

PENGEMBANGAN APLIKASI PENGELOLAAN BANDWIDTH JARINGAN KOMPUTER BERBASIS WEB MENGGUNAKAN METODE AGILE-SCRUM (STUDI KASUS : PT BALI TOWERINDO SENTRAL TBK)

Febri Candra¹, Saprudin²

¹Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia, 15417
e-mail: ¹febricandra33@gmail.com

²Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia, 15417
e-mail: ²dosen00845@unpam.ac.id

Abstract

This research develops a web-based computer network bandwidth management application integrated with MikroTik devices using the RouterOS API, with a case study at PT Bali Towerindo Sentral Tbk. The purpose of this research is to design, implement, and test a system capable of providing real-time traffic monitoring, bandwidth packet management, DHCP lease management, basic firewall settings, and an automation mechanism for entering traffic data into a database. With this system, it is expected that the need for manual configuration can be reduced, thereby minimizing the risk of human error in network management. The development method used follows the Agile-Scrum framework through several sprint stages to produce a functional application that meets operational needs. Technical implementation is carried out using a PHP backend, MySQL database, an interactive web interface, and MikroTik integration through APIs for configuration synchronization and traffic data retrieval. System testing is carried out using Black Box and White Box methods to assess performance, stability, and suitability to user needs. The results of the study indicate that the developed application is able to improve visibility of bandwidth usage, simplify the reporting process, accelerate network disruption handling, and reduce manual intervention on MikroTik devices. This research provides recommendations for further development in the form of improving security aspects, expanding monitoring features, and conducting large-scale production tests.

Keywords: *bandwidth management, MikroTik, RouterOS API, web application, Agile-Scrum, network monitoring.*

Abstrak

Penelitian ini mengembangkan aplikasi manajemen bandwidth jaringan komputer berbasis web yang terintegrasi dengan perangkat MikroTik menggunakan API RouterOS, dengan studi kasus pada PT Bali Towerindo Sentral Tbk. Tujuan penelitian ini adalah merancang, mengimplementasikan, dan menguji sistem yang mampu menyediakan pemantauan lalu lintas secara real-time, manajemen paket bandwidth, manajemen penyewaan DHCP, pengaturan firewall dasar, serta mekanisme otomatisasi pemasukan data lalu lintas ke dalam basis data. Dengan adanya sistem ini, diharapkan kebutuhan konfigurasi manual dapat berkurang, sehingga meminimalkan risiko kesalahan manusia dalam pengelolaan jaringan. Metode pengembangan yang digunakan mengikuti kerangka kerja Agile-Scrum melalui beberapa tahapan sprint untuk menghasilkan aplikasi yang fungsional dan sesuai kebutuhan operasional. Implementasi teknis dilakukan menggunakan backend PHP, basis data MySQL, antarmuka web interaktif, serta integrasi MikroTik melalui API untuk sinkronisasi konfigurasi dan pengambilan data trafik. Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode Black Box dan White Box untuk menilai kinerja, stabilitas, dan kesesuaian dengan kebutuhan pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi yang dikembangkan mampu

meningkatkan visibilitas penggunaan bandwidth, menyederhanakan proses pelaporan, mempercepat penanganan gangguan jaringan, dan mengurangi intervensi manual pada perangkat MikroTik. Penelitian ini memberikan rekomendasi pengembangan lebih lanjut berupa peningkatan aspek keamanan, perluasan fitur monitoring, serta uji produksi berskala besar.

Kata kunci: manajemen bandwidth, MikroTik, API RouterOS, aplikasi web, Agile-Scrum, pemantauan jaringan;

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi menjadikan jaringan yang andal sebagai kebutuhan utama organisasi, di mana kualitas layanan jaringan dan pengelolaan bandwidth berpengaruh langsung terhadap operasional. Namun, pengelolaan bandwidth yang masih dilakukan secara manual melalui utilitas seperti Winbox pada router MikroTik dinilai kurang efisien, rentan kesalahan, dan belum menyediakan visibilitas terpusat terhadap histori serta performa jaringan.

Kondisi tersebut mendorong kebutuhan akan solusi monitoring dan pengelolaan bandwidth yang terpusat, real-time, dan otomatis. Aplikasi berbasis web yang terintegrasi dengan RouterOS API MikroTik memungkinkan monitoring trafik, manajemen bandwidth, dan pencatatan histori secara terpadu, sehingga mengurangi intervensi manual, mempercepat troubleshooting, serta meningkatkan akurasi pengelolaan jaringan.

Keberhasilan pengembangan sistem juga ditentukan oleh metodologi yang digunakan, sehingga pendekatan Agile-Scrum dipilih karena mendukung pengembangan iteratif, kolaborasi intensif, dan adaptasi terhadap perubahan kebutuhan melalui sprint teratur dan umpan balik cepat dari *Product Owner*.

Pada studi kasus PT Bali Towerindo Sentral Tbk, sistem dirancang dengan modul inti meliputi dashboard monitoring, manajemen bandwidth, DHCP lease, firewall, serta pencatatan histori dan autoinput trafik ke basis data, dengan arsitektur yang mendukung integrasi real-time dan pengujian fungsional *black box* dan *white box*.

Penelitian ini bertujuan merancang, mengimplementasikan, dan menguji aplikasi pengelolaan bandwidth berbasis web terintegrasi MikroTik menggunakan pendekatan Agile-Scrum untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan jaringan serta mengurangi ketergantungan pada konfigurasi manual.

