

Implementasi Autentikasi Hotspot Menggunakan Radius Server Mikrotik Router pada Rumah Sakit Misi Lebak

Alexander Gonzaga¹, Andriyan Dwi Putra²

^{1,2}Fakultas Ilmu Komputer Universitas Amikom Yogyakarta, Jl. Ringroad Utara, Condongcatur, Depok, Sleman 55283, Indonesia

Info Artikel

Kata Kunci:

Radius server
Mikrotik
Autentikasi
Jaringan
Metode NDLC

Keywords:

Server Radius
Mikrotik
Authentication
Networking
NDLC Metode

ABSTRAK

Penggunaan jaringan nirkabel di area rumah sakit Lebak Misi semakin meningkat dan bandwidth tidak merata antar pengguna. Saat ini, admin hanya menyediakan perlindungan kata sandi untuk akses poin yang ada, yang menyebabkan ketidakstabilan antar pengguna. Untuk mengatasi masalah ini, penulis menggunakan server Radius sebagai pembagi bandwidth dan untuk keamanan dengan autentikasi pengguna, serta menambahkan kode QR untuk autentikasi. Metode yang digunakan adalah NDLC (Network Development Life Cycle). Konfigurasi server Radius mengacu pada penggunaan router proxy. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebelum menggunakan server Radius, kecepatan bandwidth pengguna adalah 0.99Mbps untuk unduh dan 1.19Mbps untuk unggah pada smartphone, serta 6.72Mbps untuk unduh dan 2.21Mbps untuk unggah pada laptop. Setelah menggunakan server Radius, kecepatan rata-rata bandwidth dengan autentikasi pengguna dan kata sandi adalah 0.75Mbps untuk unduh dan 0.80Mbps untuk unggah, dengan status keberhasilan yang sangat baik karena semua perangkat dapat melakukan autentikasi. Namun, kecepatan unduh dan unggah dengan autentikasi menggunakan kode QR adalah 0.36Mbps dan 0.44Mbps, dengan status keberhasilan yang buruk karena beberapa perangkat tidak kompatibel dengan autentikasi menggunakan kode QR melalui webqr.com.

ABSTRACT

The Lebak misi hospital area is currently mostly using wireless networks where usage is increasing and bandwidth is uneven. Between one user and another, the admin only provides password protection for existing access points. which will cause instability between one user and another, therefore the author uses the Radius server as a bandwidth divider as well as security with user authentication and adding a QR code to the authentication. and the author uses the NDLC (Network Development Life Cycle) method. As a reference for the radius server configuration using a proxy router. and the results obtained are the percentage of user bandwidth before using the server radius of 0.99Mbps on download and upload of 1.19Mbps for smartphones on laptops of 6.72Mbps for download and upload of 2.21Mbps then after using the radius of the server the average bandwidth speed using user and password of 0.75Mbps for download and 0.80Mbps upload and the success status is very good, all devices can authenticate. and those who can use a QR code of 0.36Mbps for download and 0.44Mbps for Upload with a poor success status because some devices are not compatible for authentication using a QR code by scanning webqr.com.

This is an open access article under the [CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.



Corresponding Author:

