

IMPLEMENTASI SISTEM KEAMANAN JARINGAN PADA MIKROTIK RB-951 MENGGUNAKAN METODE *PORT KNOCKING*

M. Zhafir Rifqi¹, Muhammad Syahroni², Misriana³

^{1,2,3} Prodi Teknologi Rekayasa Jaringan Telekomunikasi
Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

Email: mzhafir@gmail.com, msyahroni@yahoo.com, misriana.manaf@gmail.com

Abstrak—Seiring dengan perkembangan teknologi, sistem keamanan pada jaringan juga harus selalu ditingkatkan, banyaknya serangan yang dilakukan oleh orang-orang yang tak bertanggung jawab terhadap port-port dalam keadaan terbuka, sehingga nantinya membuat orang-orang yang tidak memiliki akses atau tidak berkepentingan dapat dengan mudah mengendalikan port-port tersebut. Maka untuk mengatasi serangan pada port-port terbuka tersebut, digunakanlah metode port knocking, dimana port knocking akan memblokir port yang terbuka dengan menggunakan layanan yang disediakan oleh router mikrotik, port knocking mempunyai rule atau aturan untuk dapat masuk ke server mikrotik. Selain itu dalam hal kualitas jaringan pada saat sesudah dan sebelum implementasi port knocking, diketahui bahwa nilai throughput upload terbesar didapatkan ketika pengujian port knocking, dengan nilai 14.167 Kbps, dan nilai throughput download terbesar didapatkan ketika pengujian normal, dengan nilai 7.272 Kbps. Hasil pengukuran delay diketahui bahwa nilai delay upload terkecil didapatkan ketika pengujian port knocking, dengan nilai 0,55 ms, dan nilai delay download terkecil didapatkan ketika pengujian normal, dengan nilai 0,9 ms. Untuk pengujian packet loss didapatkan nilai sebesar 0%. Pada penelitian ini port knocking diimplementasi pada router mikrotik dan diterapkan pada service port Winbox, WWW, dan Telnet dengan alur autentikasi 1, 2, 3, dan 4 dan memiliki waktu timeout 30 detik untuk kunci pertama, kedua, dan ketiga, serta waktu timeout 1 jam untuk kunci keempat, dimana kunci hanya dapat terbuka jika dilakukan secara berurutan. Diketahui bahwa rule knocking hanya dapat dilakukan oleh administrator saja, karena hanya administrator yang tahu rule knocking dari port knocking tersebut. Dan diketahui bahwa service port yang telah terpasang port knocking akan tertutup bila dilakukan proses *port scanning*.

Kata-kata kunci: *Port Knocking, Port, Keamanan Jaringan.*

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembangnya teknologi, tentu akan sangat berdampak pada segala aspek kehidupan. Walaupun memberikan dampak yang positif, namun tidak dapat dipungkiri bahwa teknologi juga dapat memberikan dampak yang negatif, salah satunya pada jaringan komputer, banyak perangkat yang mulai terhubung ke internet baik itu melalui secara fisik kabel maupun tanpa kabel (wireless). Hal ini membuat sistem keamanan jaringan menjadi suatu hal yang penting, banyaknya serangan yang dilakukan terhadap port saat dalam keadaan terbuka juga menjadi salah satu ancaman bagi keamanan data dan sistem jaringan. Hal ini akan membuat orang-orang yang tidak mempunyai kepentingan dapat masuk ke dalam port-port yang tidak seharusnya dapat diakses. Karena itu peran firewall sangat penting di dalam suatu sistem jaringan, di mana firewall sendiri mempunyai tugas untuk melakukan pemblokiran terhadap port-port yang terbuka bebas dalam suatu sistem jaringan.

Teknologi firewall sendiri berguna untuk mengatur semua komunikasi yang mencoba masuk ataupun keluar, dimana port yang tidak penting atau tidak dipakai dapat diblokir (ditutup), begitu juga untuk port yang penting dan berbahaya juga dapat di blokir (ditutup) oleh firewall, sehingga hanya pihak-pihak yang mempunyai

izin yang dapat masuk melalui port tersebut. Metode ini merupakan cara pengamanan sistem jaringan yang sangat efisien serta banyak digunakan dalam keamanan jaringan. Namun walaupun sistem ini terbilang efisien, tidak jarang pula pemblokiran yang dilakukan oleh firewall menjadi tidak fleksibel, di mana ketika diperlukan untuk menjalin komunikasi dengan apa yang terdapat di dalam jaringan, firewall tidak mengijinkannya, karena kemungkinan berada pada area yang tidak diizinkan oleh firewall. Sementara itu komunikasi yang ingin dilakukan sangat penting untuk kelancaran kerja. Contohnya seperti mencoba untuk melakukan koneksi ke internet, di mana diharuskan untuk mengakses web server melalui SSH untuk memperbaiki konfigurasinya, sementara port SSH pada server telah ditutup oleh firewall untuk dapat mengakses internet, tentu perihal seperti ini sangat merepotkan. Maka dari itu terdapat metode yang lebih efisien, yaitu dengan menggunakan metode port knocking.