2. PENELITIAN YANG TERKAIT

penelitian terhadap objek yang dikaji, penulis telah melakukan kajian pustaka dan menelusuri berbagai studi sebelumnya yang relevan. Ringkasan dari beberapa penelitian tersebut disajikan sebagai berikut:

- a. Penelitian ini mengembangkan aplikasi *network automation* berbasis web untuk manajemen bandwidth MikroTik menggunakan API dengan metode RAD dan pengujian *black-box*. Sistem mampu melakukan konfigurasi bandwidth otomatis (Simple Queue, Queue Tree, dan PCQ) serta menyediakan monitoring trafik dan administrasi jaringan dasar. [1].
- b. Penelitian ini mengembangkan aplikasi monitoring bandwidth berbasis web menggunakan Django untuk memantau penggunaan dan kecepatan bandwidth tiap pengguna. Sistem diuji dengan *blackbox testing* dan UAT, serta mampu melakukan pemantauan secara real-time maupun periodik dan mempermudah penambahan pelanggan secara otomatis. [2].
- c. Penelitian ini mengembangkan aplikasi manajemen bandwidth berbasis web dengan metode Hierarchical Token Bucket (HTB) untuk optimasi alokasi bandwidth hotspot MikroTik. Sistem mampu melakukan monitoring trafik dan pengguna aktif secara real-time, memberikan notifikasi otomatis, serta menerapkan pembagian bandwidth dinamis sesuai prioritas pengguna. [3].
- d. Penelitian ini mengembangkan sistem informasi layanan kawasan menggunakan metode Scrum untuk mengelola permintaan layanan pegawai secara terstruktur. Penerapan Scrum terbukti meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengelolaan layanan serta berpotensi

diterapkan pada layanan internal lainnya. [4].

- e. Penelitian ini menerapkan kerangka kerja Scrum dalam pengembangan aplikasi SMEP. Hasilnya, Scrum mampu mempercepat penyelesaian proyek, meningkatkan kolaborasi tim, pengendalian proyek, serta efektivitas penyelesaian kendala selama proses pengembangan. [5].

3. METODE PENELITIAN

3.1 Analisis dan Perancangan

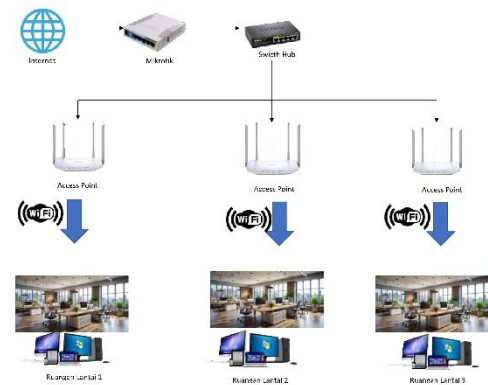
penjelasan mengenai alur kerja dan tanggung jawab masing-masing pihak yang terlibat:

- 1) User/Karyawan
Menggunakan jaringan internet untuk kegiatan operasional sehari-hari dan melaporkan gangguan jaringan kepada admin jaringan.
- 2) Admin Jaringan
Bertanggung jawab memantau dan mengelola penggunaan bandwidth, menindaklanjuti laporan user, melakukan konfigurasi Mikrotik melalui Winbox/terminal, serta menyusun laporan penggunaan bandwidth.
- 3) Teknisi IT
Mendukung aspek teknis perangkat jaringan, meliputi instalasi, konfigurasi, dan troubleshooting perangkat keras agar jaringan tetap berfungsi dengan baik.

3.2 Rancangan Topologi Jaringan Kantor

Strategi manajemen jaringan yang disebut manajemen bandwidth bertujuan untuk memberikan kinerja jaringan yang adil dan memadai. Untuk memenuhi tuntutan lalu lintas data dan informasi serta persaingan antar aplikasi, manajemen bandwidth juga dimanfaatkan. [6]

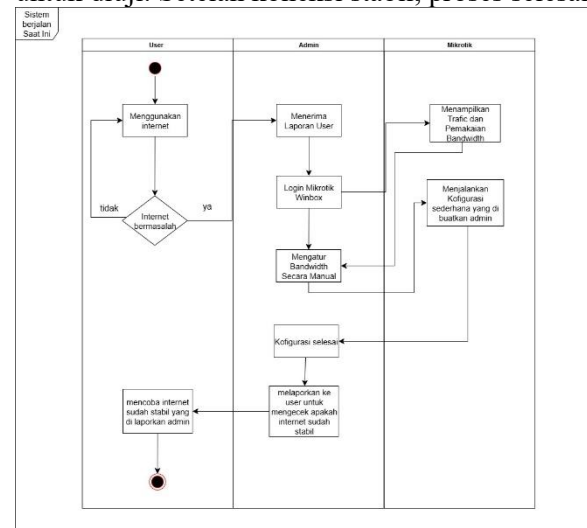
Jaringan kantor cabang PT Bali Towerindo Sentral Tbk menggunakan topologi star, dengan internet dari ISP terhubung ke router Mikrotik sebagai pusat pengelolaan bandwidth. Dari Mikrotik, koneksi diteruskan ke Switch Hub dan dibagi ke tiga Access Point di masing-masing lantai. Topologi ini memudahkan pengelolaan jaringan dan gangguan di satu AP tidak memengaruhi lantai lain.



