Tinjauan Pustaka

Dikutip dari "Strategi Backup dan Restorasi Data dalam Sistem Informasi" [8] backup dan restorasi adalah proses esensial dalam manajemen data yang bertujuan untuk melindungi data dari kehilangan atau kerusakan. Backup mencakup pembuatan salinan data yang dapat dilakukan dalam beberapa bentuk seperti full backup, incremental backup, dan differential backup. Restorasi mengacu pada proses mengembalikan data dari backup ke sistem utama untuk memulihkan data yang hilang atau rusak. Konsep ini penting untuk memastikan integritas dan kontinuitas data dalam situasi darurat. Implementasi backup yang efektif dapat mengurangi risiko kehilangan data dan meminimalkan downtime layanan jaringan

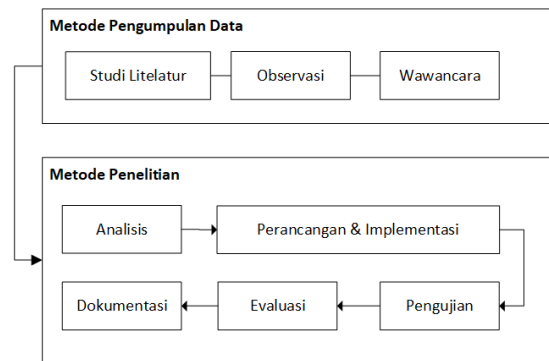
Penggunaan email sebagai media penyimpanan backup menawarkan solusi yang praktis dan efisien. Dengan mengirimkan file backup melalui email, data dapat diakses dari mana saja dan kapan saja, asalkan mempunyai akses internet dan akses ke email yang bersangkutan. Keamanan pengiriman file melalui email dapat ditingkatkan dengan enkripsi dan autentikasi, yang memastikan bahwa data tetap aman selama proses transmisi. Implementasi otomatisasi pengiriman file backup melalui email mengurangi risiko kehilangan data akibat kerusakan lokal pada perangkat penyimpanan dan mempermudah proses restorasi serta sebagai nontifikasi juga bahwa backup berjalan secara berkala [9].

Pada penelitian “Efisiensi Pengelolaan Jaringan dengan Router Mikrotik” [10] dijelaskan bahwa router mikrotik terkenal karena keandalannya dalam mengelola jaringan, dengan fitur yang beragam dan kemampuan untuk otomatisasi konfigurasi. Mikrotik menyediakan fitur yang memungkinkan otomatisasi backup konfigurasi, yang dapat diatur untuk berjalan pada interval waktu tertentu. Selain itu, Mikrotik mendukung berbagai metode pengiriman file backup, termasuk melalui email, yang memudahkan pengelolaan dan meningkatkan keamanan data jaringan. Implementasi otomatisasi backup pada Mikrotik dapat meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi risiko kesalahan manual

Beberapa fitur dari Mikrotik yang berkaitan penting dengan penelitian ini antaralain script, schedule, dan tools email. Fitur script memungkinkan pembuatan perintah yang dapat dijalankan secara otomatis untuk mengatur konfigurasi dan tugas lain pada router selanjutnya fitur schedule memungkinkan penjadwalan tugas-tugas ini untuk dijalankan pada interval waktu yang ditentukan [11]. Terdapat juga fitur email server mendukung pengiriman email dari perangkat router ke luar perangkat biasanya dipakai untuk melakukan monitoring dalam bentuk nontifikasi pada penelitian ini fitur email akan di fungsikan untuk mengirimkan file backup. Kombinasi fitur ini memungkinkan otomatisasi penuh dari proses backup dan pengiriman file, yang dapat meningkatkan efisiensi dan keamanan pengelolaan jaringan [12]

1.3. Metodologi Penelitian

[13] Metodologi eksperimental dalam penelitian teknologi informasi melibatkan tahapan analisis, perancangan, implementasi, pengujian, evaluasi, dan dokumentasi. Metode ini digunakan untuk menguji efektivitas dan keandalan sistem backup otomatis, termasuk pengiriman file backup melalui email. Analisis dan pengujian dilakukan untuk mengevaluasi performa sistem dan mengidentifikasi potensi kelemahan yang perlu diperbaiki. Evaluasi menyeluruh terhadap hasil eksperimen membantu dalam membuat rekomendasi untuk peningkatan lebih lanjut. Berikut merupakan gambaran alur dari metode penelitian yang akan dilaksanakan.



