

Pengembangan Sistem Manajemen Akun Pelanggan Internet Berbasis Integrasi Website dan MikroTik USERMAN

M Abdul Aziz¹, Sahirul Alam^{1,*}

¹Departemen Teknik Elektro dan Informatika, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada
Email : *sahirul.alam@ugm.ac.id

Abstrak. Lonjakan permintaan layanan internet rumahan pasca pandemi mendorong munculnya Internet Service Provider (ISP) lokal dan RT/RW Net di daerah pelosok yang belum terjangkau layanan ISP besar. Namun, banyak dari mereka masih menggunakan sistem manajemen pelanggan yang terpisah dari sistem jaringan sehingga kurang efisien. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem manajemen pelanggan berbasis web yang terintegrasi dengan MikroTik User Manager (USERMAN) melalui protokol PPPoE sebagai metode koneksi pelanggan. Sistem ini dibangun menggunakan framework Laravel dan diintegrasikan dengan perangkat MikroTik melalui API. Pengujian dilakukan dengan metode BlackBox, pengukuran waktu operasional, dan pengujian bandwidth. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan berhasil menambahkan fitur seperti aktivasi/deaktivasi akun, manajemen profil bandwidth, serta manajemen akun pelanggan untuk koneksi Point to Point Protocol Over Ethernet (PPPoE) secara otomatis. Sistem ini terbukti mampu meningkatkan efektivitas operasional hingga 55,21% dibandingkan sistem manual sebelumnya dan dapat menjadi solusi bagi ISP lokal seperti PT Gonet Teknologi Indonesia dalam pengelolaan akun pelanggan secara terpusat. Sistem ini terbukti mampu meningkatkan efektivitas operasional hingga rata-rata 55.21%. Selain itu, pengujian streaming video menunjukkan bahwa nilai delay, jitter, dan packet loss berada pada kategori Excellent hingga Good berdasarkan standar ITU-T G.1010, sehingga sistem ini mampu memberikan layanan jaringan yang stabil dan andal.

Kata Kunci : MikroTik, PPPoE, USERMAN, RADIUS, Laravel

Abstract. The post-pandemic surge in demand for home internet services has led to the emergence of local Internet Service Providers (ISPs) and RT/RW Net in remote areas not yet covered by large ISP services. However, many of them still use a customer management system that is separate from the network system, making it less efficient. This research aims to develop a web-based customer management system integrated with MikroTik User Manager (USERMAN) through PPPoE protocol as a customer connection method. This system was built using the Laravel framework and integrated with MikroTik devices via API. Testing was conducted using the BlackBox method, operational time measurement, and bandwidth testing. The test results show that the developed system successfully adds features such as account activation/deactivation, bandwidth profile management, and customer account management for Point to Point Protocol Over Ethernet (PPPoE) connections automatically. The system has been proven to increase operational effectiveness by 55.21% compared to the previous manual system and can be a solution for local ISPs such as PT Gonet Teknologi Indonesia in centralized customer account management. In addition, streaming test results indicate that delay, jitter, and packet loss values fall into the Excellent to Good categories based on the ITU-T G.1010 standard, indicating that the system delivers a stable and reliable internet service.

Keyword : MikroTik, PPPoE, USERMAN, RADIUS, Laravel

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi telah mendorong transformasi digital di berbagai sektor, termasuk dalam penyediaan layanan internet untuk masyarakat. Seiring meningkatnya kebutuhan konektivitas pasca pandemi COVID-19, penggunaan internet rumah tangga di Indonesia melonjak secara signifikan. Data dari Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa pada tahun 2020, lebih dari 78% rumah tangga di Indonesia telah terhubung ke internet, dan jumlah pengguna internet nasional mencapai lebih dari 221 juta pada tahun 2024 [1, 2]. Namun, lonjakan ini belum diimbangi dengan pemerataan infrastruktur, terutama di wilayah pelosok yang belum terjangkau oleh ISP berskala nasional.



Sebagai solusi atas keterbatasan tersebut, muncullah penyedia layanan internet berskala kecil seperti ISP lokal dan RT/RW Net. Meskipun mampu menyediakan akses internet yang lebih terjangkau dan kontekstual, banyak dari mereka masih mengelola sistem pelanggan dan jaringan secara terpisah. Praktik umum seperti pencatatan pelanggan menggunakan *spreadsheet* dan aktivasi layanan secara manual tidak hanya mengurangi efisiensi, tetapi juga meningkatkan risiko kesalahan operasional [3]. Permasalahan ini dialami oleh beberapa ISP lokal, salah satunya adalah PT Gonet Teknologi Indonesia, yang masih memisahkan sistem manajemen pelanggan berbasis *web* dengan sistem jaringan MikroTik yang digunakan sebagai *server* otentikasi dan *billing*.

Untuk mengatasi tantangan tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem manajemen akun pelanggan internet berbasis *web* yang terintegrasi secara langsung dengan perangkat MikroTik melalui *User Manager* (USERMAN) dan protokol PPPoE (*Point-to-Point Protocol over Ethernet*). Integrasi ini memanfaatkan *Application Programming Interface* (API) MikroTik untuk mengotomatisasi proses seperti pembuatan akun, pengelolaan *bandwidth*, serta aktivasi dan deaktivasi akun secara *real-time* melalui satu antarmuka terpusat.