Alexander Gonzaga

Email: alexander.gonzaga@students.amikom.ac.id

1. PENDAHULUAN

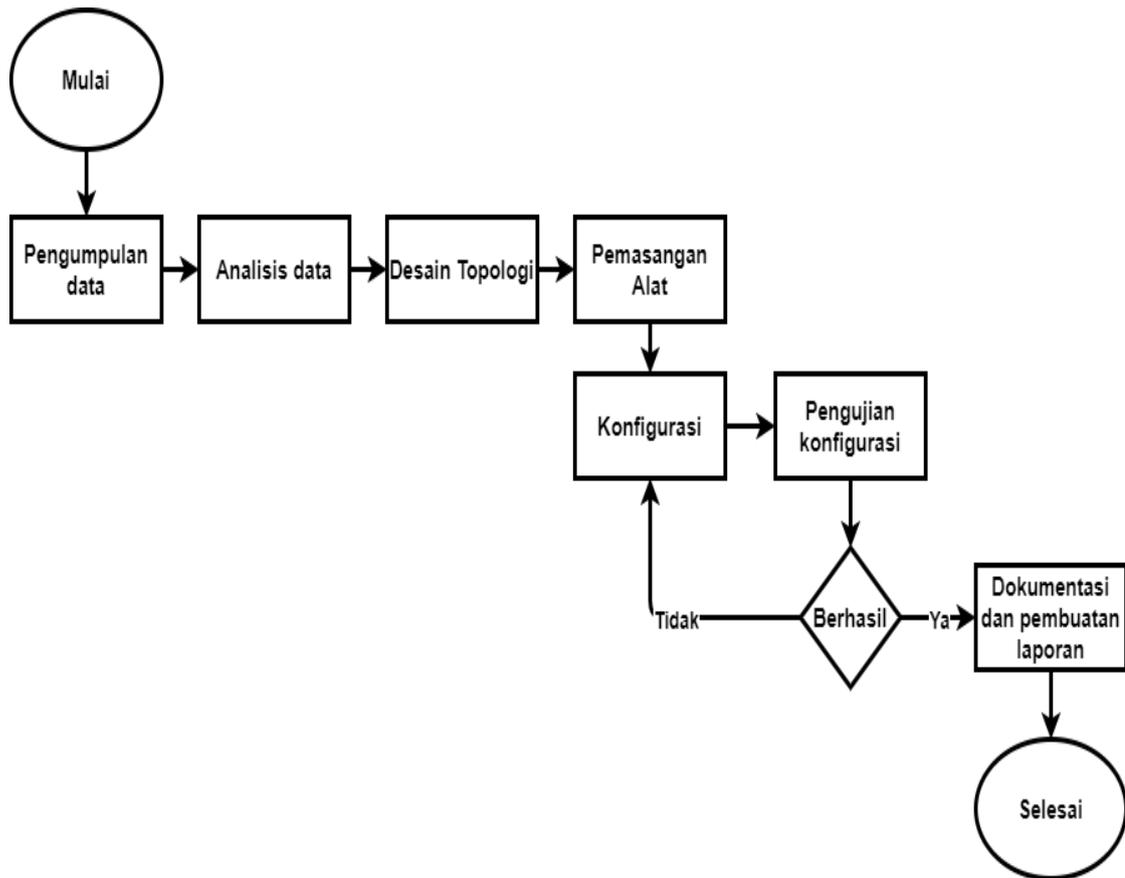
Pembagian bandwidth internet di rumah sakit Misi Lebak tidak merata, penerapan keamanan hanya menggunakan password pada *access point* yang terpasang. Otentikasi keamanan terpusat tidak digunakan, meskipun banyak tenaga kesehatan yang membutuhkan koneksi ke *access point*. Hal ini menyebabkan keamanan otentikasi ke jaringan internet rumah sakit menjadi lebih terbuka. Administrator jaringan juga kesulitan melakukan pemeliharaan dan pemantauan keamanan jaringan. Rumah sakit membutuhkan pengaturan terhadap penggunaan bandwidth di jaringan internal, serta memantau pengguna jaringan yang menggunakan koneksi internet termasuk sistem otentikasi terpusat. Di masa depan koneksi internet yang ada memungkinkan untuk digunakan oleh publik yang membutuhkan layanan rumah sakit. Banyak metode otentikasi yang dapat digunakan, saat ini dibutuhkan otentikasi yang cukup aman dan praktis, namun tidak untuk semua kalangan, hanya orang-orang tertentu yang sudah terdaftar sebagai pengguna di rumah sakit Misi Lebak.

Pada Penelitian yang dilakukan oleh [1], penelitian tersebut melakukan pengamanan jaringan *wireless* dengan radius server di *access point* menggunakan mikrotik RB951 dengan mengkonfigurasi *Firewall Network Address Translation* (NAT), konfigurasi *access point* hingga konfigurasi *hotspot*, dan dapat mengarahkan alamat www.stipersriwigama.com dengan *Domain Name Server* (DNS). Penelitian yang serupa juga dilakukan oleh [2], penelitian tersebut berhasil membuat akses pada user dan password dalam dua radius server, yaitu merupakan radius-bsi dan radius-nuri, split user domain dalam mikrotik kampus serta Tunnel EoIP sebagai jaringan vpn nya, sehingga mahasiswa, staf serta dosen dapat mengakses internet melalui login hotspot. Pada penelitian yang tidak jauh beda oleh [3], dapat mengkonfigurasi *login user* per perangkat komputer serta *smartphone* dengan login di setiap hotspot yang ada user profile hotspot. Dengan adanya manajemen bandwidth di setiap user, maka pengguna dapat mengakses internet dengan lancar serta stabil sesuai dengan keperluan penggunaannya, menggunakan *bandwidth* maksimal 3 Mbps dengan minimum 0,2 Mbps. Dimana rata-rata penggunaan *bandwidth* maksimal yang telah digunakan pengguna adalah 2,76 Mbps, serta minimum 0,47 Mbps.

