

PERANCANGAN DAN PENERAPAN STATEFUL FIREWALL PADA ARSITEKTUR DUAL-HOMED HOST

Syahrizal Tri Kurniawan
Informatika
syahrizaltri@gmail.com

Abstrak

Firewall adalah suatu sistem pelindung atau pertahanan dalam suatu sistem jaringan komputer. Adanya sebuah firewall akan jauh lebih aman dari serangan atau ancaman dari luar maupun dalam sistem. Mahalnya sebuah hardware firewall dan sedikitnya fungsi personal firewall menjadi permasalahan untuk diterapkannya sebuah firewall. Oleh sebab itu dibutuhkan firewall yang ekonomis dan handal seperti IPCop. PT Syngenta merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang agrobisnis yang menggunakan teknologi informasi dalam operasionalnya seperti implementasi jaringan komputer dan penggunaan internet. Jika menggunakan jaringan internet dibutuhkan sebuah sarana keamanan jaringan komputer dengan cara menerapkan firewall. IPCop termasuk stateful firewall yang dikembangkan berdasarkan Linux netfilter framework yang dapat diterapkan pada arsitektur dual-homed host. Network Konfigurasi dasar IPCop yaitu red interface sebagai untrusted network dan green interface sebagai trusted network pada sebuah PC. Penelitian ini menerapkan firewall IPCop dan menambahkan add-ons Advanced Proxy dan ULR filter untuk memblokir situs. Pengujian keamanan firewall seperti men-disable paket ICMP, Trasnparent proxy, Port scanning dan intrusion detection system yang telah di lakukan untuk mengetahui tingkat keamanan dari firewall. Dari pengujian tersebut digunakan sebagai acuan untuk admistrator jaringan dalam mengambil tindakan apabila terjadi gangguan pada firewall. Hasil dari penerapan stateful firewall yang pada arsitektur dual-homed host di PT Syngenta dapat berjalan dengan baik.

Kata Kunci: *Stateful firewall, Dual-homed host, IPCop*

PENDAHULUAN

Sistem keamanan jaringan komputer menjadi faktor yang penting dan dibutuhkan pada suatu instansi maupun perorangan yang menggunakan internet sebagai media dalam melakukan suatu transaksi bisnis atau pertukaran informasi didalam sistem jaringan komputer dan faktor keamanan digunakan untuk melindungi aset-aset informasi milik pribadi maupun public (Kurniawan & Surahman, 2021);(Pratiwi et al., 2022);(Sulistiani et al., 2020). Banyak metode yang telah diuji-coba dan digunakan untuk mengamankan suatu jaringan komputer, akan tetapi masih banyak terjadi aktifitas serangan dan eksploitasi terhadap celah keamanan suatu sistem jaringan computer (Rahman Isnain et al., 2021);(Budiman et al., 2021);(Ahluwalia, 2020). Masalah lain adalah kebebasan mengakses internet membuat seseorang tidak dapat mengontrol diri dan lupa akan apa yang harusnya dikerjakan (Oktaviani, 2021);(Amarudin et al., 2014);(Kasih, 2022). Contoh pada sistem jaringan komputer di PT Syngenta memungkinkan setiap client bebas mengakses situs-situs yang seharusnya tidak boleh diakses karena dapat mengganggu

proses bisnis dan kinerja karyawan didalam perusahaan tersebut, dan juga untuk mencegah serangan hacker dan cracker yang dapat mengganggu atau bahkan merusak jaringan yang dimiliki (Riskiono et al., 2018);(Setiawansyah et al., 2020);(Surahman et al., 2021).