Port Knocking merupakan suatu metode atau cara berkomunikasi melalui 2 arah yaitu (client dan server) di mana pada pengaplikasian metode ini dilakukan pada suatu sistem dengan port yang tertutup. Pada dasarnya cara kerja dari metode port knocking ini adalah dengan menutup port-port yang telah ditetapkan, dan hanya user tertentu saja yang dapat mengakses -port tersebut, di

mana caranya adalah dengan proses “mengetuk” terlebih dahulu. Berbeda dengan firewall, di mana firewall menutup semua akses terhadap port tanpa memperdulikan hal apapun, meskipun user memiliki hak untuk dapat mengakses hal tersebut. Metode port knocking mempunyai kelebihan jika dibandingkan dengan firewall, di mana meskipun port-port yang ada telah ditutup, user tetap memiliki akses terhadap port tersebut dengan melakukan metode knocking, yang mana jika user mengetahui metode knocking tersebut, maka user dapat menggunakan port yang telah ia buka.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Jaringan Komputer

Jaringan komputer merupakan “interkoneksi” antara 2 komputer ataupun lebih, yang terhubung pada media transmisi kabel ataupun tanpa kabel (wireless). Jaringan dibagi menjadi 2 lingkup, lingkup pertama berdasarkan geografis dan yang kedua berdasarkan service. Pada lingkup geografis terdapat 3 tipe jaringan, yaitu LAN (Local Area Network), MAN (Metropolitan Area Network), dan WAN (Wide Area Network). Pada lingkup service terdapat 2 jenis jaringan, yaitu internet dan Intranet (Budiman, 2014).

B. Jenis Jaringan Komputer

Pada jaringan komputer, terdapat beberapa jenis jaringan yang berbeda. Diantaranya [1]:

1. LAN (Local Area Network)

LAN merupakan singkatan dari local area network, di mana jenis jaringan LAN ini banyak dijumpai pada kampus-kampus, warnet, sekolah, bahkan di perkantoran yang membutuhkan hubungan atau koneksi antara dua komputer ataupun lebih dalam satu jaringan.

2. MAN (Metropolitan Area Network)

MAN merupakan singkatan dari metropolitan area network, di mana jenis jaringan komputer MAN ini merupakan sebuah jaringan dalam kota dengan transfer data berkecepatan tinggi. Jaringan MAN ini sering digunakan untuk menghubungkan antara satu lokasi dengan lokasi lainnya, seperti kampus, sekolah, dan perkantoran.

3. WAN (Wide Area Network)

WAN merupakan singkatan dari wide area network, di mana jenis jaringan komputer ini mencakup area yang lebih luas, seperti jaringan yang menghubungkan suatu wilayah ataupun suatu negara dengan negara lainnya.

C. Port Pada Jaringan Komputer

Pada di waktu yang bersamaan, dalam sebuah device bisa saja menjalankan berbagai proses sekaligus. Masing-masing proses tersebut dapat menggunakan protocol dari transport layer baik itu TCP ataupun UDP. Agar dapat membedakan satu proses dengan proses lainnya, maka digunakanlah port number. Port Number

memiliki ukuran 16 bit sehingga penomoran yang memungkinkan dimulai dari 0 sampai dengan 65535. Penggunaan nomor pada port diatur oleh Internet Assigned Number Authority (IANA). Berikut pengaturan yang dilakukan oleh IANA [1]:

1. Well-Know ports: 0 sampai dengan 1023
Penomoran dan penggunaan port-port ini diatur sepenuhnya oleh IANA. Jika diperlukan, sebuah port bisa di manfaatkan oleh TCP dan UDP sekaligus.
2. Registered port: 1024 sampai dengan 49151. IANA tidak sepenuhnya mengatur penggunaan port-port ini, tetapi IANA menyediakan port ini untuk dimanfaatkan oleh perusahaan atau komunitas-komunitas.
3. Dynamic atau private port: 49152 sampai dengan 65535. IANA tidak mengatur port-port ini. Port ini bisa dengan bebas digunakan dan biasanya disebut ephemeral port.

D. Keamanan Jaringan Komputer

Tidak ada hal yang benar-benar aman pada suatu jaringan komputer. Inti dari jaringan adalah untuk saling berkomunikasi. Setiap komunikasi bisa saja jatuh ke orang yang salah, di mana nantinya dapat disalahgunakan dengan tidak semestinya. Sistem keamanan ini dapat membantu untuk mengamankan sebuah jaringan tanpa menghalangi penggunaannya, dan menempatkan antisipasi jika suatu saat jaringan dapat ditembus. [1]

E. Port Knocking

Metode Port Knocking merupakan suatu konsep untuk menyembunyikan layanan jarak jauh ke dalam sebuah firewall yang memungkinkan untuk mengakses port tersebut hanya untuk mengetahui service setelah user tersebut telah diautentikasi oleh firewall. Hal ini digunakan untuk mencegah user lain untuk melakukan port scanning untuk mengetahui service apa saja yang tersedia pada host, dan juga dapat berfungsi sebagai pertahanan terhadap sebuah serangan pada suatu jaringan. [2]

F. Mikrotik

Mikrotik merupakan perangkat jaringan komputer yang berupa hardware dan software yang dapat difungsikan sebagai sebuah Router, alat Filtering, Switching ataupun yang lainnya. MikroTik adalah brand dari perangkat keras RouterBoard dengan sistem operasi RouterOS yang mereka ciptakan sendiri. MikroTik ini banyak digunakan karena kemudahan dalam penguasaan dan harganya yang relatif lebih murah dibandingkan dengan brand lain dengan spek yang sama. [2]