Gbr. 1 Rancang Topologi Jaringan Kantor

3.3 Sistem Berjalan Saat Ini

Jaringan komputer adalah sistem yang menghubungkan beberapa perangkat untuk saling berkomunikasi dan bertukar data, baik melalui kabel maupun nirkabel, guna mendukung kerja sama dan pertukaran informasi antarperangkat [7]. Alur kerja dimulai dari User yang menggunakan internet. Jika tidak ada masalah, aktivitas berlanjut normal. Saat terjadi gangguan koneksi, Admin menerima laporan, login ke Mikrotik Winbox, memantau traffic dan bandwidth, lalu mengatur perbaikan secara manual. Mikrotik menerapkan konfigurasi, kemudian Admin melaporkan ke User untuk diuji. Setelah koneksi stabil, proses selesai.



Gbr. 2 Aktivty Diagram Sistem Berjalan saat ini

3.4 Sistem Usulan

REST (Representational State Transfer) adalah arsitektur layanan web berbasis protokol

```

graph TD
    A[Product backlog] --> B[Sprint Planning]
    B --> C[Sprint Backlog]
    C --> D[Daily Sprint]
    D --> E[Sprint Review]
    E --> F[Sprint Retrospective]
    F --> G[Increment]

```

```

graph TD
    subgraph Admin
        A1(( )) --> A2[Login ke Website Mikrotik]
        A2 --> A3[Memasukkan Username & password]
        A3 --> A4{Valid?}
        A4 -- Ya --> A5[Menginputkan master data User (nama, email, bandwidth)]
        A4 -- Tidak --> A3
        A5 --> A6[membuat entry user di "h3c" device yang akan di hubungkan ke master data]
        A6 --> A7(( ))
    end

    subgraph Sistem
        S1[Menginputkan bandwidth untuk master jaringan bandwidth User (summar, ip, ip, dan faktor kq)] --> S2[Mengsimpan data master (user, data, paket, lokasi)]
        S2 --> S3[mengirim request ke Mikrotik]
        S3 --> S4[Menerima data detail user yang dibuat]
        S4 --> S5[mengirim request ke API Mikrotik]
        S5 --> S6[Simpan dan menampilkan data]
        S6 --> S7[Menginputkan Bandwidth Pemakaian Bandwidth User]
    end

    subgraph Mikrotik
        M1[Mikrotik membuat rule h3c Mikrotik]
        M2[memproses request tersebut untuk penjadwalan]
    end

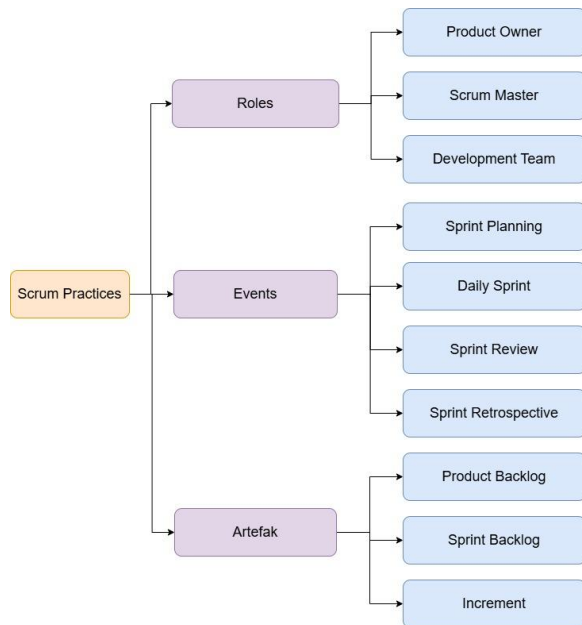
    subgraph User
        U1[Login dengan username & password dari Admin] --> U2{Valid?}
        U2 -- Ya --> U3(( ))
        U2 -- Tidak --> U1
    end

    A1 --> S1
    A3 --> S1
    A5 --> S1
    A6 --> S1
    S1 --> M1
    S2 --> M1
    S3 --> M1
    S4 --> M1
    S5 --> M1
    S6 --> M1
    S7 --> M1
    M1 --> S3
    M2 --> S5
    U1 --> S7
    U2 --> S7
    U3 --> S7
  
```

The flowchart illustrates the user registration process, divided into four swimlanes: Admin, Sistem, Mikrotik, and User. The process begins with an Admin user logging into the website and entering their credentials. If the credentials are valid, the Admin inputs master user data (name, email, bandwidth). This data is then used to create an entry in the 'h3c' device. Simultaneously, the system inputs bandwidth for the master network and saves the master data (user, data, package, location). The system then sends a request to Mikrotik, which creates a rule. The system receives detailed user data from Mikrotik and sends a request to the API. The data is then saved and displayed. Finally, the system inputs bandwidth for user usage. The User then logs in with their username and password. If the login is valid, the user is granted access to the system.

Menurut (Schwaber & Sutherland, 2020) pada buku pedomannya yang berjudul “The Scrum Guide, The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the games” [10]. Metode Agile-Scrum digunakan sebagai kerangka kerja pengelolaan proyek yang iteratif dan adaptif untuk menstrukturisasi proses analisis kebutuhan dan perancangan sistem aplikasi pengelolaan bandwidth berbasis web. Implementasi Scrum didasarkan pada tiga komponen utama, yaitu Roles, Events, dan Artifacts, yang saling berinteraksi dalam setiap siklus Sprint untuk mengelola aktivitas pengembangan dan mengontrol kemajuan sistem. Komponen utama *Scrum* yang menjadi acuan dalam pengembangan aplikasi ini sebagai berikut:

Penelitian ini dirancang untuk mendukung perancangan dan pengembangan aplikasi manajemen bandwidth jaringan berbasis web yang terintegrasi dengan perangkat MikroTik menggunakan metode Agile-Scrum. Metode ini menekankan kolaborasi tim, transparansi, dan pengembangan berkelanjutan melalui siklus iteratif yang disebut Sprint. Setiap Sprint memiliki durasi tetap dan menghasilkan inkremen fungsional, sehingga proses pengembangan dapat berjalan adaptif, terukur, dan berkesinambungan. [9].