Penggunaan personal firewall yang terdapat pada sistem operasi windows atau software aplikasi pihak ketiga, memiliki efek negatif dalam penggunaan resource yang cukup besar dan dapat membebani jalannya sistem operasi (Dita et al., 2021);(Setiawan & Pasha, 2020);(Utami Putri et al., 2022). Selain itu penggunaan firewall yang berupa hardware memiliki harga yang relatif cukup mahal untuk diimplementasikan (Sucipto et al., 2020);(Nugroho et al., 2021);(Fadly et al., 2020). IPCop adalah stateful firewall yang dibangun di atas kerangka netfilter Linux yang diperuntukkan khusus sebagai firewall yang menggunakan hardware PC, Sifatnya yang open source dan mudah untuk dikonfigurasi juga tidak membutuhkan lisensi untuk membelinya (Romalasari & Sobari, 2019);(Jafar Adrian et al., 2022);(Fatori, 2022). Dari segi hardware penggunaan IPCop hanya membutuhkan sebuah PC komputer stand-alone untuk menjadikanya sebuah sistem operasi lengkap dengan administrasi firewall dan tersedianya antarmuka berbasis web yang dapat diakses dan mudah dikonfigurasi melalui remote access (Rosmalasari et al., 2020);(Jasmin et al., 2021);(Isnain et al., 2022).

KAJIAN PUSTAKA

Pengertian Perancangan

Perancangan adalah proses merencanakan, memikirkan, dan mengembangkan rencana atau desain untuk menciptakan sesuatu yang baru atau memperbaiki sesuatu yang sudah ada (Putra et al., 2022);(Suaidah & Sidni, 2018);(Pratama & Surahman, 2020). Perancangan dapat dilakukan di berbagai bidang, seperti desain produk, arsitektur, teknologi, grafis, dan lain sebagainya. Proses ini melibatkan pemikiran yang kreatif dan pemahaman mendalam tentang kebutuhan dan persyaratan dalam bidang yang bersangkutan (Firdaus et al., 2021);(Vidiasari & Darwis, 2020);(Andrian, 2021).

Definisi Penerapan

Penerapan adalah proses mengimplementasikan atau menerapkan suatu konsep, ide, atau rencana menjadi kenyataan. Penerapan dapat dilakukan dalam berbagai bidang, seperti dalam bisnis, teknologi, ilmu pengetahuan, pendidikan, dan lain sebagainya (Oktaviani et al., 2022);(Puspaningrum et al., 2020);(Sulistiani et al., 2022). Di bidang teknologi,

penerapan dapat dilakukan dengan mengembangkan aplikasi atau sistem baru untuk memecahkan masalah tertentu atau meningkatkan kinerja sistem yang ada (Susanto et al., 2022);(Ichsanudin, 2022);(Ahmad et al., 2019). Dari definisi di atas dapat ditarik kesimpulan mengenai arti penerapan pada penelitian ini, yaitu mempraktikkan, memasang, atau memanfaatkan stateful firewall pada arsitektur dual-homed host (Sulistiani et al., 2021);(Puspaningrum & Susanto, 2021);(Setiawansyah et al., 2021);(Mustaqov & Megawaty, 2020).

Firewall

Firewall adalah sebuah sistem atau perangkat yang mengizinkan lalu lintas jaringan yang dianggap aman untuk melaluinya dan mencegah lalu lintas jaringan yang tidak aman (Hendrastuty et al., 2022). Umumnya, sebuah firewall diimplementasikan dalam sebuah mesin terdedikasi, yang berjalan pada pintu gerbang (gateway) antara jaringan lokal dan jaringan lainnya (jaringan eksternal).

Network firewall

Network Firewall didesain untuk melindungi jaringan secara keseluruhan dari berbagai serangan. Umumnya dijumpai dalam dua bentuk, yakni sebuah perangkat terdedikasi atau sebagai sebuah perangkat lunak yang diinstalasikan dalam sebuah server. Network Firewall secara umum memiliki beberapa fitur utama, yakni apa yang dimiliki oleh personal firewall (packet filter firewall dan stateful firewall), Circuit Level Gateway, Application Level Gateway, dan juga NAT firewall. Network firewall umumnya bersifat transparan (tidak terlihat) dari pengguna dan menggunakan teknologi routing untuk menentukan paket mana yang diizinkan dan mana paket yang akan ditolak.