G. QoS (Quality of Service)

1. *Throughput*

Throughput adalah bandwidth aktual yang terukur pada suatu ukuran waktu tertentu dalam mentransmisikan berkas. Berbeda dengan bandwidth walaupun satuannya sama bits per second (bps), tetapi throughput lebih menggambarkan bandwidth yang sebenarnya pada suatu waktu dan pada kondisi dan jaringan tertentu yang digunakan untuk mengunduh suatu file dengan ukuran tertentu. Throughput merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut. [3]

$$Throughput = \frac{Jumlah\ Data\ Yang\ Dikirim}{Time\ Span\ (s)} \times 8 \quad (1)$$

Tabel 1. Performansi Jaringan Berdasarkan Throughput Standarisasi Tiphon

Throughput	Kualitas
0-700 kbps	Jelek
700 - 1200 Kbps	Sedang
1200 kbps - 2,1 Mbps	Bagus
>2,1 Mbps	Sangat Bagus

2. *Delay*

Delay adalah waktu yang dibutuhkan data untuk sebuah paket yang dikirimkan dari suatu komputer ke komputer yang dituju. Delay dalam sebuah proses transmisi paket dalam sebuah jaringan komputer disebabkan karena adanya antrian yang panjang atau mengambil rute lain untuk menghindari kemacetan pada routing. Delay dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, kongesti atau juga waktu proses yang lama. Untuk mencari delay pada paket yang ditransmisikan dengan membagi antara panjang paket (satunya bit) dibagi dengan link bandwidth (satunya bit/s). [3]

$$Delay = \frac{Time\ Span\ (s)}{Packets} \quad (2)$$

Tabel 2. Performansi Jaringan Berdasarkan Delay Standarisasi Tiphon

Delay (ms)	Kualitas
<1,50	Sangat Bagus
1,50 - 3,00	Bagus
3,00 - 4,50	Sedang
> 4,50	Jelek

3. *Packet Loss*

Packet loss adalah persentase paket yang hilang selama mentransmisikan data. Hal ini disebabkan oleh banyak faktor seperti penurunan sinyal dalam media jaringan, kesalahan perangkat keras jaringan atau juga radiasi dari lingkungan sekitar. Packet loss merupakan

parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang, dapat terjadi karena collision dan congestion pada jaringan. Hal ini berpengaruh pada semua aplikasi karena retransmisi akan mengurangi efisiensi jaringan secara keseluruhan meskipun jumlah bandwidth cukup tersedia untuk aplikasi tersebut. [3]

$$Path\ Loss = \frac{Packet\ Total\ Tercapture - Packet\ Terkirim}{Packet\ Total\ Tercapture} \times 100\% \quad (3)$$

Tabel 3. Performansi Jaringan Berdasarkan Packet Loss Standarisasi Tiphon

Packet Loss %	Kualitas
0-0,30	Sangat Bagus
0,30 -1,50	Bagus
1,50 - 2,50	Sedang
> 2,50	Jelek

H. *Mikrotik*

Menurut (Adriant & Mardianto, 2015) bahwa Wireshark disebut juga Network Packet Analyzer yang berfungsi menangkap paket-paket jaringan dan berusaha untuk menampilkan semua informasi dipaket tersebut sedetail mungkin. Adaoun wireshark digunakan sebagai alat untuk memeriksa apa yang sebenarnya terjadi di dalam jaringan baik kabel maupun wireless.

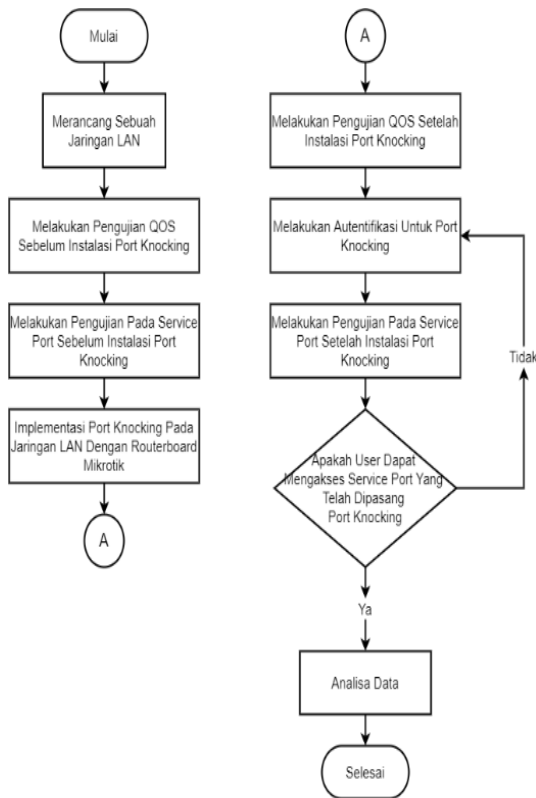
I. *Port Scanning*

Port Scanning merupakan aplikasi yang digunakan untuk melihat informasi atau status dari protocol dan port yang terbuka (open) dari sebuah perangkat. Dengan aplikasi ini bisa jadi merupakan sebuah awal dari dimulainya serangan terhadap sebuah resource di jaringan. Ketika informasi protocol/port sudah didapat maka 'Hacker' bisa memanfaatkan untuk melakukan eksploitasi dari protocol/port tersebut.