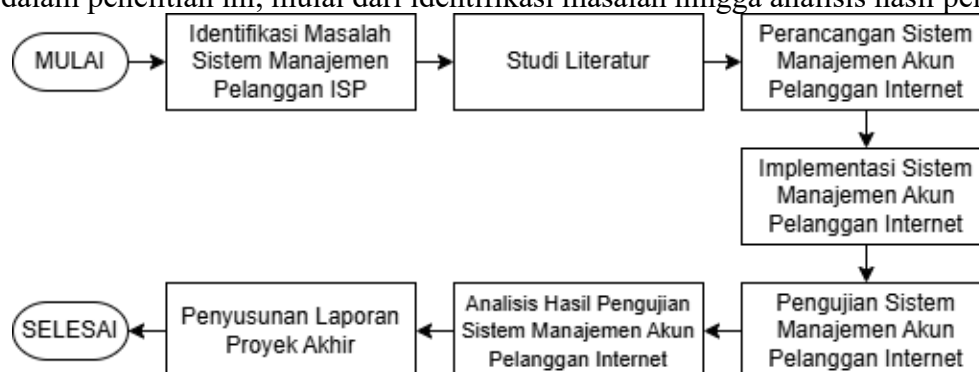
Kontribusi utama dari penelitian ini adalah pada penerapan integrasi sistem yang sederhana namun fungsional antara *web application* dan sistem otentikasi jaringan, yang dapat meningkatkan efektivitas operasional hingga 55,21% dibandingkan metode manual. Kebaruan dari penelitian ini terletak pada penggunaan PPPoE sebagai metode koneksi yang menggunakan USERMAN sebagai server RADIUS internal, serta penerapan Laravel sebagai kerangka kerja untuk integrasi layanan berbasis API secara efisien. Studi ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan sistem serupa di ISP lokal lainnya, serta memperluas adopsi teknologi jaringan yang efisien dan terjangkau di komunitas pedesaan Indonesia.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan sistematis, dimulai dari identifikasi masalah, studi literatur, perancangan sistem, implementasi, hingga pengujian dan evaluasi. Tujuan utama dari metodologi ini adalah memastikan bahwa sistem yang dikembangkan dapat direplikasi dan diterapkan oleh pihak lain dengan kebutuhan serupa.

A. Identifikasi Masalah dan Studi Literatur

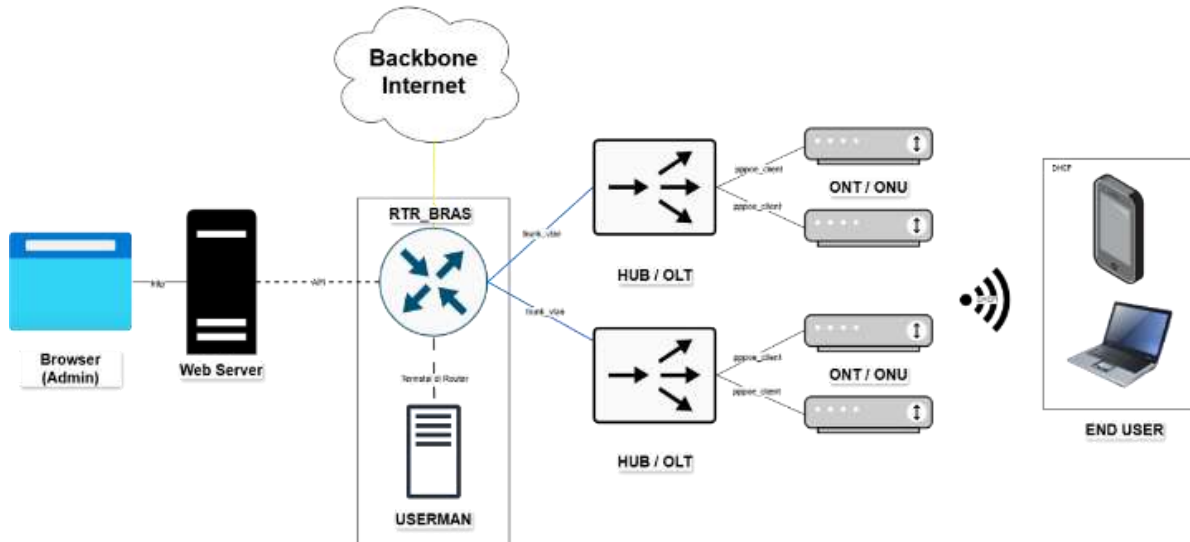
Langkah awal dilakukan dengan mengamati proses operasional manajemen pelanggan internet di PT Gonet Teknologi Indonesia. Ditemukan bahwa sistem *web* manajemen pelanggan yang digunakan belum terintegrasi dengan perangkat jaringan, sehingga proses teknis seperti aktivasi dan pengaturan akun pelanggan masih dilakukan secara manual. Studi literatur dilakukan untuk menemukan solusi relevan melalui integrasi antara aplikasi *web*, protokol PPPoE, dan sistem RADIUS berbasis MikroTik USERMAN. Gambar 1 mengilustrasikan alur tahapan proyek akhir yang dijalankan dalam penelitian ini, mulai dari identifikasi masalah hingga analisis hasil pengujian.