Gambar 1 alur metodologi penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan merujuk pada penelitian tugas akhir sebelumnya yang dilakukan oleh Aa Herdi Prayoga, 2023 yang berjudul “Implementasi Load Balancing Menggunakan Metode Per Connection Classifier (PCC) dengan Failover pada Server Jaringan Mikrotik (Studi Kasus Universitas Majalengka)” dengan konteks yang sama melakukan penelitian pada server jaringan di Universitas Majalengka.

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tiga pendekatan utama yaitu studi literatur, observasi, dan wawancara.

- Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan informasi dari berbagai sumber yang relevan seperti buku, jurnal, artikel, dan penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan topik implementasi otomatisasi backup pada router Mikrotik. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan landasan teoritis yang kuat dan memahami konteks serta perkembangan teknologi terkini dalam bidang ini.
- Observasi dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung terhadap sistem jaringan internet di Universitas Majalengka. Langkah ini bertujuan untuk memahami kondisi eksisting dari jaringan, mengidentifikasi kebutuhan spesifik, serta mengetahui permasalahan yang mungkin timbul dalam pengelolaan jaringan.
- Wawancara dilakukan dengan melibatkan staf pengelola jaringan Universitas Majalengka untuk mendapatkan wawasan mendalam mengenai masalah yang dihadapi, kebutuhan keamanan, dan persyaratan backup konfigurasi. Melalui wawancara ini, diharapkan diperoleh informasi yang lebih detail dan spesifik mengenai operasional jaringan dan tantangan yang dihadapi.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yang terdiri dari beberapa tahapan yaitu analisis, perancangan dan implementasi, pengujian, evaluasi, dan dokumentasi.

- Analisis dilakukan dengan menganalisis data yang diperoleh dari studi literatur, observasi, dan wawancara untuk memahami permasalahan yang

ada serta menentukan kebutuhan spesifik untuk solusi backup otomatis.

- Implementasi rancangan merupakan tahap berikutnya, solusi backup otomatis pada router Mikrotik berdasarkan hasil analisis. Tahapan ini meliputi konfigurasi otomatisasi backup dan pengaturan pengiriman file backup melalui email.
- pengujian dilakukan Setelah implementasi, untuk memastikan bahwa solusi backup otomatis berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian juga mencakup skenario pemulihan untuk memastikan bahwa file backup dapat digunakan untuk restorasi konfigurasi router secara efisien.
- Evaluasi dilakukan untuk menilai efektivitas dan keandalan solusi backup otomatis, serta mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan dari implementasi yang dilakukan. Hasil evaluasi ini digunakan untuk membuat rekomendasi perbaikan.
- Dokumentasi seluruh proses penelitian secara menyeluruh, dalam tahapan dokumentasi ini mencakup metode, hasil pengujian, evaluasi, dan rekomendasi, yang kemudian disusun dalam laporan akhir penelitian.

2. PEMBAHASAN

Dalam poin pembahasan diuraikan mengenai analisis temuan data dari teori yang akan digunakan, sistem jaringan yang sekarang sedang berjalan dari hasil observasi memahami permasalahan yang ada dari wawancara pihak pengelola untuk dijadikan bahan acuan menentukan spesifikasi solusi yang akan di lakukan, selanjutnya pengimplementasian dari konfigurasi backup otomatis yang terintegrasi dengan email pengelola, juga pengujian terhadap konfigurasi yang telah di implementasikan, bila misal ada permasalahan atau penyesuaian akan dilakukan di tahapan evaluasi, terakhir dari semua tahapan tentunya harus terdokumentasikan dengan benar.