III. **METODOLOGI**

A. **Diagram Alir**

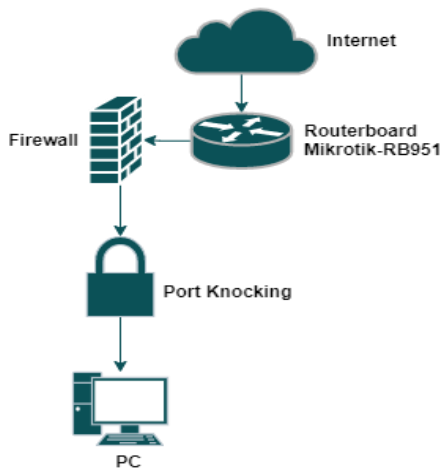
Berikut ini adalah langkah-langkah yang akan digunakan dalam penelitian ini dijelaskan pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Port Knocking

B. Perancangan Sistem

Pada perancangan sistem akan dijelaskan bagaimana merancang simulasi dalam pengujian sistem. Perancangan dilakukan dengan menambahkan pengamanan pada mikrotik dengan menutup port yang terbuka dengan menambahkan metode port knocking untuk mengakses router.



Gambar 2. Topologi Port Knocking

C. Metode Pengujian

Adapun metode pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah QoS (Quality of Service), Port Knocking, dan Port Scanning. Masing-masing pengujian dilakukan sebagai berikut.

1. QoS (*Quality of Service*)

Pengujian QoS dilakukan untuk melihat kinerja suatu jaringan pada komputer client dengan parameter throughput, delay, dan packet loss disaat dalam keadaan sebelum dan sesudah terpasang Port Knocking.

2. *Port Knocking*

Pengujian port knocking dilakukan untuk mengetahui apakah user dapat membuka kunci yang telah diatur pada mikrotik, dengan perintah “telnet” pada CMD diikuti dengan ip address dan port rule knocking pertama, kedua, ketiga, dan keempat.

3. *Port Scanning*

Pengujian port scanning dilakukan untuk mengetahui apakah service port pada mikrotik masih dapat terlihat atau dalam keadaan terbuka setelah terpasang port knocking

D. Teknik Pengolahan Data

Adapun teknik pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bentuk Grafik

Pengolahan data dalam bentuk grafik ini adalah data yang di peroleh akan di muat dalam bentuk grafik seperti hasil pengujian dari QoS (Quality of Service).

2. Bentuk Tabulasi

Pengolahan data dalam bentuk tabulasi akan di muat dalam bentuk tabel, data diperoleh dari hasil pengujian QoS (Quality of Service), dan Port Knocking.

3. Bentuk Gambar

Pengolahan data dalam bentuk gambar akan di muat dalam bentuk gambar, data diperoleh dari hasil pengujian Port Knocking dan Port Scanning.

E. Metode Instalasi Port Knocking

Adapun Port Knocking yang akan diimplementasikan pada Mikrotik akan mengamankan service port winbox, www, dan telnet dengan alur autentikasi 1-2-3-4, dengan autentikasi masing-masing memiliki waktu timeout yang telah ditentukan. Adapun kebutuhan data service port yang diperlukan pada metode Port Knocking akan ditampilkan pada Tabel 4

Tabel 4. Kebutuhan Data Port Knocking

Layanan Port	Jenis Port	Port Knocking	Kunci	Waktu
Port 23, 80, dan 8291	Telnet, WWW, dan Winbox	1100	Kunci 1	30 Detik
		1200	Kunci 2	30 Detik
		1300	Kunci 3	30 Detik
		1400	Kunci 4	1 Jam

F. Metode Analisis

Dengan semua proses pengujian data Port Knocking yang telah dilakukan, maka data hasil pengujian tersebut akan dianalisa. Metode analisa yang di gunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif, yaitu mengamati keadaan atau perubahan yang terjadi, dan hasil tersebut akan ditampilkan dalam bentuk tabulasi dan gambar. Dan untuk pengujian QoS (Quality of Service), maka data pengujian akan ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabulasi

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini akan dilakukan analisis tentang hasil implementasi Port Knocking pada jaringan LAN yang sebelumnya telah dilakukan berupa QoS (Quality of Service), pengujian Port Knocking, dan Pengujian Port Scanning.

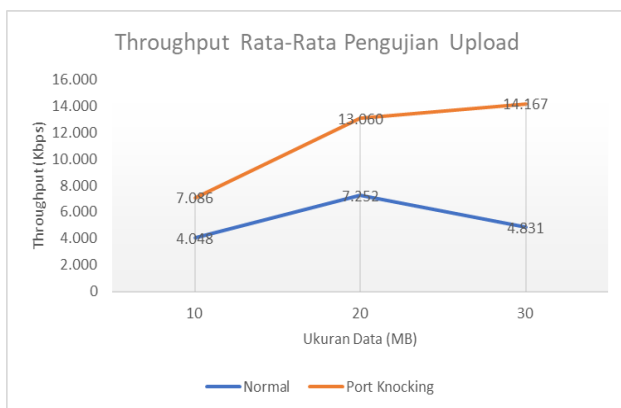
A. Pengujian QoS (Quality of Service)

Dalam pengukuran QoS terdapat tiga parameter yang diukur, seperti throughput, delay, dan packet loss.