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Proyek Akhir

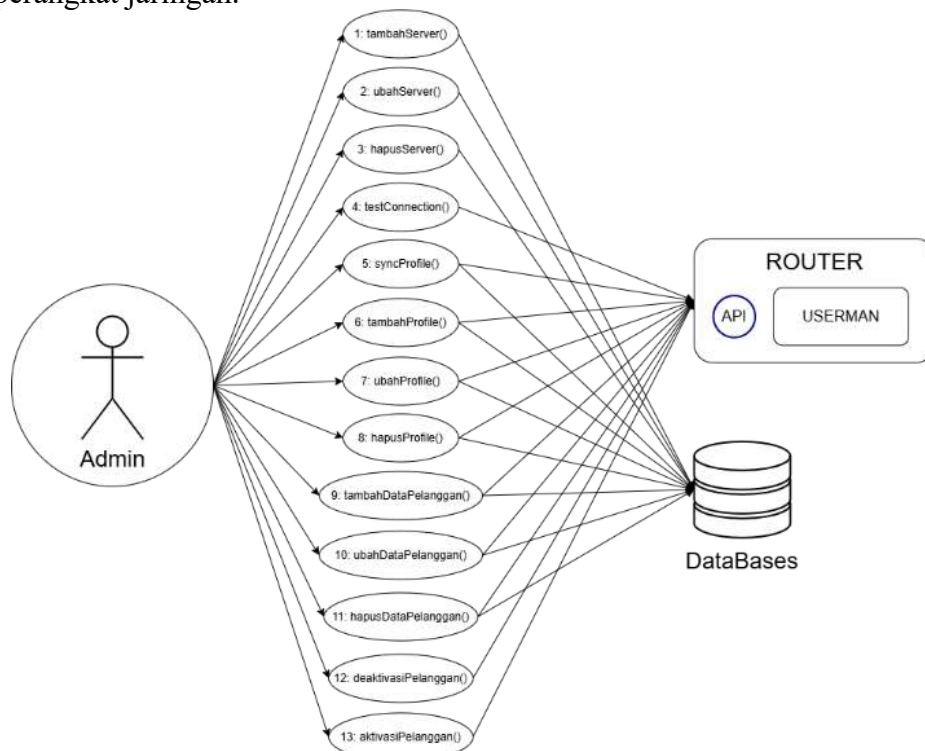
B. Perancangan Sistem

Perancangan sistem mencakup identifikasi kebutuhan sistem, desain topologi jaringan, serta alur komunikasi antar komponen. Sistem dikembangkan dengan arsitektur yang mengintegrasikan aplikasi *web* berbasis Laravel dengan *router* MikroTik melalui API. Topologi jaringan yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 2, menggambarkan relasi antara *web server*, perangkat BRAS, dan *client* PPPoE.



Gambar 2. Topologi Jaringan Sistem

Gambar 3 memperlihatkan alur komunikasi sistem, yaitu bagaimana interaksi antara antarmuka pengguna, *backend* Laravel, dan MikroTik dilakukan menggunakan API. Komunikasi ini memungkinkan aplikasi *web* untuk menambah, menghapus, atau mengubah akun pelanggan secara langsung ke perangkat jaringan.



Gambar 3. Diagram Komunikasi Sistem *Web* dan MikroTik API

C. Implementasi Sistem

Implementasi dilakukan dalam beberapa langkah, yaitu instalasi dan konfigurasi USERMAN pada MikroTik, penyiapan PPPoE Server di perangkat BRAS, pengembangan sistem *web* berbasis Laravel yang terhubung ke MikroTik melalui API dan pengujian fungsi-fungsi utama sistem. Fungsi utama dari sistem web yang dikembangkan disajikan dalam Tabel 1. Tabel ini merangkum fitur-fitur inti seperti pengelolaan akun pelanggan, pengaturan profil *bandwidth*, dan kontrol masa aktif.