2.1. Analisis

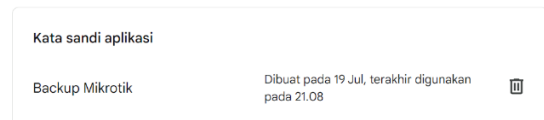
Dari hasil observasi dan wawancara pada jaringan internet di Universitas Majalengka menggunakan router mikrotik RB1100Ahx4 sebagai server jaringan, sudah terdapat penerapan konfigurasi hotspot dan konfigurasi lainnya yang mendukung pendistribusian jaringan internet ini untuk digunakan ke tiap gedung yang ada di Universitas Majalengka, proses backup pada router sebelumnya masih melalui tahapan manual belum diterapkannya konfigurasi backup otomatis. Berdasarkan wawancara pihak pengelola, pernah terjadi insiden kerusakan pada router mikrotik yang disebabkan oleh gangguan petir menyebabkan perangkat server jaringan ini mati total sehingga harus mengganti perangkat dengan yang baru, segala bentuk konfigurasi yang sebelumnya diterapkan juga tidak dapat dipulihkan karna file backup berada pada

penyimpanan router. Maka penerapan konfigurasi backup otomatis secara berkala (perminggu) serta di integrasikan langsung melalui email merupakan metode yang tepat untuk diterapkan pada server jaringan di Universitas Majalengka.

2.2. Implementasi

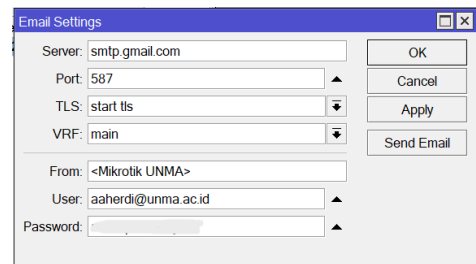
Router mikrotik sebagai server jaringan Universitas Majalengka terdapat beberapa konfigurasi yang sudah berjalan , penerapan backup otomatis ini akan menyesuaikan dan berfokus pada konfigurasi fitur Script, Scheduler, dan Email Server. Sesuai perencanaan yang telah diusulkan backup yang dibuat berjalan secara berkala akan langsung di kirimkan melalui email, konfigurasi ini memerlukan 2 buah email, email pertama berperan sebagai pengirim dan diterapkan pada konfigurasi email server akan menggunakan email aaherdi@unma.ac.id, untuk email kedua berperan sebagai penerima saja menggunakan email it@unma.ac.id.

Kedua email yang digunakan merupakan email education Universitas Majalengka dari google mail (gmail), pengintegrasian email pada settingan email server memerlukan autentikasi kata sandi aplikasi yang harus di dapatkan dari penyedia layanan email di google mail (gmail)



Gambar 2 kata sandi aplikasi gmail

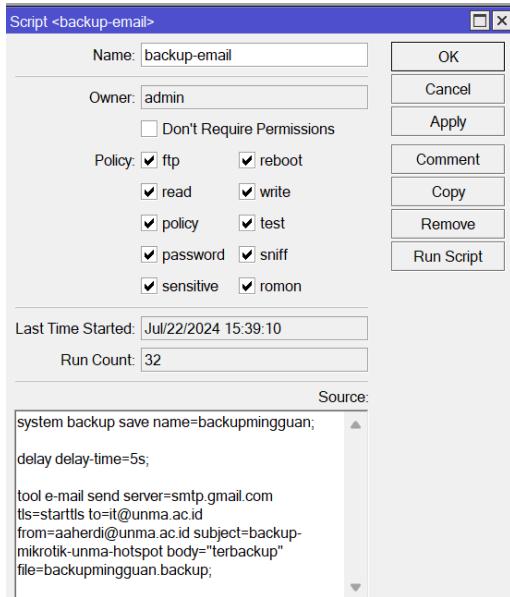
Setelah kata sandi aplikasi berhasil dibuat maka, tahap selanjutnya melakukan konfigurasi pada router melalui menu tools>email, konfigurasi diterapkan sebagai berikut pada gambar 3