1. Pengukuran Throughput

Tabel 5. Hasil Pengukuran Throughput

Parameter	Ukuran Data (MB)	Throughput (Kbps/sec)					
		Normal		Rata-rata	Port Knocking		Rata-rata
		Uji 1	Uji 2		Uji 1	Uji 2	
Upload	10	4.917	3.179	4.048	3.726	10.445	7.086
	20	11.456	3.047	7.252	9.111	17.009	13.060
	30	4.453	5.208	4.831	11.969	16.364	14.167
Download	10	7.160	3.048	5.104	2.337	6.986	4.662
	20	3.645	3.312	3.479	2.566	8.929	5.748
	30	8.529	6.014	7.272	2.038	10.305	6.172

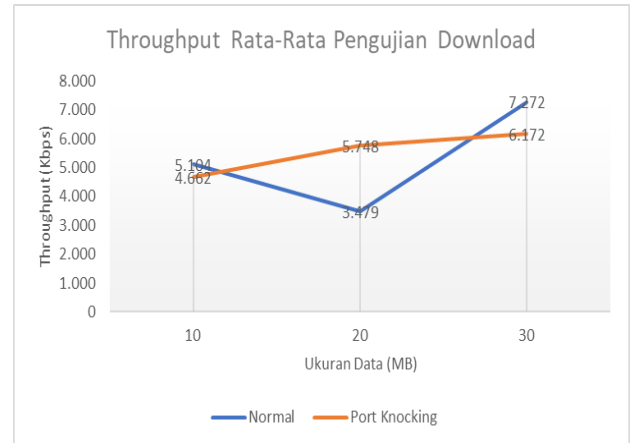


Gambar 3. Throughput Rata-Rata Pengujian Upload

Dari hasil pengukuran throughput berdasarkan Gambar 3 pada pengujian upload, maka diperoleh nilai rata-rata untuk ukuran data 10 MB dalam keadaan normal sebesar 4.048 Kbps, untuk ukuran data 20 MB sebesar 7.252 Kbps, dan untuk ukuran data 30 MB sebesar 4.831 Kbps. Sedangkan ketika port knocking telah diterapkan, maka diperoleh nilai rata-rata untuk

ukuran data 10 MB sebesar 7.086 Kbps, untuk ukuran data 20 MB sebesar 13.060 Kbps, dan untuk ukuran data 30 MB sebesar 14.167 Kbps.

Terdapat perbedaan antara kedua pengujian yang dilakukan, pada saat keadaan normal dan setelah diterapkan port knocking, dimana pada data 10 MB terdapat selisih sebesar 3.038 Kbps, untuk ukuran data 20 MB sebesar 5.808 Kbps, dan untuk ukuran data 30 MB sebesar 9.336 Kbps. Dimana pada pengujian tersebut diketahui bahwa nilai throughput upload dalam keadaan port knocking lebih besar dari keadaan normal.



Gambar 4. Throughput Rata-Rata Pengujian Download

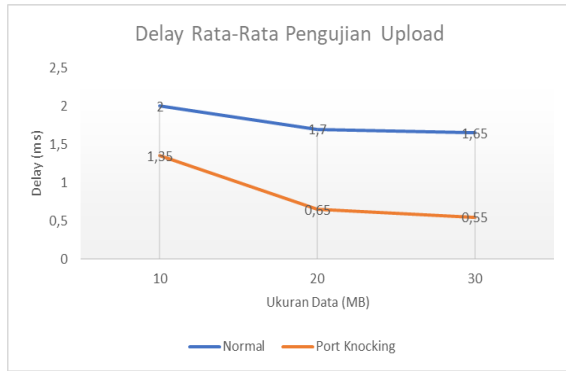
Dari hasil pengukuran throughput berdasarkan Gambar 4 pada pengujian download, maka diperoleh nilai rata-rata untuk ukuran data 10 MB dalam keadaan normal sebesar 5.104 Kbps, untuk ukuran data 20 MB sebesar 3.479 Kbps, dan untuk ukuran data 30 MB sebesar 7.272 Kbps. Sedangkan ketika port knocking telah diterapkan, maka diperoleh nilai rata-rata untuk ukuran data 10 MB sebesar 4.662 Kbps, untuk ukuran data 20 MB sebesar 5.748 Kbps, dan untuk ukuran data 30 MB sebesar 6.472 Kbps.

Terdapat perbedaan antara kedua pengujian yang dilakukan, pada saat keadaan normal dan setelah diterapkan port knocking, dimana pada data 10 MB terdapat selisih sebesar 442 Kbps, untuk ukuran data 20 MB sebesar 2.269 Kbps, dan untuk ukuran data 30 MB sebesar 1.100 Kbps. Dimana pada pengujian tersebut diketahui bahwa nilai throughput download dalam keadaan normal lebih besar dari port knocking.

2. Pengukuran Delay

Tabel 6. Hasil Pengukuran Delay

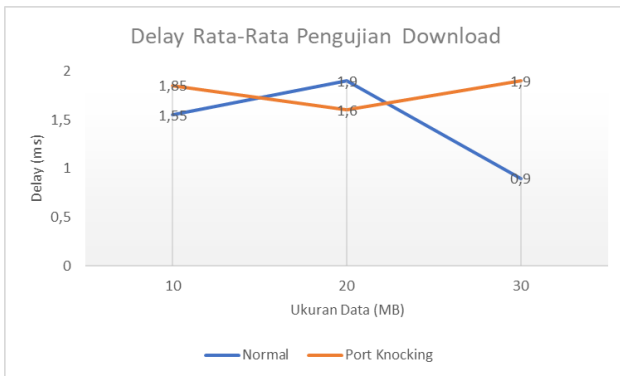
Parameter	Ukuran Data (MB)	Delay (ms)					
		Normal		Rata-rata	Port Knocking		Rata-rata
		Uji 1	Uji 2		Uji 1	Uji 2	
Upload	10	1,7	2,3	2	2,1	0,6	1,35
	20	0,8	2,6	1,7	0,9	0,4	0,65
	30	1,8	1,5	1,65	0,7	0,4	0,55
Download	10	0,9	2,2	1,55	2,8	0,9	1,85
	20	1,8	2	1,9	2,5	0,7	1,6
	30	0,7	1,1	0,9	3,2	0,6	1,9