Tabel 1. Fitur-Fitur Sistem *Web* Manajemen Pelanggan

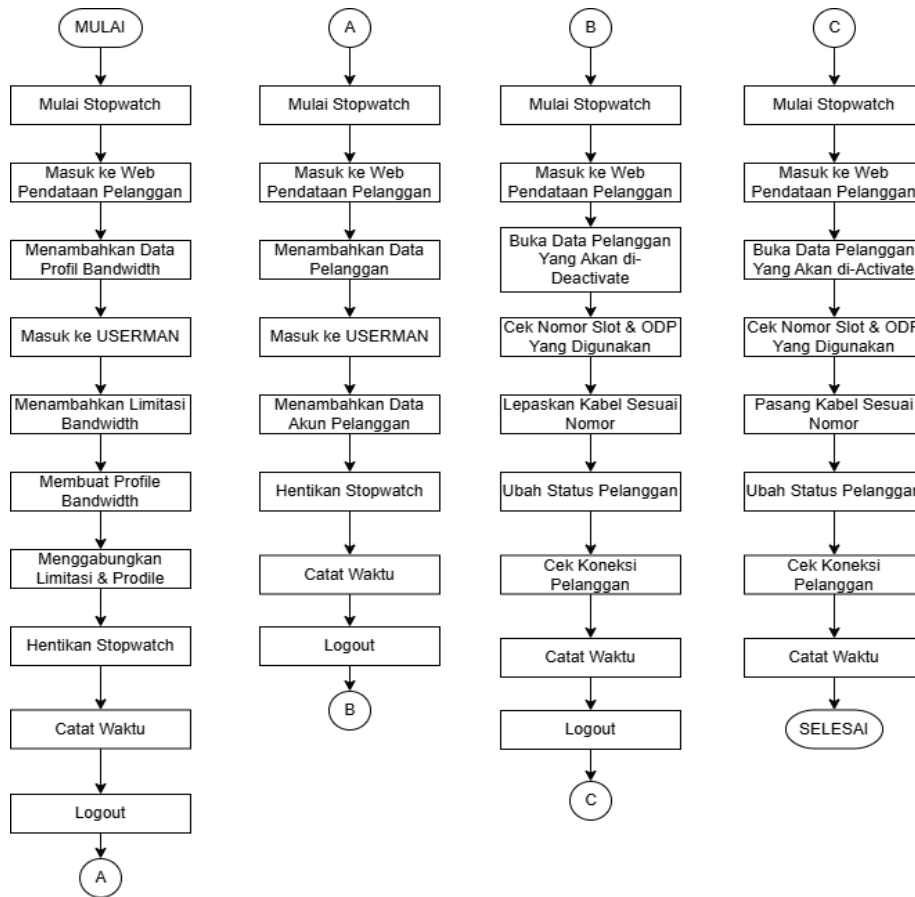
Fitur	Fungsi
<i>tambahServer</i>	Menambahkan data <i>server</i> RADIUS (USERMAN) yang akan digunakan kemudian disimpan di <i>database</i>
<i>ubahServer</i>	Mengubah/menyesuaikan data <i>server</i> RADIUS (USERMAN) kemudian memperbarui data di <i>database</i>
<i>hapusServer</i>	Menghapus data <i>server</i> RADIUS (USERMAN) dari <i>database</i>
<i>testConnection</i>	Melakukan tes koneksi ke <i>server</i> RADIUS (USERMAN)
<i>syncProfile</i>	Melakukan sinkronisasi data <i>Profile</i> yang ada di <i>server</i> RADIUS (USERMAN) dengan data <i>Profile</i> di <i>database</i>
<i>tambahProfile</i>	Menambahkan data <i>Profile</i> yang kemudian disimpan di <i>database</i> dan menjalankan perintah untuk menambahkan <i>Profile</i> ke <i>server</i> RADIUS (USERMAN)
<i>ubahProfile</i>	Mengubah/menyesuaikan data <i>Profile</i> yang kemudian memperbarui data di <i>database</i> dan menjalankan perintah untuk memperbarui <i>Profile</i> di <i>server</i> RADIUS (USERMAN)
<i>hapusProfile</i>	Menghapus data <i>Profile</i> dari <i>database</i> dan kemudian menjalankan perintah untuk menghapus <i>Profile</i> dari <i>server</i> RADIUS (USERMAN)
<i>tambahDataPelanggan</i>	Menambahkan data Pelanggan yang kemudian disimpan di <i>database</i> dan menjalankan perintah untuk menambahkan Pelanggan ke <i>server</i> RADIUS (USERMAN)
<i>ubahDataPelanggan</i>	Mengubah/menyesuaikan data Pelanggan yang kemudian memperbarui data di <i>database</i> dan menjalankan perintah untuk memperbarui Pelanggan di <i>server</i> RADIUS (USERMAN)
<i>hapusDataPelanggan</i>	Menghapus data Pelanggan dari <i>database</i> dan kemudian menjalankan perintah untuk menghapus Pelanggan dari <i>server</i> RADIUS (USERMAN)
<i>deaktivasiPelanggan</i>	Melakukan deaktivasi pelanggan dengan menjalankan perintah isolir pelanggan ke <i>server</i> RADIUS (USERMAN)
<i>aktivasiPelanggan</i>	Melakukan aktivasi pelanggan dengan menjalankan perintah <i>enable</i> pelanggan ke <i>server</i> RADIUS (USERMAN)

D. Pengujian Sistem

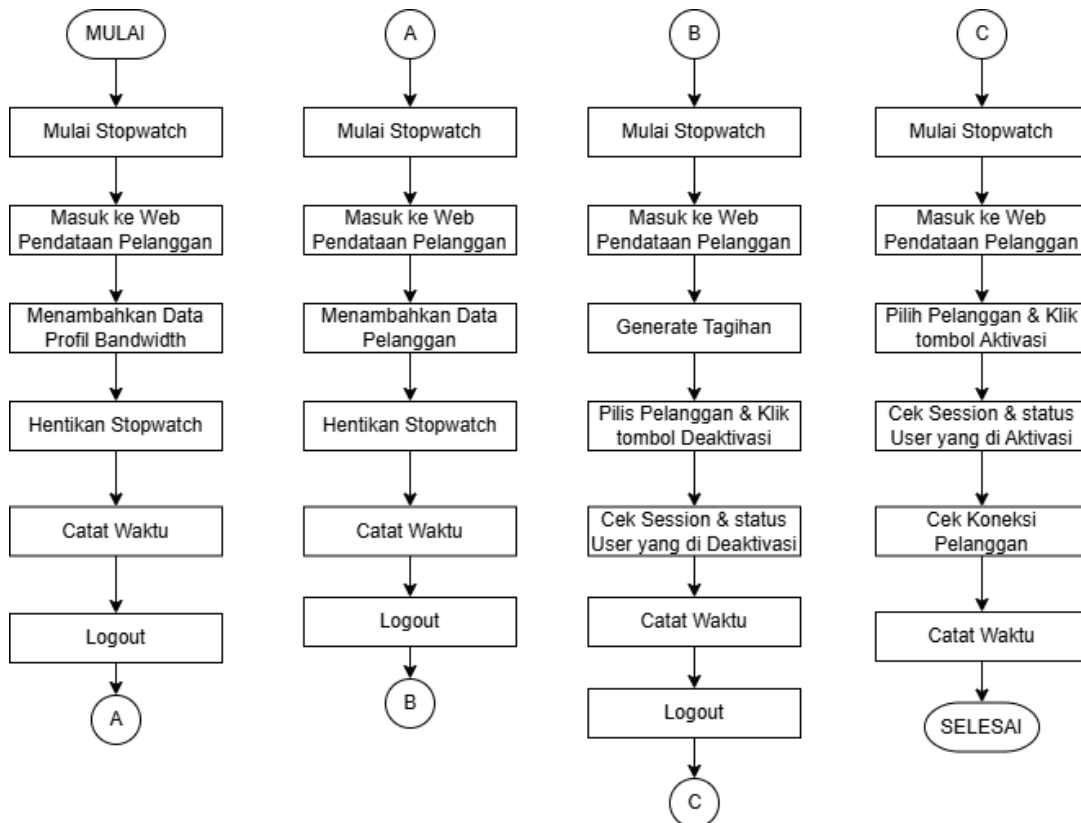
Pengujian sistem dilakukan untuk menilai fungsionalitas, efisiensi, dan kualitas layanan dari sistem manajemen pelanggan yang telah dikembangkan. Tiga pendekatan pengujian digunakan:

1. *BlackBox Testing*: dilakukan untuk memverifikasi fungsi sistem dari sisi pengguna, tanpa memeriksa struktur kode internal.
2. Pengujian Efektivitas Operasional. Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan waktu penyelesaian proses manajemen pelanggan antara sistem manual dan sistem baru. Proses pengujian digambarkan pada Gambar 4 dan Gambar 5 yang menunjukkan skenario pengujian untuk sistem lama dan sistem baru, dengan langkah dan input yang serupa.





Gambar 4. Skenario Pengujian Efektivitas Sistem Lama



Gambar 5. Skenario Pengujian Efektivitas Waktu Sistem Baru

3. Pengujian Kualitas Koneksi (QoS)

Evaluasi performa koneksi dilakukan dengan mengukur parameter *delay*, *jitter*, dan *packet loss* saat melakukan *streaming* video menggunakan akun PPPoE yang telah dibuat.

E. Peralatan dan Lingkungan Pengujian

Implementasi sistem dilakukan pada lingkungan lokal untuk mempermudah pengembangan dan pengujian. Perangkat keras dan lunak yang digunakan dirangkum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Peralatan Penelitian

Perangkat	Seri	Spesifikasi	
Laptop	Lenovo Thinkpad T480s	Sistem Operasi	Windows 10 Pro 22H2 64-bit
		Prosesor	Intel® Core™ i5-8350U
		Penyimpanan	477 GB
		Memori	8192 MB
Router	MikroTik RB951Ui-2HnD	Sistem Operasi	RouterOS
		Versi	6.49.18 (long-term)
		Arsitektur	Mipsbe
		Penyimpanan	128MB
		Memori	128MB
		Lisensi	Level 4
	MikroTik hAP lite	Sistem Operasi	RouterOS
		Versi	6.49.10 (long-term)
		Arsitektur	Smips
		Penyimpanan	16MB
		Memori	32MB
		Lisensi	Level 4
XAMPP	-	Versi	3.3.0
HeidiSQL			12.10.0.7000
VS Code			1.102.0
Composer			2.8.10
Winbox			4.0beta24
Chrome			138.0.7204.102

Sistem diuji pada *laptop* yang juga berperan sebagai *server web*, dengan MikroTik RB951Ui-2HnD sebagai BRAS dan USERMAN, serta MikroTik hAP Lite sebagai *client* PPPoE. Semua komponen diintegrasikan secara lokal menggunakan XAMPP dan Laravel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Fungsional (*Blackbox Testing*)

Pengujian *blackbox* dilakukan terhadap fitur-fitur utama sistem *web* yang dikembangkan, seperti manajemen *server* RADIUS, manajemen profil *bandwidth*, manajemen data dan akun pelanggan, dan manajemen aktivasi pelanggan. Pengujian dilakukan dari sisi admin untuk memastikan setiap fitur bekerja sesuai ekspektasi tanpa melihat struktur kode internal. Data disajikan pada Tabel 3 yang memperlihatkan status keberhasilan dari pengujian fitur-fitur sistem berdasarkan parameter keberhasilan yang ditentukan.



Tabel 3. Hasil Pengujian Fungsionalitas

Fitur	Parameter Keberhasilan	Hasil	
		Berhasil	Gagal
Tambah Server	Data berhasil disimpan di <i>database</i> .	✓	
Tes Koneksi	Menampilkan status koneksi setelah tombol tes koneksi ditekan.	✓	
Edit Server	Data di <i>database</i> berubah setelah salah satu parameter pada form data <i>server</i> diubah.	✓	
Hapus Server	Data di <i>database</i> terhapus sesuai dengan data <i>server</i> yang dipilih sebelum menekan tombol Hapus.	✓	
Tambah Profile	Data berhasil disimpan di <i>database</i> dan data <i>limitation</i> , <i>profile</i> , & <i>profile-limitation</i> berhasil ditambahkan di <i>server</i> RADIUS (USERMAN).	✓	
Tampilkan Profile	Data yang ditampilkan sesuai dengan data <i>Profile</i> yang terdapat di <i>server</i> (RADIUS USERMAN).	✓	
Edit Profile	Data di <i>database</i> dan data <i>limitation</i> , <i>profile</i> , & <i>profile-limitation</i> di <i>server</i> RADIUS (USERMAN) berubah sesuai parameter yang diubah.	✓	
Hapus Profile	Data di <i>database</i> dan data <i>limitation</i> , <i>profile</i> , & <i>profile-limitation</i> di <i>server</i> RADIUS (USERMAN) terhapus setelah data <i>server</i> yang dipilih dihapus melalui tombol Hapus.	✓	
Tambah Pelanggan	keberhasilan dari pengujian ini berupa data berhasil disimpan di <i>database</i> dan data pelanggan berhasil ditambahkan di <i>server</i> RADIUS (USERMAN).	✓	
Edit Pelanggan	Data di <i>database</i> dan data pelanggan di <i>server</i> RADIUS (USERMAN) berubah sesuai parameter yang diubah.	✓	
Hapus Pelanggan	Data di <i>database</i> dan data pelanggan di <i>server</i> RADIUS (USERMAN) terhapus setelah data pelanggan yang dipilih dihapus melalui tombol Hapus.	✓	
Aktivasi Pelanggan	Session pelanggan berubah menjadi aktif serta pelanggan dapat mengakses internet.	✓	
Deaktivasi Pelanggan	Session pelanggan berubah menjadi tidak aktif serta pelanggan tidak dapat mengakses internet.	✓	