Stateful Firewall

Stateful Firewall merupakan sebuah Firewall yang menggabungkan keunggulan yang ditawarkan oleh packet-filtering Firewall, NAT Firewall, Circuit-Level Firewall dan Proxy Firewall dalam satu sistem. Stateful firewall mengambil keputusan yang lebih cerdas dan terperinci dalam memutuskan apakah suatu koneksi harus diterima atau ditolak. Dalam stateful firewall, koneksi yang dibuat antara jaringan lokal dan jaringan luar dipantau dan dianalisis secara terus-menerus. Stateful firewall akan membuat catatan tentang setiap koneksi yang dibuat, termasuk alamat sumber dan tujuan, port, dan status koneksi. Firewall

kemudian menggunakan informasi ini untuk memeriksa paket-paket data yang melewati firewall dan membuat keputusan berdasarkan koneksi sebelumnya.

Dual-homed Host

Dual-homed Host yaitu komputer yang menggunakan sedikitnya dua unit NIC untuk menghubungkan dua atau lebih segmen jaringan berbeda[20]. Untuk mengimplementasikan tipe arsitektur dual-homed host fungsi routing pada host ini di non-aktifkan, Sistem di dalam firewall dapat berkomunikasi dengan dual-homed host dan sistem di luar firewall dapat berkomunikasi dengan dual-homed host tetapi kedua sistem ini tidak dapat berkomunikasi secara langsung.

IPCop

IPCop adalah suatu distribusi linux yang menyediakan fitur simple to manage firewall appliance berbasis perangkat keras PC. IPCop juga merupakan staful firewall dibuat berdasarkan netfilter Framework. IPCop termasuk stateful firewall yang dikembangkan berdasarkan Linux netfilter framework yang dapat diterapkan pada arsitektur dual-homed host. Network Konfigurasi dasar IPCop yaitu red interface sebagai untrusted network dan green interface sebagai trusted network pada sebuah PC.

METODE

Peralatan penelitian

Peralatan penelitian di bagi menjadi dua bagian yaitu perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) ;

1. Lingkungan Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini meliputi dari komputer router (PC router), komputer client dan perangkat jaringan lainnya sebagaimana berikut ini:

- a) Komputer firewall sekaligus router gateway yang mempunyai spesifikasi Intel Pentium G3240 3.1Ghz, Ram VGen DDR3 2GB , 2 kartu jaringan (Single-lane PCI-Express dan onboard Realtek RTL8139 Family PCI Fast Ethernet NIC), HDD 30GB, CD-ROM
- b) Komputer client, mempunyai spesifikasi minimum Intel Pentium G3240 3.1Ghz , Ram DDR 2GB, VGA On Board, Hardisk 320 GB, 1 kartu jaringan, CD ROM dan monitor 16 inci.

- c) Perangkat Jaringan dan Alat Pendukung seperti kabel UTP, dan alat alat non jaringan seperti kabel listrik.

2. Lingkungan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu perangkat lunak untuk server dan perangkat lunak untuk client :

- a) Perangkat Lunak untuk firewall : Sistem Operasi Linux IPCop 1.4.18, built-in Apache web server, DHCP server, DNS Server, SSH Server, Proxy Server (Squid), Intrusion Detection System (SNORT).
- b) Perangkat Lunak untuk client sekaligus remote host : Sistem Operasi Windows XP, Web Browser Mozilla, Putty, WinSCP, Wirshark, nmap.

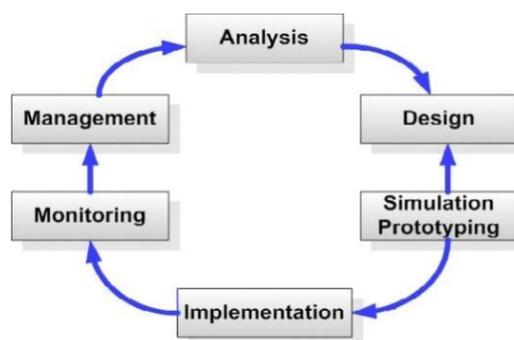
B. Metode Pengumpulan data

Berikut ini adalah metode pengumpulan data yang digunakan oleh penulis:

- a) Studi Lapangan, yaitu observasi yang penulis lakukan dengan terjun langsung ke lapangan untuk mendapatkan informasi terkait dengan penelitian yang dilakukan.
- b) Studi Pustaka. Metode ini dilakukan dengan penelusuran dan pembelajaran melalui media kepustakaan seperti buku, makalah, literature, websites yang berkaitan dengan keamanan jaringan, firewall dan IPCop.
- c) Studi Literatur. Metode ini dilakukan dengan membandingkan penelitian sebelumnya atau penelitian yang sejenis dengan penelitian yang sekarang dilakukan.

