ISSN PRINT : 2302-500X
ISSN ONLINE : 2477-3786

MITIGASI DHCP *STARVATION ATTACK* PADA *ROUTER* BOARD MIKROTIK DAN PENGARUHNYA TERHADAP PERFORMANSI

Dian Novianto[1)], Yohanes Setiawan Japriadi[2)], Lukas Tommy[3)], Sujono[4)]
[1), 2), 3)] Program Studi Teknik Informatika, ISB Atma Luhur
[4)] Program Studi Sistem Informasi, ISB Atma Luhur
Email :diannovianto@atmaluhur.ac.id[1)], ysetiawanj@atmaluhur.ac.id[2)], lukastommy@atmaluhur.ac.id[3)], sujono@atmaluhur.ac.id[4)]

ABSTRACT

As people become more dependent on information technology, the need for Internet availability increases. Various types of devices are connected to the network, increasing the convenience of using information technology. However, this convenience can often be disrupted by attacks on the network infrastructure, one of which is a DHCP Starvation attack. The Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) is a clien-server-based protocol used to automatically assign or obtain IP addresses for clien computers or other network devices. Mitigating DHCP Starvation attacks is one form of protection for users. The impact of this attack is that the attacker can become one of the hosts on the network and perform a man-in-the-middle attack, so the impact of information leakage can occur. In addition, it is necessary to know the impact on router resources when a DHCP Starvation attack occurs, so that network managers can calculate how much resources are needed. The author uses a Filtering method based on Mac address es, ARP, and alerts on the Mikrotik router. In addition, the PPDIOO method is also used to develop this system, which consists of preparation, planning, design, Implementation, operation, and optimization. The test results showed that the application of this Filtering method proved to be very effective in preventing DHCP Starvation attacks, and the router board resources were not significantly affected when this Filtering method was applied.
Keywords : *DHCP Starvation, Mac address Filtering, Mikrotik.*

ABSTRAK

Dengan meningkatnya ketergantungan manusia pada teknologi informasi, kebutuhan akan ketersediaan internet semakin meningkat. Berbagai jenis perangkat yang saling terhubung di jaringan, meningkatkan kenyamanan dalam penggunaan teknologi informasi. Akan tetapi, seringkali kenyamanan ini dapat terganggu akibat adanya serangan terhadap infrastruktur di jaringan, salah satunya adalah akibat DHCP Starvation attack. Protokol Konfigurasi Host Dinamis (DHCP) adalah protokol yang berbasis klien-server, digunakan untuk secara otomatis memberikan atau menerima alamat IP pada komputer klien atau perangkat jaringan lainnya. Melakukan mitigasi serangan DHCP Starvation merupakan salah satu bentuk perlindungan terhadap pengguna. Dampak dari serangan ini adalah penyerang dapat menjadi salah satu host di jaringan dan dapat melakukan serangan man in the middle, sehingga dampak kebocoran informasi dapat terjadi. Selain itu perlunya mengetahui dampak terhadap sumberdaya router saat serangan DHCP Starvation ini terjadi, sehingga pengelola jaringan dapat memperhitungkan seberapa besar kebutuhan sumberdaya yang ada. Penulis menggunakan metode Filtering berbasis mac address , arp, dan peringatan pada router mikrotik, selain itu metode PPDIOO juga digunakan untuk mengembangkan sistem ini, yang terdiri dari persiapan, perencanaan, desain, penerapan, operasional, dan optimalisasi. Adapun hasil dari pengujian didapatkan bahwa dengan menerapkan metode Filtering ini terbukti sangat efektif dalam mencegah serangan DHCP Starvation dan resource routerboard tidak terpengaruh secara signifikan saat metode Filtering ini diterapkan.
Kata Kunci : *DHCP Starvation, Mac address Filtering, Mikrotik.*