Berdasarkan data hasil pengujian fungsionalitas (*Blackbox Testing*) yang disajikan pada Tabel 3, semua fitur yang ditambahkan dan/atau disesuaikan berfungsi sesuai dengan tujuan. Hal ini ditandai dengan keberhasilan pada pengujian yang sesuai dengan parameter keberhasilan yang ditentukan. Dengan keberhasilan implementasi yang mengintegrasikan aplikasi *web* dengan sistem otentikasi pelanggan internet berupa *server* RADIUS (USERMAN) ini, admin dapat lebih mudah dan efisien dalam melakukan pengelolaan pelanggan maupun proses teknis seperti aktivasi dan deaktivasi pelanggan yang dapat dilakukan melalui sistem terpusat ini.

B. Efektivitas Operasional Sistem

Untuk mengetahui perbandingan efisiensi antara sistem lama dan sistem baru, dilakukan simulasi dua skenario terhadap empat jenis aktivitas operasional pelanggan, yaitu: menambahkan profil bandwidth, menambahkan pelanggan baru, deaktivasi, dan aktivasi akun. Sistem baru merupakan aplikasi *web* yang terintegrasi dengan *server* otentikasi USERMAN melalui API, sedangkan sistem lama masih mengharuskan proses manual melalui antarmuka Winbox dan login



terpisah ke USERMAN. Data waktu proses dari kedua sistem disajikan pada Tabel 4, yang menunjukkan durasi eksekusi untuk setiap aktivitas operasional dalam satuan menit dan detik.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Waktu Operasional

Menu	Waktu yang Diperlukan	
	Sistem Lama	Sistem Baru
Menambahkan Profil <i>Bandwidth</i>	1 menit 45.73 detik	1 menit 11.47 detik
Menambahkan Pelanggan Baru	2 menit 36.51 detik	1 menit 26.12 detik
Deactivate User	3 menit 09.09 detik	0 menit 41.49 detik
<i>Activate User (renew payment)</i>	1 menit 44.68 detik	0 menit 36.18 detik

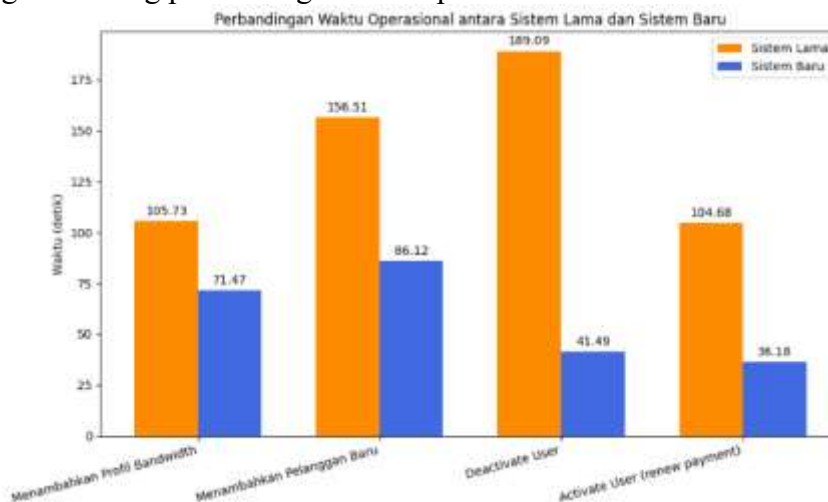
Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa sistem lama membutuhkan waktu lebih lama dibandingkan sistem baru. Selisih paling mencolok terlihat pada proses deaktivasi pelanggan, di mana sistem lama membutuhkan lebih dari 3 menit, sementara sistem baru hanya sekitar 41 detik. Perbedaan ini disebabkan oleh langkah-langkah tambahan pada sistem lama, seperti keharusan login secara manual ke dua antarmuka berbeda, pemilihan port secara manual, dan input yang lebih kompleks. Sistem baru mengatasi ini dengan satu klik tombol yang langsung terhubung ke backend USERMAN melalui program otomatis. Perhitungan peningkatan efektivitas sistem dilakukan dengan persamaan (1). Data hasil konversi ke detik dan perhitungan efektivitas ditampilkan pada Tabel 5

$$Efektifitas(\%) = \left(\frac{Waktu\ sistem\ lama - Waktu\ sistem\ baru}{Waktu\ sistem\ lama} \right) \times 100\% \quad (1)$$

Tabel 5. Hasil Perhitungan Efektivitas

Menu	Sistem Lama (detik)	Sistem Baru (detik)	Selisih Waktu (detik)	Efektifitas (%)
Menambahkan Profil <i>Bandwidth</i>	105.73	71.47	34.26	32.39
Menambahkan Pelanggan Baru	156.51	86.12	70.39	44.96
Deaktivasi Pelanggan	189.09	41.49	147.60	78.04
Aktivasi Pelanggan	104.68	36.18	68.50	65.45
Rata-rata	139.00	80.19	80.19	55.21

Untuk memberikan gambaran visual perbandingan waktu antar sistem, pada Gambar 6 diilustrasikan diagram batang perbandingan waktu proses antara sistem lama dan sistem baru.