Oleh karena itu, penelitian ini akan menerapkan sistem otentikasi server untuk koneksi jaringan internet dengan jaringan WLAN (Wireless Local Area Network) di Rumah Sakit Misi Lebak, dengan menerapkan otentikasi user dengan qr code dan menggunakan *router* dari mikrotik tipe RB750Gr3 hEX untuk pembuatan radius server. Penelitian ini menggunakan *access point* dari perusahaan Telkom dengan tipe ZTE ZXHN H108N sebagai jaringan nirkabel kepada pengguna. Sehingga rumah sakit misi lebak dapat meningkatkan infrastruktur jaringan pada bagian keamanannya dan admin lebih mudah mengelola user yang sedang menggunakan jaringan wireless.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan merancang autentikasi dengan radius server yang dilakukan di Rumah Sakit Misi Lebak dengan melakukan remote dengan laptop ke mikrotik routerboard lalu disambungkan dengan *access point* dengan kabel Ethernet lalu dipancarkan dengan wireless kepada user. Metode yang digunakan pada umumnya seperti berikut ini: metode pengumpulan data, metode analisis, dan metode perancangan. Namun secara detail, yaitu: pengumpulan data, desain topology, perancangan alat, konfigurasi, pengujian konfigurasi, dan membuat dokumentasi dan pembuatan laporan. Gambar 1 adalah detail alur penelitian yang dilakukan.



Gambar 1. Alur Penelitian

2.1 Pengumpulan Data

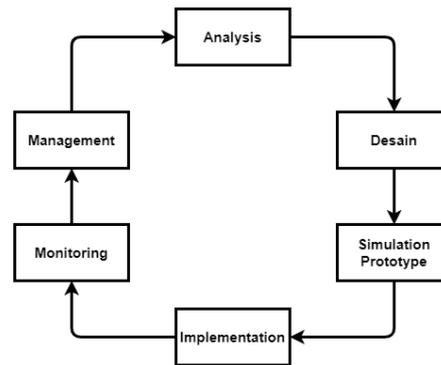
Pengumpulan data merupakan alur pertama yang digunakan, dengan cara melakukan wawancara dengan karyawan rumah sakit misi lebak melalui telepon seluler dan mencari teori yang akan digunakan sebagai bahan penelitian.

2.2 Analisis Data

Analisis data yang telah dikumpulkan digunakan sebagai acuan dalam pembuatan desain dan simulasi hingga implementasi

2.3 Perancangan sistem

Perancangan sistem menggunakan metode *Network Development Life Cycle* (NDLC), yaitu terdiri dari analisis, desain dan prototipe simulasi, implementasi, pemantauan (monitoring), manajemen. Gambar 2 adalah siklus dari NDLC, dimana desain merupakan desain dari topologi jaringan, dan simulasi berupa prototipe, lalu dilanjutkan implementasi yang terdiri dari pemasangan alat, konfigurasi. Setelah proses konfigurasi selesai dilakukan, dilanjutkan proses monitoring dan manajemen, yaitu dilakukan pengujian konfigurasi dan dokumentasi.



Gambar 2. Siklus NDLC

2.4 Desain Topologi

Desain Topologi merupakan alur yang dilakukan setelah pengumpulan data dan melakukan analisis dengan membuat desain topologi yang nantinya akan digunakan sebagai implementasi dan tidak keliru dengan alat-alat yang akan digunakan.

2.5 Pemasangan Alat

Pemasangan alat merupakan alur yang dilakukan dengan membentuk topologi secara fisik dengan menggunakan alat-alat secara langsung yang telah diperoleh seperti mikrotik, *access point*, kabel ethernet, dan laptop.

MikroTik adalah perusahaan Latvia yang dibangun pada tahun 1996 guna mengembangka router dengan system ISP nirkabel. MikroTik kini menyediakan perangkat keras bersama perangkat lunak bagi konektivitas Internet pada sebagian besar negara di dunia [4]. Adapun perangkat keras MikroTik dapat berbentuk Router PC (yang diinstall di PC) meskipun berupa Routerboard (sudah dipasang langsung dari perusahaan MikroTik). sedangkan software MikroTik maupun dikenal dengan nama RouterOS [5]. Mikrotik Router merupakan salah satu perangkat keras atau hardware yang bisa digunakan sebagai router jaringan, memiliki berbagai fitur lengkap untuk jaringan non-wireless dan wireless [6].