1. Pendahuluan

Berbagai jenis *server* maupun komputer yang saling terhubung satu sama lain dapat memberikan kemudahan bagi pengguna dalam perkembangan teknologi informasi saat ini. Namun, dengan perkembangan teknologi saat ini, d*ip*erlukan tingkat keamanan yang lebih tinggi, karena perkembangan ini diikuti dengan berkembangnya ancaman kejahatan *cyber*. Salah satu yang mungkin terjadi adalah serangan pada DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*) *Server.* DHCP adalah *server* yang memungkinkan sistem penyebaran *IP* secara otomatis ke perangkat satu dengan yang lainnya. Ini membuat pengalokasian alamat *IP* menjadi lebih mudah karena pengguna tidak perlu mengisi parameter *IP* secara manual. Selain itu, DHCP juga memiliki layanan untuk memperbarui alamat *IP* secara otomatis (D. Kurnia, 2020) (Riduwan, dkk, 2010). Pada tahap awal interaksi antara DHCP klien dan DHCP *server* untuk *Implement*asi protokol DHCP, akan dimulai dari pengiriman paket DHCP *Discover, Offer, Request* dan ACK.

Salah satu bentuk serangan pada DHCP *server* adalah DHCP *Starvation attack*, yaitu sebuah jenis serangan

ISSN PRINT : 2302-500X
ISSN ONLINE : 2477-3786

dimana penyerang mencoba untuk menghabiskan semua alamat *IP* yang tersedia dalam jaringan yang diatur menggunakan DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*). Serangan ini dapat menyebabkan kegagalan dalam penugasan alamat *IP* kepada perangkat yang sah, mengakibatkan gangguan atau bahkan kegagalan total pada jaringan. DHCP *Starvation attack* adalah jenis serangan dimana penyerang mencoba untuk menghabiskan semua alamat *IP* yang tersedia didalam *pool router* di jaringan yang diatur menggunakan DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol)*. Serangan DHCP Starvation dilakukan dengan mengirimkan banyak paket DHCP *DISCOVER*. Ini menyebabkan DHCP server kehabisan persediaan alamat *IP*, sehingga klien yang sah tidak dapat melakukan konfigurasi alamat *IP* secara otomatis. (Umasuthan,V. 2016).

Pada dasarnya, DHCP berfungsi untuk memberikan alamat *IP* kepada setiap *host* dengan syarat menggunakan subnetting yang sama. Namun, teknik ini memiliki kelemahan karena serangan dapat membuat si penyerang menjadi DHCP *Server* yang palsu menggantikan DHCP *server* yang sebenarnya (Saputra, B. R, 2022).

Beberapa organisasi mungkin tidak menyadari potensi serangan DHCP *Starvation* atau mungkin tidak memprioritaskan keamanan jaringan dengan tepat. Hal ini dapat membuat mereka rentan terhadap serangan semacam itu jika tidak dihadapi dengan langkah-langkah yang tepat. Oleh karena itu d*ip*erlukan sebuah mitigasi sebagai tindakan pencegahan dari masalah yang ada. Salah satu teknik yang dapat digunakan adalah *Filtering mac address* , arp *Static* dengan mode reply-only, dan *alert.*

Mac address Filtering dalam DHCP *pool* adalah metode yang digunakan untuk mengendalikan akses ke jaringan berdasarkan alamat MAC (*Media Access Control*) dari perangkat yang terhubung. Ini berfungsi dengan cara memeriksa alamat MAC dari perangkat yang meminta alamat *IP* melalui protokol DHCP, dan kemudian memutuskan apakah perangkat tersebut diizinkan untuk menerima konfigurasi jaringan atau tidak. Adapun fungsi *Mac address Filtering* dalam DHCP *pool* antara lain : kontrol akses, keamanan, Pengendalian Sumber Daya Jaringan, Konfigurasi Jaringan yang Lebih Tepat, dan Manajemen Inventaris Perangkat.

ARP *Static* adalah metode di mana administrator jaringan secara manual mengkonfigurasi tabel ARP pada perangkat jaringan untuk menetapkan korespondensi antara alamat *IP* dan alamat MAC secara statis. Dengan kata lain, alamat MAC dari setiap perangkat dalam jaringan didefinisikan secara manual dalam tabel ARP. Manfaat dari ARP *Static* adalah mengurangi kemungkinan serangan spoofing ARP, di mana penyerang mencoba untuk mengirimkan lalu lintas jaringan palsu dengan menyatakan bahwa mereka adalah perangkat lain dalam jaringan. Selain itu memberikan kontrol lebih besar kepada administrator atas tabel ARP, memungkinkan mereka untuk dengan tepat menentukan korespondensi antara alamat *IP* dan alamat MAC tanpa harus bergantung pada proses ARP otomatis.