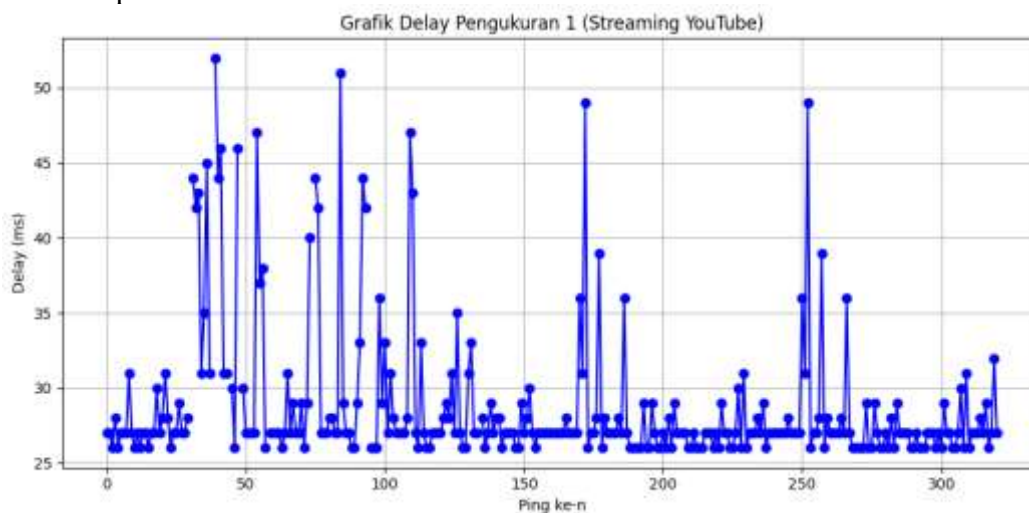


Gambar 6. Diagram Perbandingan Waktu

Hasil pada Tabel 5 menunjukkan rata-rata peningkatan efektivitas sebesar 55.21%. Proses deaktivasi pelanggan memberikan peningkatan paling tinggi, yaitu sebesar 78.04%. Ini membuktikan bahwa sistem baru secara signifikan mempercepat dan menyederhanakan proses operasional tanpa menurunkan kualitas kontrol. Integrasi otomatisasi API dengan sistem otentikasi USERMAN menjadi kunci efisiensi ini. Dalam konteks ISP kecil atau RT/RW Net, efisiensi ini berdampak langsung terhadap produktivitas admin jaringan serta mempercepat waktu respons layanan ke pelanggan.

C. Pengujian Kualitas Koneksi (QoS)

Pengujian kualitas koneksi bertujuan untuk menilai performa layanan jaringan yang digunakan oleh pelanggan berdasarkan parameter *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. Pengujian dilakukan dengan mensimulasikan aktivitas *streaming* video pada platform YouTube selama ±4 menit dalam resolusi 1080p. Setiap parameter kemudian diukur sebanyak tiga kali untuk memperoleh hasil yang lebih representatif. Gambar 7 mengilustrasikan hasil grafik *delay* selama pengujian pertama. *Delay* minimum tercatat sebesar 26 ms, dan *delay* maksimum sebesar 52 ms. Pola fluktuasi *delay* yang tergambar menunjukkan performa koneksi yang relatif stabil. Data keseluruhan dari tiga kali pengukuran ditampilkan dalam Tabel 6.



Gambar 7. Pengukuran 1 Delay

Tabel 6. Ringkasan Hasil Pengukuran Parameter QoS

Pengukuran ke-	Rata-Rata Delay (ms)	Rata-Rata Jitter (ms)	Packet Loss (%)
1	29	2.22	3.33%
2	27	2.35	0%
3	27	2.56	0%
Rata-Rata	27.67	2.20	1.11%

Sebagai acuan perbandingan, hasil pengukuran dievaluasi berdasarkan standar ITU-T G.1010 sebagaimana tersaji pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Standar ITU-T G.1010 untuk QoS

Kategori	Delay	Jitter	Packet Loss
<i>Excellent</i>	< 150ms	< 0ms	0%
<i>Good</i>	150-300ms	0-75ms	1-3%
<i>Poor</i>	300-450ms	75-125ms	4-15%
<i>Unacceptable</i>	> 450ms	> 125ms	16-25%

Jika dibandingkan dengan standar ITU-T G.1010 sebagaimana tercantum pada Tabel 4.5, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. *Delay* (27.67 ms) berada jauh di bawah ambang batas *Excellent* (< 150 ms). Hal ini menunjukkan bahwa waktu tunda dalam transmisi data tergolong sangat rendah, sehingga tidak menyebabkan gangguan signifikan pada pengalaman menonton *streaming* video secara *real-time*.
2. *Jitter* (2.20 ms) juga termasuk dalam kategori *Excellent*. Meskipun nilai *jitter* tidak mencapai 0 ms, tetapi berdasarkan standar toleransi (< 75 ms untuk kategori *Good*), nilai ini masih sangat baik dan tidak berdampak pada kestabilan aliran data saat *streaming* berlangsung.
3. *Packet Loss* (1.11%) masuk dalam kategori *Good* karena berada dalam rentang 1–3%. Meskipun tidak termasuk *Excellent* (0%), tingkat kehilangan paket ini masih dapat ditoleransi dan tidak menyebabkan *buffering* atau penurunan kualitas video secara signifikan.