Access point adalah sebuah perangkat keras atau hardware yang memberitahukan bahwa suatu area terdapat jaringan Wi-Fi yang langsung memancarkan ataupun mentransmisikan SSID (Service Set Identifier) yang bisa diterima dengan perangkat komputer [10]. Access point mempunyai peranan penting seperti pemancar sinyal Internet. Selain itu tugas access point pun melingkupi aturan konektivitas yang kompleks [11]. Pemasangan access point secara optimal yakni salah satu persoalan dalam aspek infrastruktur jaringan komputer. Ditemukan sebagian proses efisien yang bisa digunakan untuk menempatkan access point, jika menempatkan access point di tengah-tengah lokasi ataupun di tengah ruangan [12].

Ethernet adalah jaringan kabel komunikasi serta bagaimana komputer saling terhubung satu dengan lain [18]. Konektor RJ-45 merupakan kepanjangan dari “Registered Jack”, saat ini jaringan standar antarmuka. ”45” sekedar membentuk dari total standar antarmuka. Masing-masing konektor RJ45 mempunyai delapan pin [16]. Konektor ini berperan sebagai penghubung kabel UTP dengan Network Interface Card (NIC), yang mana saat ini port yang dipergunakan mayoritas merupakan port RJ-45 [17]. RJ45 rata-rata mendasarkan dari konektor yang dimanfaatkan saat koneksi Ethernet jaringan standar.

Kabel “Unshield Twisted Pair” (UTP) biasa digunakan sebagai kabel penghubung LAN serta sistem telepon. Kabel UTP memiliki empat pasang warna konduktor tembaga yang dimana perpasangannya terpilih. Pelapis yang terdapat pada kabel melindungi serta memberi rute untuk setiap pasang kawat. Kabel UTP yang terhubung dengan alat yang memakai konektor modular 8 pin biasa disebut konektor RJ-45 [13]. Pada penilaian parameter latency penerapan kabel UTP hanya dapat mencapai jarak 150 meter. Nilai latency yang dihasilkan bila digunakan dengan kabel UTP pada jarak 150 meter adalah sebanyak 40,354 ms [14]. Maka kabel UTP ini mempunyai impedansi yang kira-kira sekitar 100 ohm, lalu itu pun dibagi menjadi dalam beberapa jenis, yang dimana jenis tersebut berdasarkan kesanggupannya saat menghantarkan suatu data [15].

2.6 Konfigurasi

Konfigurasi merupakan alur yang dilakukan dengan cara setting konfigurasi mikrotik dan *access point* dengan laptop melalui kabel ethernet yang telah dirancang sebelumnya. WinBox yaitu sebuah

utility atau *software* tampilan antar muka dengan mikrotik yang berfungsi untuk melakukan remote ke server mikrotik ketika mode GUI [7]. Tugas utama winbox ialah untuk melakukan konfigurasi yang terdapat dalam mikrotik, fungsi winbox lebih rinci adalah:

1. Konfigurasi atau setting mikrotik router
2. Membuat setting bandwidth jaringan internet
3. Membuat setting blokir sebuah situs [8].

Secure Mode, secure mode adalah ikatan dengan tingkat keamanan yang relatif lebih ketat sebab sistem hendak menyediakan protokol yang bersifat privacy antar router [9].

2.7 Pengujian Konfigurasi

Pengujian Konfigurasi merupakan alur yang dilakukan dengan cara mencoba hasil dari konfigurasi untuk memastikan berjalan dengan sebagai mestinya dan jika tidak sesuai dengan semestinya maka akan dilakukan kembali konfigurasi.

Radius server merupakan sebuah cara jalan masuk jaringan yang memecahkan tiga bentuk kegunaan pengaturan yang berpusat di tiga bagian ketika memantau sebuah user, ialah Autentikasi (Authentication), Otorisasi (Authorization) serta pencatatan (Accounting) untuk dijalankan sebagai independent. cara ini dikenal dengan istilah bentuk protokol AAA [19]. Mikrotik mempunyai fitur radius server yang biasa dikenal UserManager. UserManager berfungsi sebagai mempermudah apabila kita yang hendak membangun fasilitas jaringan yang didistribusikan secara banyak [20].