Gambar 5. Delay Rata-Rata Pengujian Upload

Dari hasil pengukuran delay berdasarkan Gambar 5 pada pengujian upload, maka diperoleh nilai rata-rata untuk ukuran data 10 MB dalam keadaan normal sebesar 2 ms, untuk ukuran data 20 MB sebesar 1,7 ms, dan untuk ukuran data 30 MB sebesar 1,65 ms. Sedangkan ketika port knocking telah diterapkan, maka diperoleh nilai rata-rata untuk ukuran data 10 MB sebesar 1,35 ms, untuk ukuran data 20 MB sebesar 0,65 ms, dan untuk ukuran data 30 MB sebesar 0,55 ms.

Terdapat perbedaan antara kedua pengujian yang dilakukan, pada saat keadaan normal dan setelah diterapkan port knocking, dimana pada data 10 MB terdapat selisih sebesar 0,65 ms, untuk ukuran data 20 MB sebesar 1,05 ms, dan untuk ukuran data 30 MB sebesar 1,1 ms. Dimana pada pengujian tersebut diketahui bahwa nilai delay upload dalam keadaan port knocking lebih kecil dari keadaan normal.



Gambar 6. Delay Rata-Rata Pengujian Download

Dari hasil pengukuran delay berdasarkan Gambar 6 pada pengujian download, maka diperoleh nilai rata-rata untuk ukuran data 10 MB dalam keadaan normal sebesar 1,55 ms, untuk ukuran data 20 MB sebesar 1,9 ms, dan untuk ukuran data 30 MB sebesar 0,9 ms. Sedangkan ketika port knocking telah diterapkan, maka diperoleh nilai rata-rata untuk ukuran data 10 MB sebesar 1,85 ms, untuk ukuran data 20 MB sebesar 1,6 ms, dan untuk ukuran data 30 MB sebesar 0,9 ms.

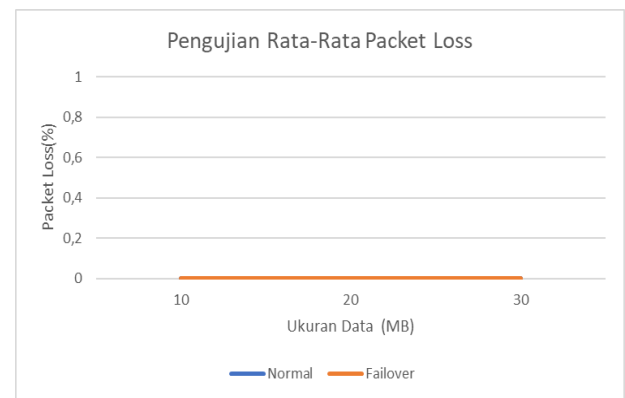
Terdapat perbedaan antara kedua pengujian yang dilakukan, pada saat keadaan normal dan setelah diterapkan port knocking, dimana pada data 10 MB

terdapat selisih sebesar 0,3 ms, untuk ukuran data 20 MB sebesar 0,3 ms, dan untuk ukuran data 30 MB sebesar 1 ms. Dimana pada pengujian tersebut diketahui bahwa nilai delay download dalam keadaan port knocking lebih kecil dari keadaan normal.

3. Pengukuran Packet Loss

Tabel 7. Hasil Pengukuran Packet Loss

Parameter	Ukuran Data (MB)	Packet Loss (%)					
		Normal		Rata-rata	Port Knocking		Rata-rata
		Uji 1	Uji 2		Uji 1	Uji 2	
Upload	10	0	0	0	0	0	0
	20	0	0	0	0	0	0
	30	0	0	0	0	0	0
Download	10	0	0	0	0	0	0
	20	0	0	0	0	0	0
	30	0	0	0	0	0	0



Gambar 7. Pengujian Rata-Rata Packet Loss

Dari hasil pengukuran packet loss berdasarkan Gambar 7 baik itu pengujian upload dan download pada pengujian dalam keadaan normal dan port knocking, maka didapatkan bahwa packet loss yang dihasilkan adalah sebesar 0%, yang berarti tidak adanya data yang gagal pada pengujian upload maupun download pada pengujian normal maupun port knocking.

B. Pengujian Port Knocking

1. Sebelum Instalasi Port Knocking

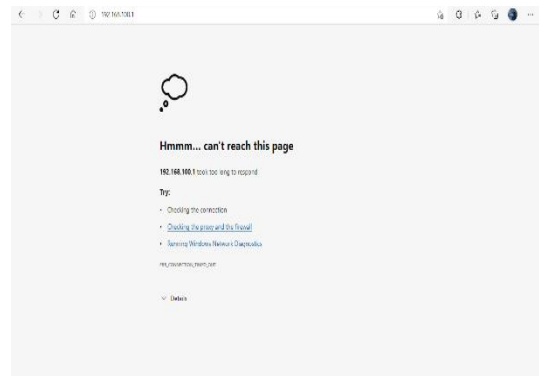
Pada tahap ini dilakukan analisa data service port sebelum terpasang Port Knocking pada Mikrotik.