Secara keseluruhan, ketiga parameter yang diukur menunjukkan performa jaringan yang cukup b

aik hingga sangat baik dalam aktivitas *streaming*. *Delay* dan *jitter* yang rendah mendukung kestabilan aliran data, sedangkan *packet loss* yang masih dalam kategori *Good* menunjukkan reliabilitas jaringan masih terjaga. Dengan demikian, sistem jaringan yang digunakan mampu memberikan layanan *streaming* yang stabil dan andal berdasarkan parameter QoS menurut standar ITU-T G.1010.

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan efisiensi operasional dalam pengelolaan akun pelanggan internet pada ISP skala kecil yang sebelumnya masih dilakukan secara manual. Proses manual ini menimbulkan kendala berupa waktu eksekusi yang lama, kompleksitas administratif, serta potensi kesalahan manusia (*human error*). Solusi yang ditawarkan adalah pengembangan sistem manajemen pelanggan berbasis *web* yang terintegrasi dengan Mikrotik USERMAN melalui API dan protokol PPPoE. Sistem ini memungkinkan pengelolaan akun secara otomatis dan terpusat, mulai dari pembuatan akun, aktivasi, deaktivasi, hingga pengaturan *bandwidth* pelanggan. Berdasarkan hasil pengujian, sistem baru menunjukkan peningkatan efektivitas operasional yang signifikan dibandingkan sistem lama. Rata-rata waktu eksekusi tugas berkurang hingga 55,21%, dengan peningkatan efektivitas tertinggi mencapai 78,04% pada fitur deaktivasi akun. Selain itu, hasil pengujian kualitas koneksi (QoS) menunjukkan bahwa layanan yang diberikan tetap stabil dan andal, dengan nilai rata-rata *delay*, *jitter*, dan *packet loss* berada dalam kategori baik hingga sangat baik menurut standar ITU-T G.1010.

Secara umum, sistem yang dikembangkan tidak hanya mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi proses manajemen akun pelanggan, tetapi juga tetap mempertahankan kualitas layanan koneksi jaringan. Hal ini membuktikan bahwa integrasi sistem manajemen *web* dengan Mikrotik USERMAN melalui API merupakan solusi yang layak, efisien, dan relevan untuk diterapkan di lingkungan ISP kecil atau RT/RW Net.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik, “Statistik Telekomunikasi Indonesia 2020,” 2021. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/publication/2021/10/11/e03aca1e6ae93396ee660328/statistik-telekomunikasi-indonesia-2020.html>
- [2] D. H. Jayani, “Penetrasi Internet Indonesia Meningkat saat Pandemi Covid-19,” 2021. [Online]. Available: <https://databoks.katadata.co.id/teknologi-telekomunikasi/statistik/90f3c298aa75228/penetrasi-internet-indonesia-meningkat-saat->



- pandemi-covid-19
- [3] T. Adi, B. Rahayudi, and W. Purnomo, "Pengembangan Aplikasi Manajemen Tagihan Internet Pelanggan Berbasis Web untuk Penyedia Internet RT RW: Studi Kasus PT. Bangun DIGIKOMUNIKASI Indonesia," *J-PTIHK*, vol. 8, no. 8, Aug. 2024, [Online]. Available: <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/14014>
 - [4] A. S. Tanenbaum and D. J. Wetherall, *Computer Networks*, 5th ed. Boston, MA: Pearson, 2010.
 - [5] J. F. Kurose and K. W. Ross, *Computer Networking: A Top-Down Approach*, 7th ed. Boston, MA: Pearson, 2017.
 - [6] Whatismyipaddress, "What Is an ISP and How Internet Service Providers Work." [Online]. Available: <https://whatismyipaddress.com/isp>
 - [7] Portnox, "What is a Network Access Server (NAS)?" [Online]. Available: <https://www.portnox.com/cybersecurity-101/network-access-server-nas/>
 - [8] Cisco Systems, "Broadband Access Architecture Guide." [Online]. Available: https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios/bb_access/architecture/guide/BAA_Intro.html
 - [9] A. L. He, "AAA in Network Management," *IEEE Communications*, vol. 45, no. 3, 2017.
 - [10] C. Rigney, S. Willens Livingston, A. Rubens Merit, and W. Simpson Daydreamer, "Remote Authentication Dial In User Service (RADIUS)," Jun. 2000. [Online]. Available: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc2865>
 - [11] MikroTik Documentation, "Manual:User Manager." [Online]. Available: https://wiki.mikrotik.com/Manual:User_Manager
 - [12] ID-Networkers, "Mikrotik: Pengertian, sejarah, fungsi dan jenisnya." [Online]. Available: <https://www.idn.id/sejarah-mikrotik-diciptakan/>
 - [13] M. Masse, *REST API Design Rulebook*, 1st ed. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2011.
 - [14] T. Filatovs, "API." [Online]. Available: <https://help.mikrotik.com/docs/spaces/ROS/pages/47579160/API?>
 - [15] Laravel Documentation, "Laravel: The PHP Framework for Web Artisans." [Online]. Available: <https://laravel.com/docs>
 - [16] Apache Friends, "XAMPP Overview." [Online]. Available: <https://www.apachefriends.org/>
 - [17] ITU-T, "SERIES G: TRANSMISSION SYSTEMS AND MEDIA, DIGITAL SYSTEMS AND NETWORKS Quality of service and performance End-user multimedia QoS categories ," Nov. 2001. [Online]. Available: <https://www.itu.int/rec/t-rec-g.1010-200111-i>