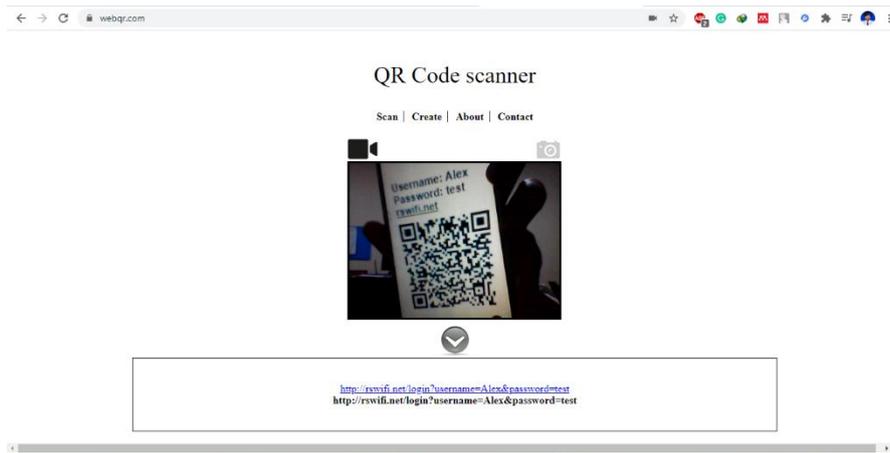
Protokol AAA dioperasikan sebagai independen. *Authentication* yaitu jalan user diidentifikasi dengan server sebelum pengguna memakai jaringan, pada tahap ini user meminta akses terhadap NAS (Network Access Server) yang selanjutnya menyalurkannya kepada AAA. *Authorized* yaitu pembagian fasilitas apa saja yang berhak diakses oleh user lalu *Accounting* yaitu mekanisme mencatat aktivitas user [21].

2.8 Dokumentasi Dan Pembuatan Laporan

Dokumentasi dan pembuatan laporan merupakan tahapan akhir dari alur yang dilakukan setelah pengujian konfigurasi berhasil dilakukan maka tahapan selanjutnya membuat dokumentasi dan laporan kinerja dari jaringan yang telah dibuat.

3. HASIL DAN DISKUSI

QR Code yaitu gambaran berbentuk matriks dua dimensi yang mempunyai kesanggupan guna menyimpan data di dalamnya. QR Code melambangkan evolusi dari kode batang (barcode). QR code yakni kepanjangan dari *Quick Response Code*, ataupun bisa diartikan sebagai kode respon cepat [22]. QR code sering digunakan untuk terhubung ke link URL/URI tertentu, diperlukan scan ataupun pemindaian dengan *smartphone*. QR code umumnya bisa mencatat 2089 digit ataupun 4289 karakter, sudah termasuk simbol baca serta karakter spesial [23]. Gambar 3 adalah hasil akhir dari pembuatan yang telah dibuat, QR code dapat terbaca dengan QR code scanner dengan menggunakan laptop, sedangkan Gambar 4 adalah hasil dari *smartphone* yang digunakan untuk membaca QR code dengan QR code scanner.



Gambar 3. QR Code scanner pada laptop

QR Code scanner



Gambar 4. QR Code scanner pada smartphone

Pembuatan QR Code menggunakan bahasa xhtml yang merupakan bahasa pengembangan dari html. Xhtml itu sendiri digunakan karena secara default voucher pada userman menggunakan bahasa xhtml yang berfungsi sebagai dasar pembuatan voucher dan menambahkan javascript dengan menggunakan library dari jquery untuk membuat qr code itu sendiri dan diletakkan pada userman yang berada di *setting tab template*. Scanner QR code dibuat dengan menambahkan link yang bisa mengarah ke alamat web yang bisa membaca QR code pada login otentikasi pada mikrotik dan mengkonfigurasi *walled garden* yang berfungsi setiap pengguna dapat membuka situs tanpa harus login terlebih dahulu.

Access point menggunakan *router zte zxhn h108n* Telkom, hal ini dikarenakan *router* bisa menjadi *access point* dan jenis tersebut memiliki fitur *bridge* yang fungsi sebagai jembatan antara *router zte* dan *router mikrotik*. Selain itu *router zte* ini memiliki fitur jaringan *wireless* yang dimana jaringan tersebut dapat digunakan sebagai penghubung pengguna baik dari laptop dan smartphone tanpa menggunakan kabel *ethernet*.

Menggunakan perangkat mikrotik tipe *hEX rb750gr3* dikarenakan *routerboard* ini sudah *support* dengan *usermanager* atau bisa dibilang *radius server* yang memiliki *protocol* jaringan yang menjalankan *service Authentication, Authorization, dan Accounting* atau yang biasa disingkat dengan (AAA). akan tetapi *usermanager* biasanya merupakan *packet* tambahan yang harus di *download* terlebih dahulu dan di install jadi langkah pertama yang dilakukan penulis melakukan konfigurasi agar mikrotik terhubung terlebih dahulu dengan internet yang digunakan sebagai *download packet* tersebut lalu menginstall *packet* tersebut setelah berhasil di install langkah selanjutnya mengkonfigurasi *hotspot* yang mengarah ke *access point* yang akan digunakan sebagai pemancar jaringan *wireless*.