Gambar 8. Koneksi Service Winbox Sebelum Instalasi Port Knocking



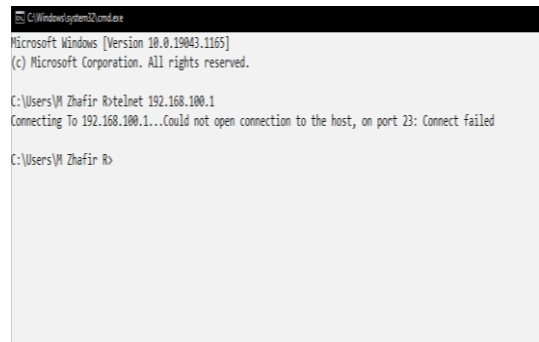
Gambar 9. Koneksi Service WWW Sebelum Instalasi Port Knocking



Gambar 12. Koneksi Service WWW Setelah Instalasi Port Knocking



Gambar 10. Koneksi Service Telnet Sebelum Instalasi Port Knocking



Gambar 13. Koneksi Service Telnet Setelah Instalasi Port Knocking

Pada pengujian ini, seperti yang dapat terlihat pada Gambar 8, Gambar 9, dan Gambar 10, didapatkan bahwa user masih dapat mengakses service dari port Winbox, WWW, Telnet pada mikrotik, dikarenakan port knocking belum diimplementasikan pada mikrotik, sehingga user dapat bebas masuk kedalam service port-port tersebut.

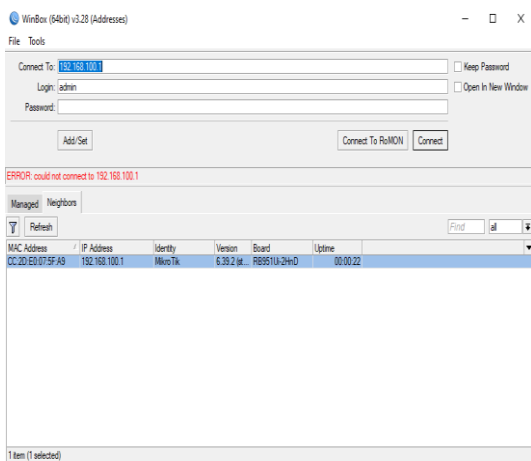
2. Setelah Instalasi Port Knocking

Pada tahap ini dilakukan analisa data service port setelah terpasang Port Knocking pada Mikrotik.

Pada pengujian ini, seperti yang dapat terlihat pada Gambar 11, Gambar 12, dan Gambar 13 didapatkan bahwa user sudah tidak dapat mengakses lagi service port dari Winbox, WWW, dan Telnet, dikarenakan port knocking telah diimplementasikan pada mikrotik

Tabel 8. Pengujian Rule Knocking Pertama

Layanan Port	Jenis Port	Rule Knocking				Keterangan
		Kunci 1	Kunci 2	Kunci 3	Kunci 4	
		1100	1200	1300	1400	
8291	Winbox	√	√	√	√	Berhasil
80	WWW	√	√	√	√	Berhasil
23	Telnet	√	√	√	√	Berhasil



Gambar 11. Koneksi Service Winbox Setelah Instalasi Port Knocking

Pengujian rule knocking dilakukan untuk membuka service port yang telah terblokir setelah pemasangan port knocking, pengujian ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak CMD (Command Prompt), lalu dengan menggunakan perintah “telnet” diikuti dengan ip address dan port yang telah dikonfigurasi sebelumnya.

Seerti yang terlihat pada Tabel 8, dimana dilakukan pengujian untuk membuka service port dengan melewati 4 kunci secara berurutan, dari penelitian tersebut, diketahui bahwa dari setiap jenis port yang dilakukan pengujian dapat melewati keempat kunci yang telah dibuat.

Tabel 9. Pengujian Rule Knocking Kedua

Layanan Port	Jenis Port	Rule Knocking				Keterangan
		Kunci 2 1200	Kunci 1 1100	Kunci 4 1400	Kunci 3 1300	
8291	Winbox	×	×	×	×	Gagal
80	WWW	×	×	×	×	Gagal
23	Telnet	×	×	×	×	Gagal

Lalu dilakukan pengujian kedua dengan menggunakan urutan yang berbeda dari urutan rule knocking yang telah dikonfigurasi sebelumnya, seperti yang terlihat pada Tabel 9, dari semua jenis port yang dilakukan pengujian, tidak ada satupun pengujian yang dapat melewati keempat kunci yang telah dibuat.