Gbr. 5 Komponen Scrum

Ketiga komponen ini diimplementasikan secara spesifik dalam konteks Analisis dan Perancangan sistem di PT Bali Towerindo Sentral TBK

1. Roles

Tim Scrum dibentuk untuk memastikan akuntabilitas dan kelancaran proses iteratif, di mana setiap peran pada komponen Roles memiliki tanggung jawab utama selama proses analisis dan perancangan sistem.

1) *Product Owner*

Product Owner (PO) bertanggung jawab atas pengelolaan dan prioritas *Product Backlog* berdasarkan hasil analisis kebutuhan sistem, serta menetapkan keputusan akhir terhadap penerimaan *Increment* pada setiap *Sprint Review*.

2) *Scrum Master*

Scrum Master berperan sebagai *servant leader* yang memastikan penerapan Scrum berjalan efektif, menjaga alur dan waktu *Sprint*, serta menghilangkan hambatan yang dapat mengganggu kinerja *Development Team*.

3) *Development Team*

Development Team merupakan tim lintas fungsional yang bertanggung jawab secara kolektif dalam menghasilkan *Increment*, termasuk menganalisis kebutuhan pada *Sprint Backlog* dan menerjemahkannya ke dalam artefak perancangan sistem yang dinyatakan selesai pada akhir *Sprint*.

2. Events

Kegiatan *Scrum*, yang merupakan komponen *Events* mengatur siklus Analisis dan Perancangan di dalam *Sprint* yang durasinya ditetapkan :

- 1) *Sprint Planning*: Mengkonversi kebutuhan prioritas dari *Product Backlog* menjadi *Sprint Backlog* dan *Sprint Goal*.
- 2) *Daily Scrum*: Pertemuan 15 menit harian untuk menginspeksi kemajuan pekerjaan perancangan dan mengadaptasi rencana hari itu.
- 3) *Sprint Review*: Kegiatan formal untuk menginspeksi hasil perancangan (*Increment*) yang telah selesai. Umpan balik dari *Stakeholder* digunakan untuk adaptasi perancangan di *Sprint* berikutnya.
- 4) *Sprint Retrospective*: Digunakan untuk menginspeksi dan mengadaptasi proses kerja tim dalam menganalisis dan merancang, guna meningkatkan efisiensi proses di *Sprint* selanjutnya.

3. Artifacts

Artefak *Scrum*, yang merupakan komponen *Artifacts* digunakan untuk memberikan transparansi dan fokus pada hasil Analisis dan Perancangan sistem:

- 1) *Product Backlog*: Merupakan hasil dari keseluruhan Analisis Kebutuhan Sistem.
- 2) *Sprint Backlog*: Berfungsi sebagai detail rencana perancangan jangka pendek, berisi rincian tugas untuk menghasilkan artefak perancangan spesifik.

- 3) *Increment*: Merupakan semua hasil perancangan yang telah diselesaikan dan divalidasi oleh *Development Team* di akhir *Sprint*.

3.6 Product Backlog

Product Backlog adalah daftar prioritas seluruh tugas dalam pengembangan sistem menggunakan metode Scrum. Daftar ini mencakup analisis kebutuhan hingga implementasi, lengkap dengan estimasi waktu pengerjaan. Berikut adalah rincian Product Backlog untuk aplikasi pengelolaan bandwidth:

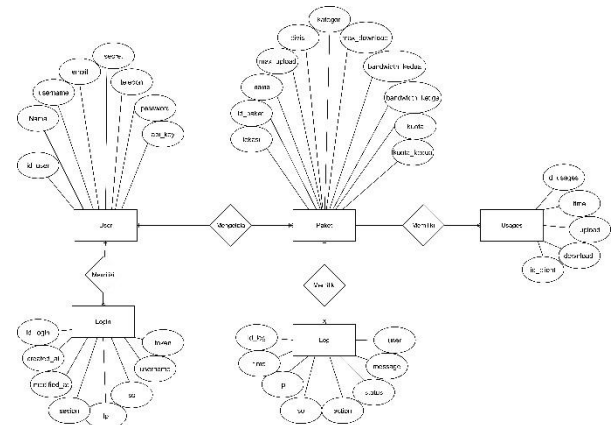
Tabel 1 Product Backlog

No	Product Backlog	Rincian	Hari	Prioritas
1	Analisis Kebutuhan Sistem	Kebutuhan Utama Sistem	1	Tinggi
		Kebutuhan Pendukung Sistem	1	Tinggi
2	Desain <i>Input</i>	Desain <i>Input</i>	2	Sedang
3	Desain <i>Output</i>	Desain <i>Output</i>	2	Sedang
4	Desain Proses	<i>Use Case</i>	5	Tinggi
		<i>Activity Diagram</i>	5	Tinggi
		<i>Sequence Diagram</i>	5	Tinggi
		<i>Class Diagram</i>	5	Tinggi
5	Pembuatan Sistem	Implementasi Kode Program	53	Tinggi
		Perancangan Antarmuka Pengguna	7	Sedang
		Halaman Utama Aplikasi	25	Sedang
		Halaman Autentikasi Pengguna	3	Sedang