Tipe kabel yang digunakan adalah jenis kabel UTP (*Unshielded Twisted Pair*) dan konektor menggunakan tipe RJ-45 yang akan dihubungkan dengan ISP dengan mikrotik router yang diteruskan dengan *access point* dan laptop yang digunakan sebagai *remote* mikrotik.

Setelah proses instalasi selesai, maka dilanjutkan dengan pengujian jaringan yang telah dibuat, hasil pengujian penggunaan internet setelah menggunakan *radius* server, ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian jaringan menerapkan *radius* server

No	Perangkat	Autentifikasi menggunakan user dan password				Menggunakan QR Code dan scan (webqr.com)			
		Ping (ms)	Download (Mbps)	Upload (Mbps)	Status	Ping (ms)	Download (Mbps)	Upload (Mbps)	Status
1	Redmi Note 4X	15	1	1	Berhasil	0	0	0	Tidak Berhasil
2	Redmi Note 4X	18	0.82	1.02	Berhasil	0	0	0	Tidak Berhasil
3	Redmi Note 4X	23	0.52	0.9	Berhasil	0	0	0	Tidak Berhasil
4	Redmi Note 4X	29	0.89	0.93	Berhasil	0	0	0	Tidak Berhasil
5	Redmi Note 4X	26	0.64	0.93	Berhasil	0	0	0	Tidak Berhasil
6	Oppo F5 CPH1723	22	1	1.01	Berhasil	111	1	1.05	Berhasil
7	Oppo F5 CPH1723	30	0.84	0.89	Berhasil	52	0.9	1.02	Berhasil
8	Oppo F5 CPH1723	11	0.38	0.88	Berhasil	201	0.77	1	Berhasil
9	Oppo F5 CPH1723	19	0.84	0.97	Berhasil	134	0.98	1	Berhasil
10	Oppo F5 CPH1723	22	0.98	0.79	Berhasil	251	0.99	1.03	Berhasil
11	Asus Zenfone Pro MX1	40	0.76	0.26	Berhasil	0	0	0	Tidak Berhasil
12	Asus Zenfone Pro MX1	27	0.84	0.31	Berhasil	0	0	0	Tidak Berhasil
13	Asus Zenfone Pro MX1	11	0.82	0.27	Berhasil	0	0	0	Tidak Berhasil
14	Asus Zenfone Pro MX1	34	0.87	0.3	Berhasil	0	0	0	Tidak Berhasil
15	Asus Zenfone Pro MX1	17	0.87	0.22	Berhasil	0	0	0	Tidak Berhasil
16	Iphone XR	28	0.98	0.99	Berhasil	0	0	0	Tidak Berhasil
17	Iphone XR	26	0.98	0.89	Berhasil	0	0	0	Tidak Berhasil
18	Iphone XR	31	0.8	0.98	Berhasil	0	0	0	Tidak Berhasil
19	Iphone XR	29	1.05	0.99	Berhasil	0	0	0	Tidak Berhasil
20	Iphone XR	56	0.99	0.91	Berhasil	0	0	0	Tidak Berhasil
21	Acer Aspire 3	56	0.44	0.89	Berhasil	79	0.95	0.98	Berhasil
22	Acer Aspire 3	57	0.47	0.85	Berhasil	68	0.47	0.92	Berhasil
23	Acer Aspire 3	83	0.54	0.98	Berhasil	54	0.47	0.86	Berhasil
24	Acer Aspire 3	61	0.83	0.99	Berhasil	54	0.77	0.94	Berhasil

No	Perangkat	Autentifikasi menggunakan user dan password				Menggunakan QR Code dan scan (webqr.com)			
		Ping (ms)	Download (Mbps)	Upload (Mbps)	Status	Ping (ms)	Download (Mbps)	Upload (Mbps)	Status
25	Acer Aspire 3	53	0.8	0.89	Berhasil	46	0.33	0.81	Berhasil
26	HP 14-r017tx	49	0.62	0.89	Berhasil	60	0.39	0.88	Berhasil
27	HP 14-r017tx	61	0.56	0.87	Berhasil	54	0.95	0.98	Berhasil
28	HP 14-r017tx	67	0.51	0.87	Berhasil	60	1.01	0.7	Berhasil
29	HP 14-r017tx	64	0.49	0.9	Berhasil	65	0.56	0.34	Berhasil
30	HP 14-r017tx	59	0.54	0.65	Berhasil	155	0.26	0.76	Berhasil
Rata-Rata		37.4666	0.7556	0.8073	100%	48.1333	0.36	0.4423	50%

Dari Tabel 1, ditunjukkan bahwa proses akses jaringan dengan autentikasi pengguna dan kata sandi (menggunakan input *user* dan *password*), statusnya 100% berhasil pada semua perangkat, namun tidak demikian dengan akses jaringan menggunakan QR-Code, hanya 50% saja yang berhasil mengakses jaringan internet.