Mode *Reply-Only* pada ARP adalah konfigurasi di mana perangkat jaringan hanya merespons permintaan ARP yang diterimanya, tetapi tidak mengirimkan permintaan ARP sendiri. Dengan kata lain, perangkat hanya akan merespons permintaan ARP yang ditujukan kepadanya, tetapi tidak akan menginisiasi permintaan ARP ke perangkat lain dalam jaringan. Manfaat dari mode "Reply-Only" ARP adalah dapat mengurangi risiko serangan ARP poisoning, di mana perangkat jaringan disesatkan untuk mengaitkan alamat *IP* dengan alamat MAC palsu yang dikendalikan oleh penyerang. Selain itu juga dapat mengurangi lalu lintas ARP yang tidak perlu dalam jaringan, karena perangkat hanya merespons permintaan ARP yang langsung ditujukan kepadanya.

Router Mikrotik memiliki fitur DHCP *Alert*, yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi beberapa dhcp server pada jaringan yang sama, yang dapat mengganggu distribusi alamat *IP*. Parameter pada rule *alert* termasuk *interface*, yang digunakan untuk menentukan *interface router* yang menjalankan DHCP Server. Kemudian ada parameter valid server, yang berisi *Mac address* dari DHCP Server yang asli, dan parameter On *Alert*, yang digunakan untuk mengidentifikasi DHCP Server yang tidak aktif. Selain itu, fitur DHCP *Alert* juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi adanya DHCP *rogue*.

Penelitian ini menggunakan model pengembangan jaringan PPDIOO (Prepare, Plan, Design, *Implement*, Operate, and Optimize). PPDIOO adalah metode perancangan dan pengembangan jaringan yang dikembangkan oleh Cisco (Imam Solikin, 2017), dan akan memberikan langkah-langkah penting untuk keberhasilan perancangan jaringan (Dian, 2020).

Penerapan metode atau teknik diatas diharapkan dapat mengatasi overcoming DHCP *discover* yang diakibatkan oleh serangan DHCP *Starvation*, sehingga jaringan dapat bekerja dengan baik dan mampu membuat pengguna merasa aman dan nyaman. Metode ini juga diharapkan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap *resource* dari *router* sehingga dapat digunakan pada jaringan yang menggunakan sumberdaya *router* yang terbatas.

A. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif, dengan peneliti berperan sebagai alat utama dalam pengumpulan data (Dian, 2022). Metode ini digunakan sebagai cara untuk mengumpulkan data dan menemukan solusi untuk masalah (Marinu, 2023). Peneliti mengumpulkan data dengan mencari referensi dari jurnal ilmiah dan buku. sehingga peneliti dapat memahami dan memahami cara metode atau teknik yang akan digunakan digunakan, sehingga diharapkan pengembangan sistem jaringan akan berjalan dengan baik dan lancar di masa mendatang. Mempersiapkan, merencanakan, membangun, menerapkan, mengoperasikan, dan mengoptimalkan adalah beberapa tahapan yang harus diikuti oleh peneliti saat mengembangkan sistem dengan model PPDIOO ini.

ISSN PRINT : 2302-500X
ISSN ONLINE : 2477-3786

1. *Prepare* (Persiapan)
Pada tahap ini, penulis akan menyiapkan peralatan dan bahan-bahan atau studi literatur dengan mengumpulkan referensi jurnal dari lima tahun terakhir untuk membantu mereka menjalankan penelitian. Judul penelitian yang direferensikan antara lain:

a. Penelitian pada tahun 2019 dengan judul Filter Paket Berdasarkan Differentiated Services Code Pointuntuk Pencegahan Serangan DHCP *Starvation* (Sar*ip*, 2019).
b. Penelitian pada tahun 2023 mengenai Analisis Serangan DHCP *Starvation attack* Pada *Router* OS Mikrotik (Tamsir dkk, 2023).
c. Penelitian pada tahun 2020 dengan judul Analisis Serangan DHCP *Starvation attack* Pada *Router* OS Mikrotik (Kurnia, 2020).
d. Penelitian pada tahun 2022 dengan judul Analisis Pengamanan Jaringan Menggunakan *Router* Mikrotik dari Serangan DoS dan Pengaruhnya Terhadap Performansi (Arief, 2022).
e. Penelitian pada tahun 2020 dnegan judul Mitigating Dhcp *Starvation attack* Using Snooping Technique (Abdulhafiz, 2022).

2. *Plan* (Perencanaan)
Tabel 1 dan 2 menunjukkan spesifikasi *hardware* dan *software* yang dibutuhkan peneliti untuk penelitian mitigasi selama pengembangan sistem:

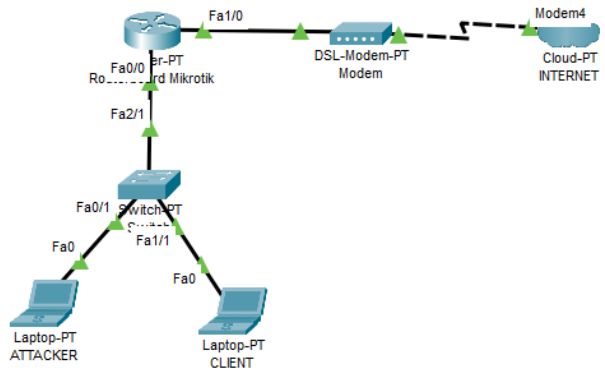
Tabel 1. Kebutuhan *Hardware*

No	Perangkat Keras	Keterangan	Jumlah
1	Mikrotik RB 750	Routerboard yang digunakan	1
2	Kabel UTP siap pakai	Sebagai media penghubung	1
3	Laptop	Berperan sebagai klien dan penyerang	2

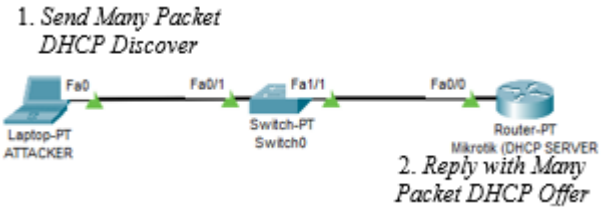
Tabel 2. Kebutuhan *Software*

No	Perangkat Lunak	Keterangan	Jumlah
1	RouterOS misbe 6.48	Sistem operasi router	1
2	Windows 8.1	Sistem operasi klien	1
3	Kali linux	Sistem operasi penyerang	1
3	Cisco packet tracer 7.3.0	Digunakan untuk mendesain topologi	1
4	yersenia	Digunakan untuk serangan dhcp starvation	1

3. *Design* (Desain)
Setelah tahap perencanaan selesai, tahap selanjutnya adalah desain, yang dilakukan menggunakan model ppdioo. Peneliti menggunakan perangkat lunak *cisco packet tracer* versi 7.3.0 untuk membuat simulasi topologi jaringan, seperti yang ditunjukkan pada gambar 1 dan gambar 2.



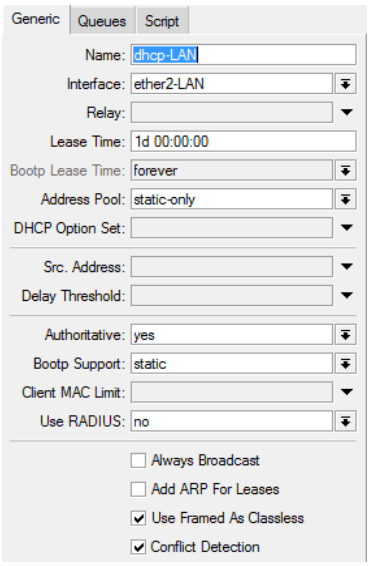
Gambar 1. *Topologi Jaringan Simulasi*



Gambar 2. *DHCP Starvation attack*

Dari gambar 2 proses yang terjadi adalah penyerang melakukan ddos berupa dhcp *discover* ke *router* yang menjadi dhcp *server*, kemudian dhcp *server* akan membalas semua paket *discover* dengan dhcp offer sampai semua alamat *ip* yang tersedia habis, sehingga user lain tidak mendapatkan *ip address*, dan penyerang dapat membuat dhcp *server* palsu untuk klien di jaringan tersebut.