3.7 Entity Relationship Diagram (ERD)

ERD adalah diagram untuk merancang basis data yang menggambarkan hubungan (*relationship*) antar objek atau entitas beserta atributnya. Fungsinya adalah memetakan struktur dan keterkaitan data secara visual sebelum diimplementasikan ke dalam sistem [11]. Gambar

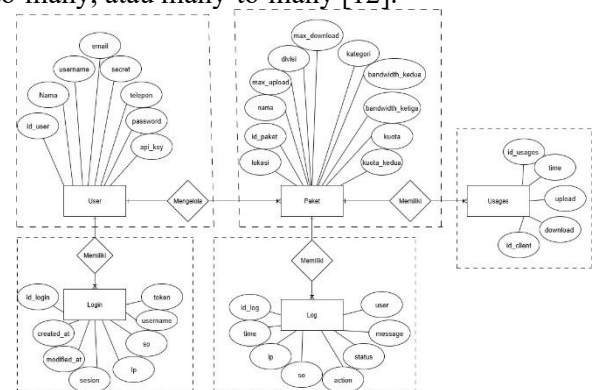
berikut merupakan *Entity Relationship Diagram* (ERD) dari sistem yang sedang dikembangkan :



Gbr. 6 Entity Relationship Diagram (ERD)

3.8 Transformasi ERD ke Logical Record Structure (LRS)

Proses ini adalah tahap mengubah diagram hubungan entitas (ERD) menjadi struktur rekaman logis (LRS). Transformasi dilakukan dengan memetakan atribut dan relasi antar entitas berdasarkan aturan kardinalitas (seperti one-to-one, one-to-many, atau many-to-many [12]).

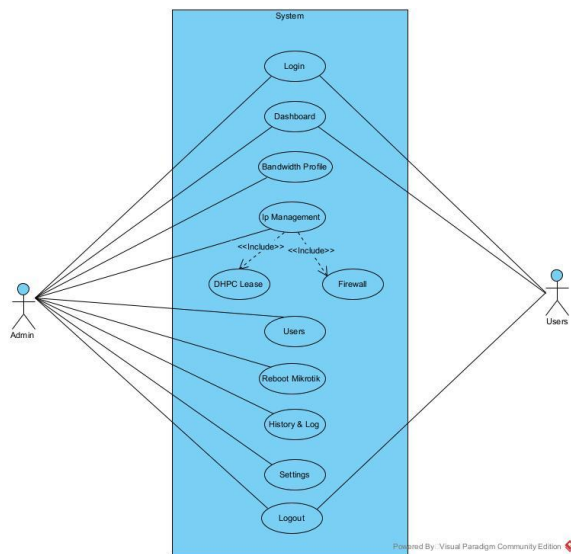


Gbr. 7 Transformasi ERD ke LRS

3.9 Use Case

Use Case Diagram adalah bagian dari UML yang memvisualisasikan interaksi antara aktor (pengguna/sistem eksternal) dengan fungsi atau layanan di dalam sistem. Diagram ini bertujuan untuk memetakan kebutuhan fungsional sistem dari sudut pandang pengguna [13]. Use case diagram menggambarkan interaksi aktor dengan fitur sistem. Pada penelitian ini, diagram memodelkan peran Admin dan User dalam aplikasi manajemen bandwidth, termasuk login, pengelolaan data

pengguna, pengaturan bandwidth, manajemen IP, dan pencatatan log aktivitas :



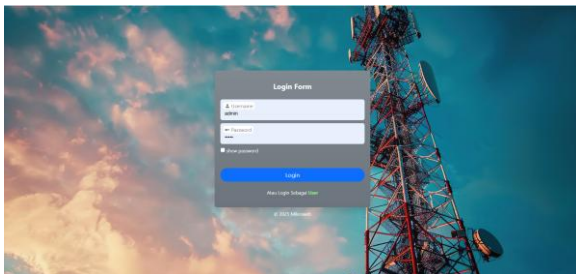
Gbr. 8 Use Case

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan aplikasi adalah proses menyeluruh mulai dari perencanaan hingga pengujian untuk menghasilkan program yang efektif dan sesuai kebutuhan pengguna [14]. Implementasi program adalah tahap mengubah desain sistem menjadi aplikasi yang berjalan. PHP digunakan untuk logika, XAMPP sebagai server lokal, dan Mikrotik diintegrasikan via API, memastikan semua komponen memenuhi persyaratan fungsional dan non-fungsional.

4.1 Menu Login & Logout

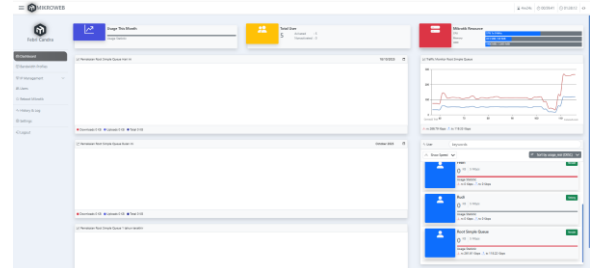
Login adalah pintu masuk untuk mendapatkan izin akses, sedangkan Logout adalah pintu keluar untuk mengunci kembali akun tersebut.