C. Pengujian Port Scanning

1. Sebelum Instalasi Port Knocking

Pada tahap ini dilakukan analisa data dari port scanning pada service port sebelum terpasang Port Knocking pada Mikrotik.

```

PORT    STATE SERVICE      VERSION
21/tcp  open  ftp          Mikrotik router ftpd 6.39.2
| ftp-syst:
|_ SYST: UNIX Mikrotik 6.39.2
22/tcp  open  ssh          Mikrotik RouterOS sshd (protocol 2.0)
| ssh-hostkey:
| 1024 d4:c9:77:dc:a9:c9:78:ee:04:7c:f2:c8:08:48:fe:65 (DSA)
|_ 2048 cc:51:46:a3:1d:04:e9:e4:95:30:3e:02:ff:61:c8:02 (RSA)
23/tcp  open  telnet      Linux telnetd
80/tcp  open  http        Mikrotik router config httpd
| http-methods:
|_ Supported Methods: GET HEAD
|_ http-title: RouterOS router configuration page
|_ http-robots.txt: 1 disallowed entry
|_/
2000/tcp open  bandwidth-test Mikrotik bandwidth-test server
8291/tcp open  unknown
    
```

Gambar 14. Pengujian Port Scanning Sebelum Instalasi Port Knocking

Pada pengujian ini, seperti yang terlihat pada Gambar 14, diketahui bahwa dari pengujian dengan menggunakan perangkat lunak Nmap dan pengujian dilakukan dalam keadaan port knocking belum terpasang pada mikrotik, didapatkan bahwa port 23, 80, dan 8291, yang mana ini adalah port dari Telnet, WWW, dan Winbox, masih dalam keadaan terbuka, seperti yang terlihat pada Gambar 14, dimana pada keterangan State Service, dapat dilihat bahwa keterangan dari port-port tersebut adalah “open”, yang berarti port dalam keadaan terbuka.

2. Setelah Instalasi Port Knocking

Pada tahap ini dilakukan analisa data dari port scanning pada service port setelah terpasang Port Knocking pada Mikrotik.

```

PORT    STATE SERVICE      VERSION
21/tcp  open  ftp          Mikrotik router ftpd 6.39.2
| ftp-syst:
|_ SYST: UNIX Mikrotik 6.39.2
22/tcp  open  ssh          Mikrotik RouterOS sshd (protocol 2.0)
| ssh-hostkey:
| 1024 d4:c9:77:dc:a9:c9:78:ee:04:7c:f2:c8:08:48:fe:65 (DSA)
|_ 2048 cc:51:46:a3:1d:04:e9:e4:95:30:3e:02:ff:61:c8:02 (RSA)
23/tcp  filtered telnet
80/tcp  filtered http
2000/tcp open  bandwidth-test Mikrotik bandwidth-test server
8291/tcp filtered unknown
    
```

Gambar 15. Pengujian Port Scanning Setelah Instalasi Port Knocking

Pada pengujian ini, seperti yang terlihat pada Gambar 15, diketahui bahwa dari pengujian dengan menggunakan perangkat lunak Nmap dan pengujian dilakukan dalam keadaan port knocking telah terpasang pada mikrotik, didapatkan bahwa port 23, 80, dan 8291, yang mana ini adalah port dari Telnet, WWW, dan Winbox, sudah dalam keadaan tertutup, seperti yang terlihat pada Gambar 15, dimana pada keterangan State Service, dapat dilihat bahwa keterangan dari port-port tersebut adalah “filtered”, yang berarti port dalam keadaan tertutup. Dan port akan terbuka kembali jika telah melakukan rule knocking.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisa data uraian bab sebelumnya maka dapat disimpulkan bahwa

1. Nilai rata-rata throughput terbesar adalah 14.167 Kbps pada saat pengujian upload dengan ukuran data 30 MB pada saat kondisi port knocking, sedangkan pada pengujian download didapatkan throughput terbesar adalah 7.272 Kbps dengan ukuran data 30 MB pada saat kondisi normal. Dimana jika dilihat dari standarisasi Tiphon, maka dapat disimpulkan bahwa nilai throughput yang didapatkan termasuk kategori bagus.
2. Dari pengujian delay, didapatkan bahwa rata-rata delay terkecil adalah 0,55 ms pada saat pengujian upload dengan ukuran data 30 MB dalam kondisi port knocking, sedangkan pada pengujian download didapatkan delay terkecil adalah 0,9 ms dengan ukuran data 30 MB dalam kondisi normal. Dimana jika dilihat dari standarisasi Tiphon, maka dapat disimpulkan bahwa nilai delay yang didapatkan termasuk kategori sangat bagus.
3. Dari pengujian packet loss, didapatkan nilai sebesar 0% yang mana jika dilihat dari standarisasi Tiphon, maka dapat disimpulkan bahwa packet loss yang didapatkan termasuk kategori sangat bagus.
4. Dari pengujian port knocking, didapatkan bahwa user tidak dapat mengakses service port Winbox, WWW, dan Telnet jika sudah terpasang port knocking, user diharuskan membuka kunci terlebih dahulu jika ingin mengakses port tersebut.

5. Kunci dari port knocking (Rule Knocking) hanya dapat terbuka jika user melakukan knock secara berurutan, seperti yang terlihat pada Tabel 8.
6. Hanya seorang administrator yang dapat melakukan akses ke service port yang telah terpasang port knocking, dikarenakan hanya administrator saja yang tahu aturan atau rule knocking tersebut
7. Dari pengujian port scanning, didapatkan bahwa dari service port yang telah terpasang port knocking, setelah dilakukan scanning didapatkan bahwa service port sudah dalam keadaan tertutup.

REFERENSI

- [1] P. Riska, P. Sugiartawan and I. Wiratama, **Sistem keamanan jaringan komputer dan data dengan menggunakan metode port knocking**, JSIKTI, pp. 53-64, 2018.
- [2] Amarudin and F. Ulum, **Desain keamanan jaringan pada mikrotik router os menggunakan metode port knocking**, TEKNOINFO, p. 2, 2018.
- [3] P. R. Utami, **Analisis perbandingan quality of service jaringan internet berbasis wireless pada layanan internet service provider (isp) indihome dan first media**.