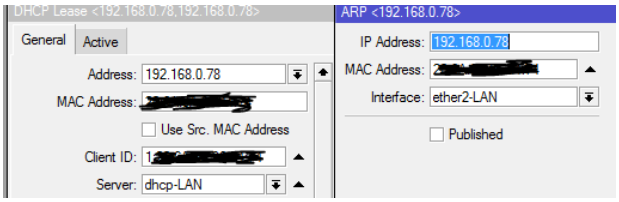
4. *Implement* (*Implement*asi)
Dalam tahap ke empat ini, konfigurasi atas *router* diterapkan sesuai dengan desain pada tahapan sebelumnya, dengan cara menerapkan teknik keamanan *Filtering mac address* , yaitu mendaftarkan *mac address* pengguna pada *router* untuk mendapatkan alamat *ip* tertentu.



Gambar 3. *Konfigurasi DHCP Server*

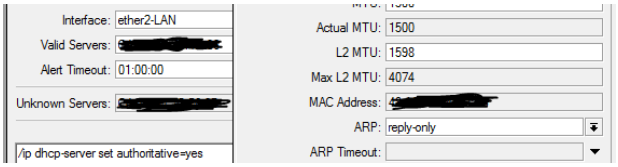
ISSN PRINT : 2302-500X
ISSN ONLINE : 2477-3786

Parameter yang di ubah untuk *Filtering* ini antara lain *address pool*: *Static*-only, authoritative yes, dan no checklist untuk add ARP for *leases* seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.
Tujuan dari parameter *address pool Static*-only adalah untuk memastikan bahwa klien hanya dapat mendapatkan alamat *IP* dari perangkat yang telah didaftarkan pada *router*. Di sisi lain, tujuan dari parameter authoritative adalah untuk mengetahui bagaimana DHCP *Server* menangani permintaan layanan DHCP mengirim NACK (*Negative Acknowledgment*). Parameter yang dapat digunakan mengatasi DHCP *server* palsu atau DHCP *Rogue* yang terdapat dalam jaringan. Tujuan dari tidak menambah ARP untuk sewa adalah untuk mencegah dhcp *server* secara otomatis menambah data ke tabel ARP. Konfigurasi ini diikuti dengan konfigurasi arp: reply-only pada *interface* yang berfungsi sebagai *gateway* jaringan lokal seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.



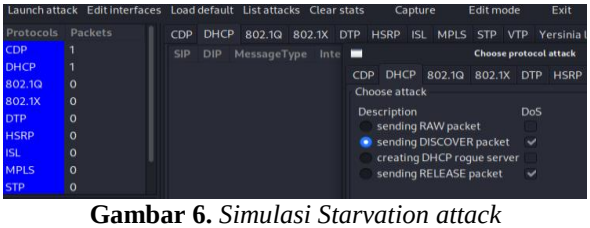
Gambar 4. *DHCP Lease dan ARP*

Tujuan dari *reply-only* pada arp di *interface gateway* seperti yang ditunjukkan pada gambar 5 adalah untuk memastikan bahwa *Router* hanya dapat berkomunikasi dengan klien yang menerima alamat *IP* dari proses DHCP, sehingga DHCP server mengabaikan penemuan penyerang DHCP. Karena *mac address* penyerang tidak terdaftar di *router*. Namun, *alert* dhcp *server* bertujuan untuk memberi tahu admin jaringan jika ada dhcp *server* palsu atau tandingan di jaringan.