Gbr. 9 Menu Login & Logout

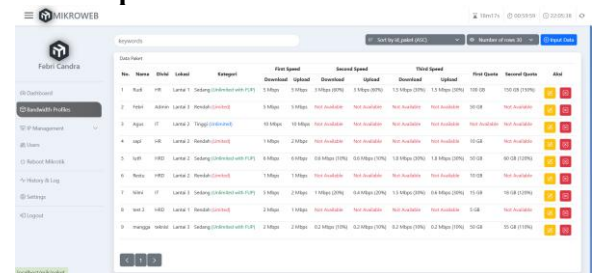
4.2 Tampilan Dashboard dan Monitoring Admin

Dashboard menampilkan ringkasan real-time mengenai penggunaan bandwidth, resource Mikrotik (CPU, RAM, HDD), serta status koneksi perangkat jaringan. Data ini diambil secara otomatis melalui integrasi API Mikrotik.



Gbr. 10 Menu Dashboard dan Monitoring Admin

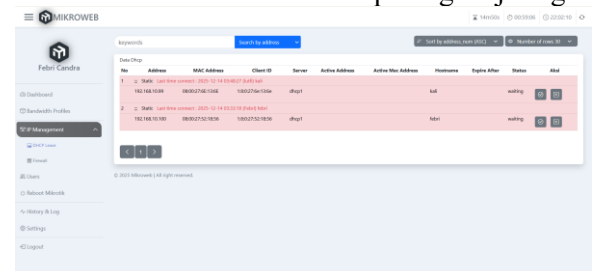
4.3 Tampilan Halaman Bandwidth Profile



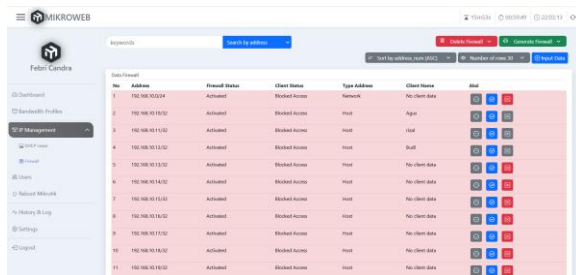
Gbr. 11 Halaman Menu Bandwidth Profile

4.4 Tampilan Modul IP Management

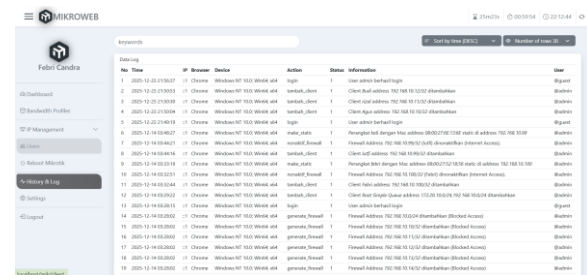
IP Management mencakup pengaturan *DHCP Lease* dan *Firewall*. Admin dapat melihat, menambah, menghapus, serta memperbarui data alamat IP aktif. Semua perubahan dikirim ke Mikrotik menggunakan *API* untuk menjaga sinkronisasi antara sistem dan perangkat jaringan.



Gbr. 12 Halaman DHCP Lease



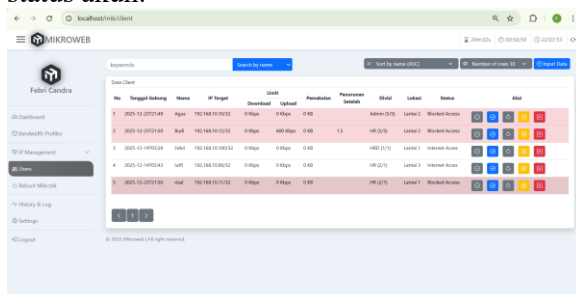
Gbr. 13 Halaman Menu Firewall



Gbr. 16 Halaman Menu History & Log

4.5 Tampilan Halaman Users

Menu Users membantu admin mengatur data pengguna aplikasi seperti nama, hak akses, dan status akun.



Gbr. 14 Halaman Menu Users

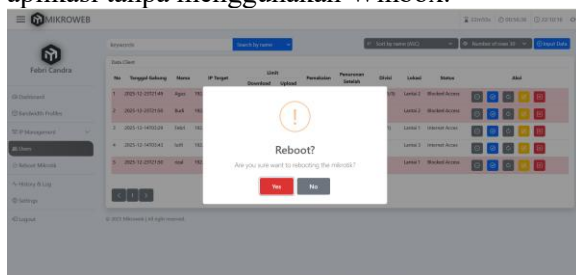
4.8 Pengujian Perangkat Lunak

Blackbox Testing adalah metode pengujian yang fokus pada fungsionalitas perangkat lunak dengan memasukkan data sesuai spesifikasi untuk memastikan program berjalan sesuai kebutuhan [15]. Pengujian sistem menggunakan Black Box Testing yang berfokus pada fungsi aplikasi berdasarkan input dan output. Pengujian dilakukan oleh Admin dan User untuk memastikan seluruh fitur utama berjalan sesuai spesifikasi dan terintegrasi dengan baik melalui API Mikrotik.

1) Pengujian Black Box Login Admin

4.6 Tampilan Halaman Reboot Mikrotik

Fitur Reboot Mikrotik berfungsi untuk melakukan restart router secara langsung dari aplikasi tanpa menggunakan Winbox.



Gbr. 15 Fitur Reboot Mikrotik

Tabel 2 Black Box Testing Menu Login Admin

No	Menu	Pengujian	Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Login	Sebagai admin dapat login menggunakan kredensial yang valid	Berhasil login dan diarahkan ke halaman Dashboard Admin	Berhasil login dan diarahkan ke halaman Dashboard Admin	Passed
		Sebagai admin tidak dapat login menggunakan username atau password yang salah	Gagal login dan muncul pesan error "Invalid username or password"	Gagal login dan muncul pesan error "Invalid username or password"	Passed

4.7 Tampilan Halaman History & Log

Halaman History & Log menampilkan seluruh aktivitas pengguna dan sistem secara real-time. Fitur ini memudahkan administrator dalam melakukan pemantauan aktivitas jaringan, mendeteksi perubahan konfigurasi, serta memastikan setiap perintah yang dikirim ke Mikrotik tercatat dengan baik.