Berdasarkan Tabel 1 juga mengandung informasi bahwa, kecepatan rata-rata bandwidth dengan autentikasi pengguna dan kata sandi adalah 0.75Mbps untuk *download* dan 0.80Mbps untuk *upload*. Namun, kecepatan *download* dan *upload* dengan autentikasi menggunakan kode QR Code adalah 0.36Mbps dan 0.44Mbps.

4. KESIMPULAN (10 PT)

Adapun beberapa kesimpulan berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan sebagai berikut:

1. *Access point* yang digunakan sebagai jembatan penghubung antara pengguna internet dan mikrotik yang telah di konfigurasi agar memperoleh internet
2. Pemilihan Mikrotik berdasarkan kebutuhan yang memiliki fitur radius server dikarenakan akan digunakan sebagai otentikasi dengan *access point*.
3. Penambahan QR code pada radius server menggunakan bahasa pemrograman jquery dan xhtml sebagai dasarnya dan *scanner QR code* menggunakan *walled garden* agar dapat mengakses website tanpa melalui otentikasi
4. Kabel utp dan konektor RJ-45 digunakan sebagai jalur penghubung antara ISP ke mikrotik, laptop dan mikrotik setra mikrotik ke *access point*.
5. Rata-rata dari pengguna menggunakan user dan password dalam radius server mendapatkan kecepatan ping 37,46ms dengan download 0,75 Mbps dan Upload sebesar 0,80 Mbps. Rata rata didapat dengan cara jumlah keseluruhan dibagi dengan jumlah uji coba. Dengan status sangat baik kepada semua perangkat.
6. Sedangkan rata-rata dari pengguna QR code dengan scan melalui webqr dalam radius server mendapat kecepatan ping 48,13 dengan download 0,36 Mbps dan Upload sebesar 0,44 Mbps. Dengan status kurang baik dalam beberapa perangkat.

Sebagai kelanjutan untuk penelitian selanjutnya, maka disarankan beberapa hal berikut ini:

1. Untuk pengembangan selanjutnya yang diharapkan dapat dilakukan di seluruh ruangan rumah sakit misi lebak baik dari karyawan maupun pasien yang berada di rumah sakit misi lebak.
2. Pada bagian scanner qr code diharapkan setelah dibaca link tidak ditampilkan melainkan langsung menuju link yang telah dibuat.
3. Ketika membaca qr code dibutuhkan cahaya yang cukup karena jika terlalu terang QR code tidak dapat terbaca dengan baik.

REFERENSI

- [1] R. Novrianda, "Rancang Bangun Keamanan Jaringan Wireless pada STIPER Sriwigama Palembang dengan Radius Server," J. Maklumatika, vol. 4, no. 1, pp. 19–29, 2017.
- [2] T. Rahman, "Jaringan Hotspot Menggunakan Dua Radius MikroTik dan Ethernet Over Internet Protocol Tunnel," vol. 2, no. 2, pp. 135–148, 2018.