Gambar 3 konfigurasi email server mirkotik

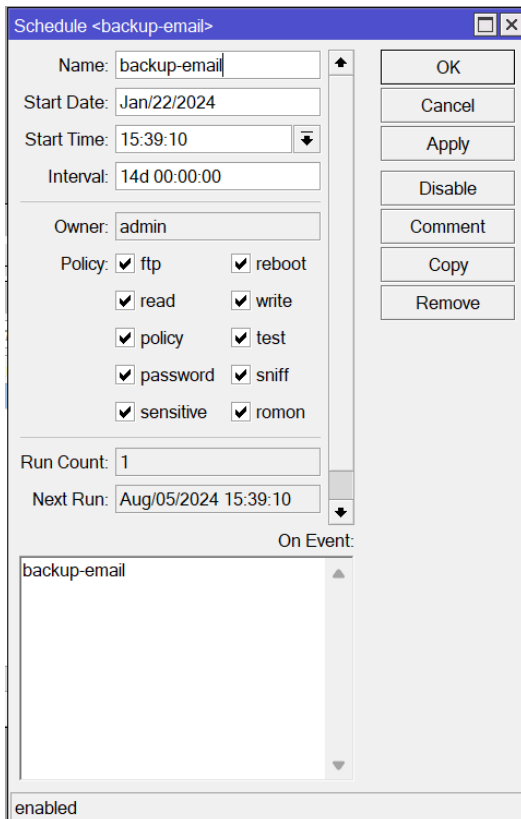
Selanjutnya menambahkan script perintah pada router mikrotik melalui menu system>script seperti pada gambar 4, script ini diberi nama backup-email dengan settingan default, baris pertama dari script ini router akan menjalankan perintah membuat backup dengan nama file "backupmingguan" dan file tersebut akan tersimpan pada penyimpanan router mikrotik, baris kedua merupakan jeda antara tahap perintah script pertama ke tahap perintah kedua akan dijeda selama 5 detik, baris ketiga merupakan langkah terakhir setelah backup selesai di dijalankan akan di kirimkan melalui email server yang sebelumnya sudah di konfigurasi dengan keterangan

seperti pada gambar, perintah ini akan mengirimkan email dengan subjek backup-mikrotik ke email it@unma.ac.id serta melampirkan file backup yang ada di penyimpanan mikrotik.



Gambar 4 konfigurasi script backup

Setelah baris script sudah diterapkan, tahap akhir nya adalah menerapkan script yang telah dibuat tadi menjadi otomatis secara berkala untuk berjalan mengeksekusi perintah sesuai dengan interval waktu yang akan di tentukan pada konfigurasi schedule seperti pada gambar 5. Backup akan dijadwalkan secara berkala tiap 14 hari atau 2 minggu sekali

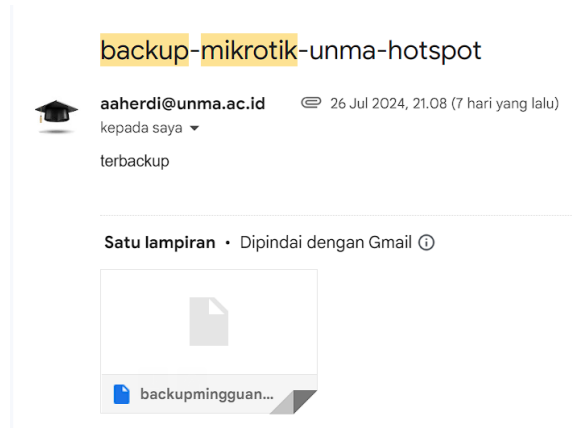


Gambar 5 konfigurasi schedule backup

2.3. Pengujian

Dari hasil konfigurasi yang telah diterapkan, maka dilakukan pengujian untuk mengetahui apakah konfigurasi tersebut sudah berjalan sesuai dengan yang ditentukan atau terdapat kendala pada konfigurasi tersebut.

Seperti pada gambar 6, backup berhasil di kirimkan pada email it@unma.ac.id sekaligus terdapat lampiran file backup. Selain itu juga dapat dilihat pada menu script dan juga schedule terdapat run count yang menampilkan informasi sudah berapa kali perintah tersebut dijalankan.



Gambar 6 pengujian backup otomatis

2.4. Evaluasi

Dari hasil pengujian berjalan lancar sesuai yang di usulkan tidak terdapat kendala, namun dikemudian hari tentunya bila harus terdapat penyesuaian pada konfigurasi yang sudah diterapkan maka bisa dilakukan pembaharuan konfigurasi, seperti perubahan interval waktu yang di lakukan untuk menjalankan perintah backup serta email yang digunakan.

2.5. Dokumentasi

Pendokumentasi penerapan backup otomatis serta integrasi email ini dilakukan dengan memberi arahan secara langsung kepada pihak pengelola terakit penyesuaian konfigurasi yang diterapkan serta pedoman konfigurasi.