2) Pengujian Black Box Dashboard Admin

Tabel 3 Black Box Testing Menu Dashboard Admin

No	Menu	Pengujian	Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Dashb oard	Sebagi i admin berhasi l login dan memb uka halama n Dashb oard	Menamp ilkan ringkasa n <i>Usage</i> , <i>Package</i> , dan <i>Renew</i> serta grafik penggun aan bandwid th	Data ditampil kan dengan benar sesuai kondisi real-time Mikrotik	<i>Pass ed</i>
		Mikrotik tidak terhub ung ke sistem	Sistem menamp ilkan pesan <i>error connection</i> atau nilai 0 pada seluruh indikator	Sistem menamp ilkan indikator kosong dengan pesan koneksi gagal	<i>Pass ed</i>

3) Pengujian Black Box Bandwidth Profile

Tabel 4 Black Box Testing Menu Bandwidth Profile

No	Menu	Pengujian	Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Band width <i>Profile</i>	Menamb ahkan paket <i>bandwidth</i> baru dengan data <i>valid</i>	Paket berhasil ditamb ahkan dan muncul di daftar <i>Bandwidth Profiles</i> serta tersimpa n di Mikroti k	Data paket tampil di daftar dan berhasil disinkro nkan ke Mikroti k	<i>Pass ed</i>

		Menamb ahkan paket bandwid th baru dengan data tidak <i>valid</i> (misal <i>field</i> kosong)	Sistem menolak input dan menamp ilkan pesan error validasi	Pesan validasi muncul “ <i>Field</i> tidak boleh kosong ”	<i>Pass ed</i>
		Mengub ah data paket bandwid th yang sudah ada	Data paket berhasil diperbar ui dan tersimpa n di Mikroti k	Perubah an tampil di tabel dan sinkron ke Mikroti k	<i>Pass ed</i>
		Mengha pus salah satu paket bandwid th	Data paket terhapus dari daftar dan dari Mikroti k	Paket berhasil dihapus dari sistem dan router	<i>Pass ed</i>
		Mengha pus paket yang sedang dipakai oleh user aktif	Sistem menolak penghap usan dan menamp ilkan pesan peringat an	Pesan “Paket sedang digunak an, tidak dapat dihapus ” muncul	<i>Pass ed</i>

4) Black Box Testing Menu IP Management

Tabel 5 Black Box Testing Menu IP Management

No	Menu	Pengujian	Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	<i>IP Management</i>	Menamp ilkan daftar <i>IP</i> , <i>DHCP Lease</i> , dan <i>Firewall</i>	Sistem menamp ilkan seluruh data yang disinkro nkan dari	Data <i>IP</i> , <i>Lease</i> , dan <i>Firewall</i> munc ul	<i>Pass ed</i>

			Mikrotik	lengkap	
		Menambahkan alamat IP baru dengan data <i>valid</i>	IP baru tersimpan di sistem dan juga ditambahkan ke Mikrotik	IP berhasil muncul di daftar dan di Mikrotik	<i>Passed</i>
		Menambahkan alamat IP tanpa mengisi <i>field</i> wajib	Sistem menolak input dan menampilkan pesan "Data tidak boleh kosong"	Pesan validasi muncul sesuai input	<i>Passed</i>
		Menghapus salah satu IP atau <i>rule firewall</i>	Data berhasil dihapus dari sistem dan Mikrotik	<i>Rule</i> terhapus di keduanya	<i>Passed</i>

5) Black Box Testing Menu Users

No	Menu	Pengujian	Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	<i>Users</i>	Admin menambahkan <i>client</i> baru dengan data lengkap dan IP unik	Data tersimpan dan muncul di tabel <i>Users</i>	<i>Client</i> berhasil ditambahkan dan tampil di daftar	<i>Passed</i>
		Admin memasukkan IP kosong atau duplikat	Sistem menolak <i>input</i> dan menampilkan pesan <i>error</i>	Pesan "IP tidak boleh kosong / sudah digunakan" muncul	<i>Passed</i>

		Admin mengubah <i>limit bandwidth client</i>	Data berhasil diperbarui dan tersimpan di Mikrotik	Perubahan tampil di tabel dan Mikrotik	<i>Passed</i>
		Admin mengaktifkan atau menonaktifkan <i>client</i>	Status berubah sesuai (<i>aktif/non aktif</i>)	Status berubah tanpa <i>error</i>	<i>Passed</i>
		Admin menghapus data <i>client</i> dari sistem	Data terhapus dari aplikasi dan Mikrotik	<i>Client</i> berhasil dihapus	<i>Passed</i>

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan aplikasi pengelolaan bandwidth berbasis web yang terintegrasi dengan perangkat MikroTik melalui RouterOS API menggunakan metode pengembangan Agile-Scrum, maka dapat ditarik tiga kesimpulan sebagai berikut:

- Aplikasi pengelolaan bandwidth berbasis web telah berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik; fitur-fitur utama seperti dashboard monitoring, bandwidth profile, *DHCP lease*, *firewall*, manajemen pengguna, *reboot* MikroTik, serta *history* dan *log* telah berjalan sesuai tujuan dan kebutuhan penelitian.
- Integrasi aplikasi dengan MikroTik melalui RouterOS API dapat mempermudah administrator dalam melakukan konfigurasi serta pemantauan jaringan secara terpusat tanpa harus mengakses perangkat secara langsung melalui Winbox atau terminal, sehingga lebih efisien dan praktis.
- Hasil pengujian fungsional menunjukkan bahwa aplikasi telah memenuhi tujuan pengembangan, di mana fitur-fitur inti bekerja sesuai kebutuhan pengguna dan spesifikasi sistem yang dirancang.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, berikut saran yang dapat menjadi acuan untuk pengembangan sistem pada tahap berikutnya:

- Perlu ditambahkan fitur visualisasi topologi jaringan secara real-time untuk memudahkan administrator dalam memantau status perangkat jaringan seperti router atau client yang aktif maupun tidak aktif melalui tampilan aplikasi.
- Disarankan untuk mengembangkan fitur pemblokiran situs terlarang secara langsung dari aplikasi, sehingga pengaturan keamanan akses internet dapat dilakukan dengan lebih mudah dan terintegrasi dalam satu sistem.
- Perlu dilakukan pengujian performa dan keamanan yang lebih komprehensif, sehingga aplikasi dapat digunakan secara optimal pada lingkungan operasional berskala lebih besar dan tetap aman dari potensi serangan atau akses tidak sah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Andika, . L. Nurlani, N. Natalia And S. Muwahhid, "Implementasi Application Programmable Interface Pada Sistem Manajemen Jaringan Berbasis Website," *Jtera (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, Vol. 7, No. 2, Pp. 223-232, 2022.
- [2] G. Erlangga, U. Y. Oktiawati And I. V. Paputungan, "Pengembangan Aplikasi Monitoring Bandwidth Usage Berbasis Website Menggunakan Django," *Automata*, Vol. 6, No. 2, Pp. 45-58, 2022.
- [3] D. S. Pradana, M. Orisa And F. X. Ariwibisono, "Implementasi Dynamic Quality Of Service (Qos) Hotspot Login Manajemen Bandwith Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (Htb)," *Jati (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, Vol. 8, No. 2, Pp. 1254-1262, 2024.
- [4] W. M. H. Muslim, F. Harvianto And S. Utama, "Penerapan Metode Scrum Dalam Pengembangan Sistem Informasi Layanan Kawasan," *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, Vol. 6, No. 2, Pp. 365-378, 2020.
- [5] R. Gutama And T. Dirgahayu, "Implementasi Scrum Pada Manajemen Proyek Pengembangan Aplikasi Sistem Monitoring Dan Evaluasi Pembangunan (Smep)," *Automata*, Vol. 2, No. 1, Pp. 1-6, 2021.
- [6] E. A. Darmadi, "Manajemen Bandwidth Internet Menggunakan Mikrotik Router Di Politeknik Tri Mitra Karya Mandiri," *Jurnal Ikra-Ith Teknologi*, Vol. 3, No. 3, Pp. 7-13, 2019.
- [7] R. R. Pelealu, D. Wonggo And O. Kembuan, "Perancangan Dan Implementasi Jaringan Komputer Smk Negeri 1 Tahuna," *Jointer: Journal Of Informatics Engineering*, Vol. 1, No. 1, Pp. 5-11, 2020.
- [8] G. Pujianto, F. Riana And S. H. A, "Pengembangan Web Service Pada Sistem Informasi Jahe Menggunakan Metode Rest Api," *Jati (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, Vol. 8, No. 5, Pp. 10735-10742, 2024.
- [9] T. And M. Fitria, "Penerapan Metode Scrum Pada E-Learning Stmik Cikarang Menggunakan Php Dan Mysql," *Jurnal Informatika Simantik*, Vol. 6, No. 1, Pp. 12-16, 2021.
- [10] K. Schwaber And J. Sutherland, "The Scrum Guide: The Definitive Guide To Scrum: The Rules Of The Game," 30 November 2020. [Online]. Available: <https://Scrumguides.Org/Scrum-Guide.Html>.
- [11] I. . S. Akbar And T. Haryanti, "Pengembangan Entity Relationship Diagram Databasetoko Online Ira Surabaya," *Jurnal Ilmiah Computing Insight*, Vol. 3, No. 2, Pp. 28-35, 2021.
- [12] W. William And B. D. Andah, "Penerapan Electronic Customer Relationship Management (E-Crm) Dalam Upaya Meningkatkan Pendapatan Penjualan Pada Pt. Cipta Aneka Buah," *Idealis: Indonesia Journal Information System*, Vol. 3, No. 1, Pp. 20-25, 2020.
- [13] U. Cakrawala, "Apa Itu Use Case Diagram Dan Contohnya," 24 August 2024. [Online]. Available: <https://Www.Cakrawala.Ac.Id/Berita/Apa-Itu-Use-Case-Diagram#:~:Text=Use%20case%20diagram%20adalah%20alat,Dan%20berfungsi%20sesuai%20dengan%20kebutuhan..>
- [14] A. Alodyasari, "Simak! 7 Tahapan Dalam Pengembangan Aplikasi Mobile," 23 Desember 2024. [Online]. Available: <https://Www.Lawencon.Com/Tahapan-Pengembangan-Aplikasi-Mobile/>.
- [15] J. Shadiq, A. Safei And R. W. R. Loly, "Pengujian Aplikasi Peminjaman Kendaraan Operasional Kantor Menggunakan Blackbox Testing," *Information Management For Educators*, Vol. 5, No. 1, P. 2021, 97-110.