- [3] F. Ardianto, "JARINGAN HOTSPOT RADIUS (REMOTE ACCESS DIAL-IN USER SERVICE) SERVER MIKROTIK RADIUS (REMOTE ACCESS DIAL-IN USER SERVICE) HOTSPOT NETWORK ditawarkan wireless LAN menjadi daya tarik tersendiri bagi para pengguna komputer menggunakan teknologi ini untuk m," vol. 2, pp. 38–42, 2019.
- [4] MikroTik, "MikroTik Routers and Wireless," Mikrotik Systems, 2014. [Online]. Available: <https://mikrotik.com/aboutus>. [Accessed: 12-Jan-2021].
- [5] A. Amarudin, "Desain Keamanan Jaringan Pada Mikrotik Router OS Menggunakan Metode Port Knocking," J. Teknoinfo, vol. 12, no. 2, p. 72, 2018.
- [6] I. Riadi, "Optimalisasi Keamanan Jaringan Menggunakan Pemfilteran Aplikasi Berbasis Mikrotik Pendahuluan Landasan Teori," JUSI, Univ. Ahmad Dahlan Yogyakarta, vol. 1, no. 1, pp. 71–80, 2011.
- [7] F. Fitriastuti and D. P. Utomo, "IMPLEMENTASI BANDWIDTH MANAGEMENT DAN FIREWALL SYSTEM MENGGUNAKAN MIKROTIK OS 2 . 9 . 27 Menurut APJII , meski terjadi pertumbuhan pengguna internet 2013 dalam jumlah signifikan , namun untuk dapat memenuhi tuntutan International Telecom Union (ITU) yang," J. Tek., vol. 4, no. 1, pp. 1–9, 2014.
- [8] Didi Susianto, "Implementasi Queue Tree Untuk Manajemen Bandwidth Menggunakan Router Board Mikrotik," Cendekia, vol. 12, no. 1, p. 7, 2016.
- [9] K. D. Forensik, P. Studi, M. Teknik, P. Pascasarjana, F. Teknologi, and U. I. Indonesia, "Peningkatan Keamanan Data Yang Telah Tereksploitasi," 2018.
- [10] C. Zefanya and B. S. Panca, "Deteksi Blind Spot pada Sinyal Access Point menggunakan Metode Site Survey," vol. 1, pp. 261–270, 2019.
- [11] "Fungsi Access Point dalam Jaringan Internet, Penting Diketahui." [Online]. Available: <https://www.unida.ac.id/teknologi/artikel/fungsi-access-point-dalam-jaringan-internet-penting-diketahui.html>. [Accessed: 20-Jan-2021].
- [12] G. E. Noviardianto, M. Novel, and M. B. Legowo, "Penggunaan Metode Simulated Annealing untuk Optimasi Penempatan Posisi Access Point pada Jaringan WI-FI," J. Al-AZHAR Indonesia. SERI SAINS DAN Teknol., vol. 5, no. 1, p. 10, 2019.
- [13] M. S. Lubis, M. Azis, and F. Sangapta, "Penggunaan Power of Ethernet untuk Mengalirkan Arus Listrik ke Hardware yang Terhubung dengan Kabel UTP," J. Rekayasa Elektro., vol. 10, no. 2, 2012.
- [14] M. Sapti, "PENGUKURAN UNJUK KERJA JARINGAN PADA PENGGUNAAN KABEL UTP DAN STP," Kemamp. Koneksi Mat. (Tinjauan Terhadap Pendekatan Pembelajaran Savi), vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019.
- [15] "Beda Kabel UTP STP FTP Cat5 Cat6," 2019. [Online]. Available: <https://antarlangit.com/products/blog/beda-kabel-utp-stp-ftp-cat5-cat6-2>. [Accessed: 10-Feb-2021].
- [16] "Pengertian, Cara Kerja, Fungsi Konektor RJ45 - INIRUMAHPISTAR.com." [Online]. Available: <https://www.inirumahpintar.com/2017/11/pengertian-cara-kerja-fungsi-konektor-rj45.html>. [Accessed: 30-Jan-2021].
- [17] A. D. A. N. Perancangan and K. Pengantar, "Client Server Menggunakan Veyon Master Di Sdn Oo6 Bengkulu."
- [18] "Pengertian, Cara Kerja, Fungsi Konektor RJ45 - INIRUMAHPISTAR.com." [Online]. Available: <https://www.inirumahpintar.com/2017/11/pengertian-cara-kerja-fungsi-konektor-rj45.html>. [Accessed: 10-Feb-2021].
- [19] E. Agus Darmadi Politeknik Tri Mitra Karya Mandiri, B. Semper Jomin Baru, and C. -Karawang, "Perancangan Sistem Otentikasi Radius Pada Pengguna Jaringan Wireless Untuk Meningkatkan Keamanan Jaringan Komputer," vol. 2, no. 3, pp. 9–16.
- [20] "Mikrotik.ID: User Manager Sebagai Radius Server Wireless & DHCP." [Online]. Available: http://www.mikrotik.co.id/artikel_lihat.php?id=88. [Accessed: 02-Feb-2021].
- [21] E. Hendarto, "Sistem Manajemen User Login Hotspot Mikrotik," vol. 2, no. 2, pp. 72–81, 2018.
- [22] N. Ani, R. Deby, M. P. Nugraha, and R. Munir, "Pengembangan Aplikasi QR Code Generator dan QR Code Reader dari Data Berbentuk Image," Konf. Nas. Inform. – KNIF 2011, pp. 148–155, 2011.
- [23] "Apa Itu QR Code dan Berbagai Fungsinya yang Serba Guna - Glints Blog." [Online]. Available: <https://glints.com/id/lowongan/qr-code-adalah/#.YBtbGegzBIU>. [Accessed: 04-Feb-2021].