C. Metode Pengembangan Sistem

Penulis melakukan pengembangan sistem menggunakan metode NDLC (Network Development Live Cycle) sistem yang terdiri dari fase atau tahapan dapat dilihat pada gambar:



Gambar 1. NDLC

a) Analysis (Analisis)

Analisis itu sendiri penulis bagi menjadi beberapa tahap. Tahap ini meliputi :

1. Identify. Penulis melakukan identifikasi permasalahan yang dihadapi sehingga dibutuhkan proses pengembangan lebih lanjut.
2. Understand. Penulis memahami mekanisme kerja sistem yang telah berjalan pada tempat penelitian sehingga dapat mengetahui bagaimana sistem baru akan dibangun dan dikembangkan.
3. Analyze. Penulis melakukan analisis terhadap sistem yang sedang berjalan, dan memberikan usulan sistem baru yang lebih baik untuk diterapkan. Penulis juga melakukan studi kelayakan dan melihat kebutuhan sistem yang akan dibangun atau dikembangkan.
4. Report. Tahapan ini melakukan aktifitas pembuatan laporan yang berisikan rincian komponen dan elemen yang dibutuhkan dalam penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

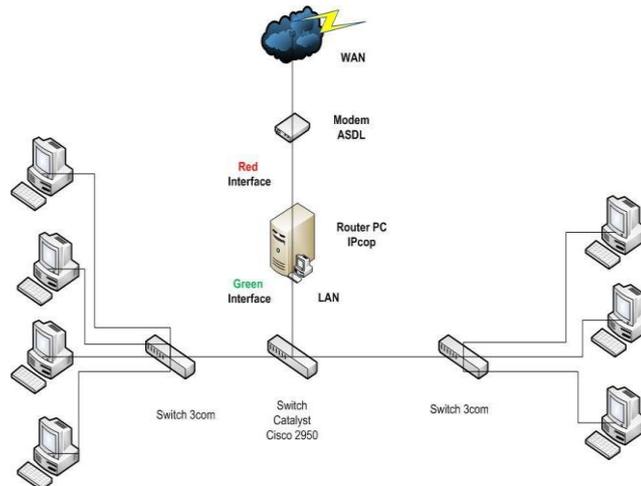
Analysis (Analisis)

Tahap analisis penulis membagi menjadi menjadi empat tahapan, yaitu : *identify* (mengidentifikasi rumusan permasalahan), *understand* (memahami rumusan permasalahan dan memahami bentuk penyelesaian permasalahan), *analyze* (analisis kebutuhan sistem rancangan) dan *report* (pelaporan yang berisispesifikasi dari hasil analisis). Penulis melakukan analisis terhadap kebutuhan sistem *firewall* yang akan diterapkan pada tempat penelitian secara keseluruhan, baik dari perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*)

Design (Perancangan)

1. Perancangan topologi Jaringan

Pada perancangan skema jaringan yang akan diterapkan



Gambar 2. Topologi Yang Di Usulkan

Rincian keterangan dari gambar rancangan topologi jaringan komputer diatas adalah sebagai berikut :