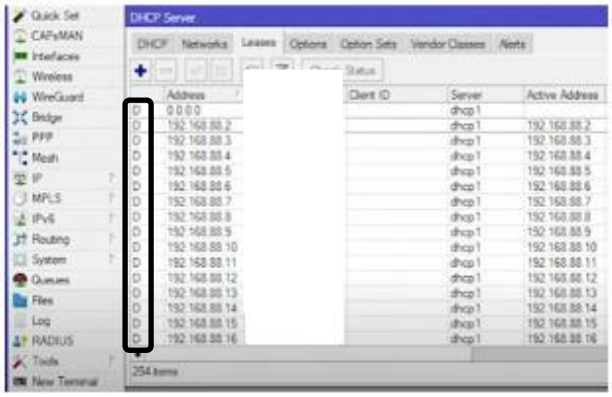
Gambar 5. *DHCP Alert dan arp reply only*

5. Operate (Operate)
Pada tahap operate dilakukan penulis dengan cara melakukan simulasi dan konfigurasi atas teknik pencegahan yang dipilih. Simulasi yang pertama dilakukan adalah menggunakan yersenia pada sistem operasi kali linux untuk mengirimkan beberapa paket dhcp, seperti pada gambar 6.



Gambar 6. *Simulasi Starvation attack*

Serangan yang di*p*ilih menggunakan yersenia adalah mengirimkan paket *discover* dan paket release dengan tujuan membanjiri dhcp *server* dengan paket *discover* secara terus menerus, karena serangan ini termasuk kedalam serangan yang bertujuan untuk membuat *router* tidak bekerja sebagaimana mestinya.



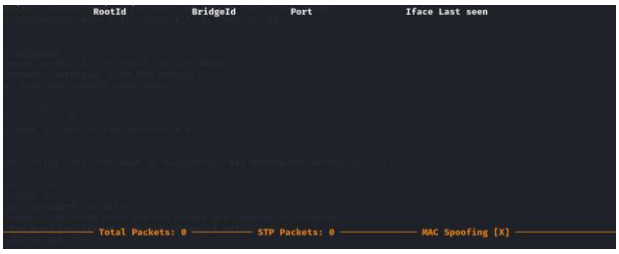
Gambar 7. *Dampak Starvation attack*

Hasil serangan dhcp *Starvation* seperti pada gambar 7, membuat dhcp *server* melepaskan alamat *ip* yang berada pada *pool* untuk diberikan ke penyerang, sehingga alamat tersebut habis, dan pengguna yang sah tidak mendapatkan alamat tersebut, lalu dapat membuat dhcp *server* palsu yang bertujuan agar pengguna jaringan tersebut terhubung ke dhcp *server* palsu tersebut.

6. Optimize (Optimasi)
Fase Optimasi dilakukan setelah jaringan beroperasi. Tahapan ini akan dilakukan monitoring performa pada *resource router* sebelum dan setelah teknik keamanan di terapkan.

2. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini akan ditampilkan hasil dari simulasi serangan dhcp *Starvation* yang dilakukan oleh laptop penyerang ke dhcp *server* pada *router* dan pengguna mencoba untuk mengakses dhcp *server* pada *router*.



Gambar 8. *Hasil percobaan serangan*

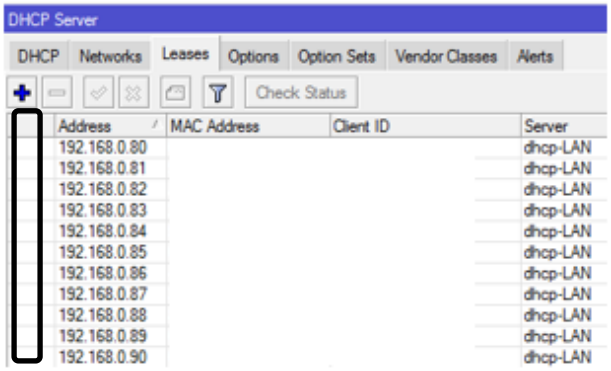
Dari gambar 8 terlihat bahwa yersenia pada perangkat penyerang tidak dapat terhubung ke dhcp *server* karena paket *discover* dari perangkat penyerang diabaikan, hal ini terjadi karena *mac address* dari penyerang tidak terdaftar pada *leases* dhcp *server* di *router* mikrotik, hal ini menyebabkan perangkat – perangkat yang tidak di kenal tidak akan mendapatkan alamat *ip* yang sesuai dengan jaringan tersebut, sehingga tidak mendapatkan

ISSN PRINT : 2302-500X
ISSN ONLINE : 2477-3786

akses di jaringan tersebut. Selain itu apa bila penyerang mencoba langsung untuk memasang dhcp *server* palsu, maka akan langsung dikenali sebagai dhcp *rogue*, dan *script* peringatan akan di eksekusi, lalu tercatat didalam *log router*.