3. KESIMPULAN

Otomatisasi backup pada router mikrotik server jaringan Universitas Majalengka dengan memanfaatkan fitur script, schedule, dan tools email dalam meningkatkan efisiensi dan keandalan pengelolaan jaringan. Implementasi backup otomatis yang dijadwalkan secara berkala dan pengiriman file backup melalui email menjadi solusi untuk meminimalkan risiko kehilangan data konfigurasi serta memastikan pemulihan cepat jika terjadi masalah pada jaringan sehingga aspek ketersediaan (availability) dari akses jaringan internet dapat tercapai untuk memastikan kelancaran aktivitas akademik di Universitas Majalengka.

PUSTAKA

- [1] T. Sukendar, "Keseimbangan Bandwidth dengan menggunakan dua ISP melalui metode NTH Load Balancing berbasis mikrotik," *Jurnal Teknik Komputer AMIK BSI*, vol. 3, no. 1, hlm. 86–92, 2017.
- [2] Aa Herdi Prayoga, "Implementasi Load Balancing Menggunakan Metode Per Connection Classifier (PCC) dengan Failover pada Server Jaringan Mikrotik (Studi Kasus Universitas Majalengka)," Majalengka, 2023.
- [3] N. Musyaffa, R. Sastra, dan A. Prasetyo, "Disaster Recovery Plan Jaringan Dengan Sistem Backup Otomatis Mikrotik Menggunakan Metode File Transfer Protocol (FTP) Pada Jaringan Wan Pt. Indotrans Data," *Jurnal Khatulistiwa Informatika*, vol. 8, no. 1, Jun 2020, doi: 10.31294/jki.v8i1.7724.
- [4] B. Wijonarko, R. O. Nitra, dan N. Musyaffa, "Implementasi Penerapan Otomatisasi Backup File Konfigurasi Router Menggunakan Cloud Mikrotik," *Jurnal Infortech*, vol. 6, no. 1, hlm. 77–83, Jun 2024, doi: 10.31294/infortech.v6i1.22046.
- [5] CitraWeb, "Backup pada Mikrotik Cloud Server," CitraWeb.com. Diakses: 31 Juli 2024. [Daring]. Tersedia pada: https://citraweb.com/artikel_lihat.php?id=317
- [6] I. Zulfa, H. Syahputra, M. A. Rahim, dan Fajrillah, "Sistem Jaringan Small Office Home Office (Soho) Menggunakan Mikrotik," *Bulletin of Information Technology (BIT)*, vol. 4, no. 2, hlm. 218–225, Jun 2023, doi: 10.47065/bit.v4i2.676.
- [7] F. P. Eka Putra, Amir Hamzah, W. Agel, dan R. O. Firmansyah Kusuma, "Impelementasi Sistem Keamanan Jaringan Mikrotik Menggunakan Firewall Filtering dan Port Knocking," *Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi*, hlm. 82–87, Jan 2024, doi: 10.60083/jsisfotek.v5i4.329.
- [8] T. Suharyanto, "Strategi Backup dan Restorasi Data dalam Sistem Informasi," *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 12, no. 2, hlm. 89–102, 2021.
- [9] R. Wijaya dan B. Prasetyo, "Implementasi Otomatisasi Backup Menggunakan Email pada Jaringan Komputer," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 15, no. 1, hlm. 45–58, 2022.
- [10] A. Santoso, "Efisiensi Pengelolaan Jaringan dengan Router Mikrotik," *Jurnal Manajemen Teknologi*, vol. 20, no. 4, hlm. 203–219, 2023.
- [11] H. Pratama dan B. Sutomo, "Implementasi Blocking Internet Berbasis Schedule Mikrotik untuk Mencegah Distraksi Siswa di SMK Ma'arif Purbolinggo," *Jurnal Informasi dan Komputer (JIK)*, vol. 11, no. 2, hlm. 177–183, 2023.
- [12] M. A. Arifin, "Penerapan Virtual Routing Forwarding dan Route Leaking pada Mikrotik," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 9, no. 1, hlm. 1–9, Jun 2017.
- [13] S. Wulandari, "Metodologi Eksperimental dalam Penelitian Teknologi Informasi," *Jurnal Penelitian Teknologi*, vol. 20, no. 4, hlm. 203–219, 2021.