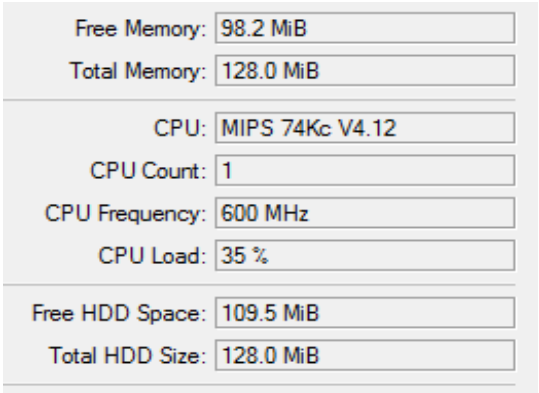
Gambar 9. *Peringatan dhcp server rogue*

Gambar 9 menunjukkan peringatan pada log didalam *router* yang sekaligus menjadi dhcp *server*, seorang administrator dapat mengambil tindakan keamanan lanjutan sesuai dengan sop yang berlaku.



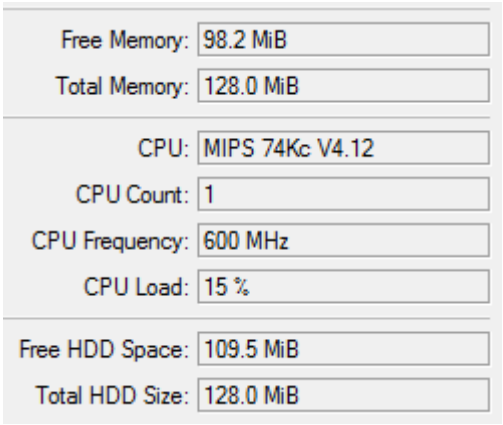
Gambar 10. *Leases DHCP Server*

Gambar 10 menunjukkan hasil dari konfigurasi membuat *router* tidak lagi dipenuhi oleh dhcp *discover* penyerang, dan dhcp *server* tidak mengeluarkan atau melepas alamat *ip* dari *pool* untuk ditawarkan kepada penyerang melalui *leases*. Hal ini terlihat perbedaan pada gambar 7 dan gambar 10, dimana pada gambar 7 terlihat tag D yang berarti *dynamic*, yang berarti alamat dapat berubah – ubah dan di *request* oleh siapapun, sedangkan pada gambar 10 tag D telah hilang, menandakan tidak semua perangkat dapat terhubung, hanya yang telah didaftarkan *mac address* yang mendapatkan alamat *ip*.
Kemudian terlihat pada gambar 11 pada bagian *resource* yang dimonitoring saat pengujian berlangsung terlihat saat serangan terjadi penggunaan CPU meningkat cukup tinggi, menjadi sebesar 35% persen.



Gambar 11. *Penggunaan resource sebelum penerapan teknik*

Saat tidak adanya serangan dhcp *Starvation* karena sudah diterapkan teknik keamanan, penggunaan CPU lebih rendah seperti yang ditunjukkan gambar 12.



Gambar 12. *Penggunaan resource router*board

Hal ini berarti *resource* pada *router* tidak terpengaruh saat teknik pencegahan ini diterapkan, terlihat dari load cpu yang masih rendah sekitar 5-25%, memory yang tersedia sebesar 98 MB, dan total HDD sebesar 109 MB, tentunya hal ini juga di*ip*engaruhi aktivitas lain, tapi didalam sekenario simulasi ini, *router* dapat berjalan dengan baik dan pengguna dapat menggunakan akses internet dengan lebih aman tanpa adanya gangguan dari DHCP *Starvation*.

3. Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian ini, penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan dari penulisan penelitian ini, sebagai berikut :

1. Teknik *Filtering mac address* yang dikombinasikan dengan arp dan dhcp *alert* terbukti mampu mengamankan jaringan dari percobaan serangan dhcp *Starvation*.
2. Sumberdaya *router* tidak terpengaruh secara signifikan saat teknik keamanan yang di*ip*ilih diterapkan pada jaringan yang berjalan, hal ini ditunjukkan dari hasil monitoring pada bagian hasil.

Daftar Pustaka

Abdulhafiz A. Nuhu, Faith O. Echobu, Oyenike M. Olanrewaju. 2022. Mitigating Dhcp *Starvation attack* Using Snooping Technique. Vol. 4 No. 1: FUDMA Journal of Sciences.

Arief Indriarto Haris, dkk. 2022. Analisis Pengamanan Jaringan Menggunakan *Router* Mikrotik dari Serangan DoS dan Pengaruhnya Terhadap Performansi. Komputika: Jurnal Sistem Komputer Volume 11, Nomor 1, April 2022, hlm. 67 – 76.

Dian Novianto, Tri Sugihartono. 2020. Sistem Deteksi Kualitas Buah Jambu Air Berdasarkan Warna Kulit

ISSN PRINT : 2302-500X
ISSN ONLINE : 2477-3786

Menggunakan Algoritma Princ*ip*al Component Analysis (Pca) dan K-Nearest Neigbor (K-NN). Jurnal Ilmiah Informatika Global Volume 11 No. 2 Desember 2020.

Dian Novianto, dkk. 2022. *Implement*asi Keamanan Akses Terhadap Website Menggunakan Wireguard VPN Di *Router*board Mikrotik. Jurnal Ilmiah Informatika Global Volume 13 No. 2 Agustus 2022.

D. Kurnia. (2020). Analisis serangan DHCP *Starvation attack* pada *router* OS Mikrotik". Jurnal Ilmiah Coret IT Vol. 8, No. 5 [2] T. Ariyadi. (2018). Mitigasi Keamanan Dynamic Host Control Protocol (DHCP) Untuk Mengurangi Serangan Pada Local Area Network (LAN). Jurnal Inovtek Polbeng, Vol. 3.

Imam Solikin. 2017. Penerapan Metode PPDIOO dalam Pengembangan LAN dan WLAN. Teknomatika, Vol.07, No.01, hal 65-73.

Kurnia, Dian. 2020. Analisis Serangan DHCP *Starvation attack* Pada *Router* OS Mikrotik. JURNAL ILMIAH CORE IT Vol. 8 No. 5.

Marinu Waruwu. 2023. Pendekatan Penelitian Pendidikan: Metode Penelitian Kualitatif, Metode Penelitian Kuantitatif dan Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Method). Jurnal Pendidikan Tambusai: Volume 7 Nomor 1, halaman 2896-2910.

Riduwan, A., I. Triyuwono, G. Irianto, dan U. Ludigdo . 2010. Semiotika Laba Akuntansi: Studi Kritikal - Posmodernis Derridean . *Jurnal Akuntansi dan Keuangan Indonesia* 7(1): 38–60.

Saputra, B. R dan Chandra, D. W. (2022). Simulasi Keamanan Jaringan Dengan Metode DHCP Snooping Dan VLAN Mengggunakan CISCO. Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi. Vol 9 No 4.

Sarip, Arief Setyanto. 2019. Filter Paket Berdasarkan Differentiated Services Code Point untuk Pencegahan Serangan DHCP *Starvation*. Jurnal Pekommas, Vol. 4 No. 2, Oktober 2019:137-146.

Tamsir Ariyadi,dkk. 2023. Analisis Serangan DHCP *Starvation attack* Pada *Router* OS Mikrotik. Jurnal Ilmiah Informatika Volume 11 No. 01.

Umasuthan,V. (2016). Protecting the Communications Network at Layer 2. In 2016 IEEE/PES Transmission and Distribution Conference and Exposition.