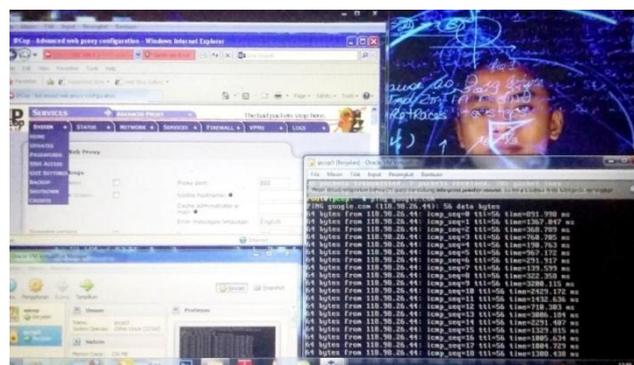
- a. Jenis topologi yang diterapkan adalah *Extended Star (hybrid)*.
- b. Alamat IP yang digunakan menggunakan kelas A (*subnet-mask 255.255.255.0*) untuk *interface Green*, mengikuti pengalamatan yang sudah ada pada struktur jaringan PT Syngenta. Sedangkan untuk *interface Red* menggunakan kelas C, mengikuti modem ADSL yang memiliki IP default kelas C.

2. Perancangan Infrastruktur

Penulis menspesifikasikan seluruh komponen atau elemen yang dibutuhkan untuk membangun sebuah sistem *firewall* serta merancang interkoneksi antar komponen atau elemen sistem.

Simulation Prototyping

Penulis menggunakan *software Oracle Virtual Box 5.0.20*[24]. Untuk memvirtualisasikan sistem yang akan dibangun sebagai prototipe simulasi.



Gambar 3. Hasil dari proses simulasi

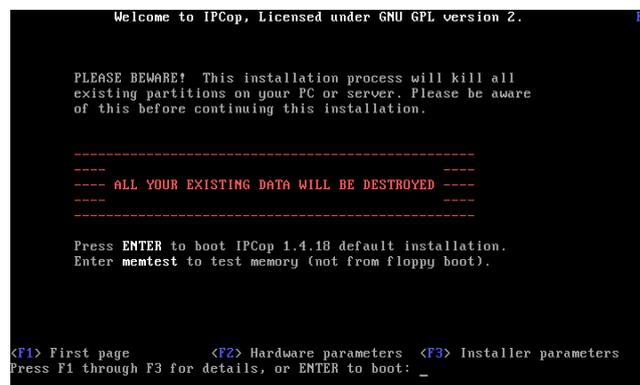
Implementasi

1. Implementasi Topologi jaringan

Topologi yang digunakan dapat dilihat pada tahap perancangan, dimana topologi yang digunakan berjenis *extended star (hybrid)*, dimana *firewall* yang juga berfungsi sebagai *gateway* diletakkan antara jaringan internal (LAN) dan jaringan eksternal (*internet*) dengan menggunakan konsentrator berupa *switch*.

2. Penerapan Sistem Operasi IPCop

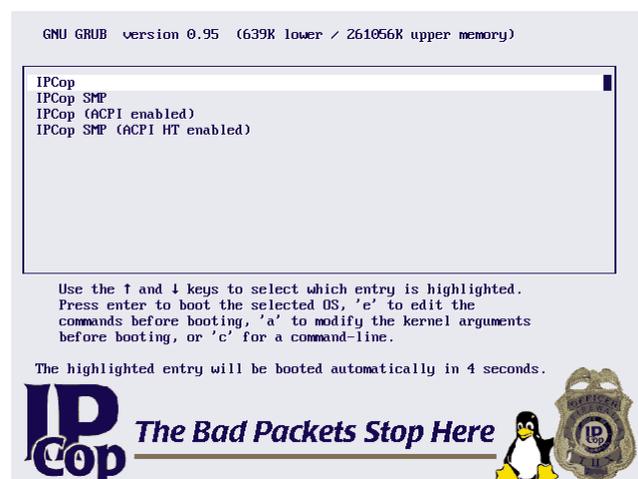
Pada dasarnya, proses instalasi dari IPCop *firewall* sama seperti proses pada instalasi sistem operasi Linux lainnya. Hal tersebut dikarenakan IPCop merupakan sistem operasi Linux yang merupakan turunan dari *Smoothwall* dengan menggunakan *kernel 6*.



Gambar 4. Instalasi Ipcop

3. Konfigurasi Setelah instalasi

Sistem akan melakukan *booting* ulang. Sistem akan menampilkan pilihan *boot loader* yang ada pada mesin *firewall*.

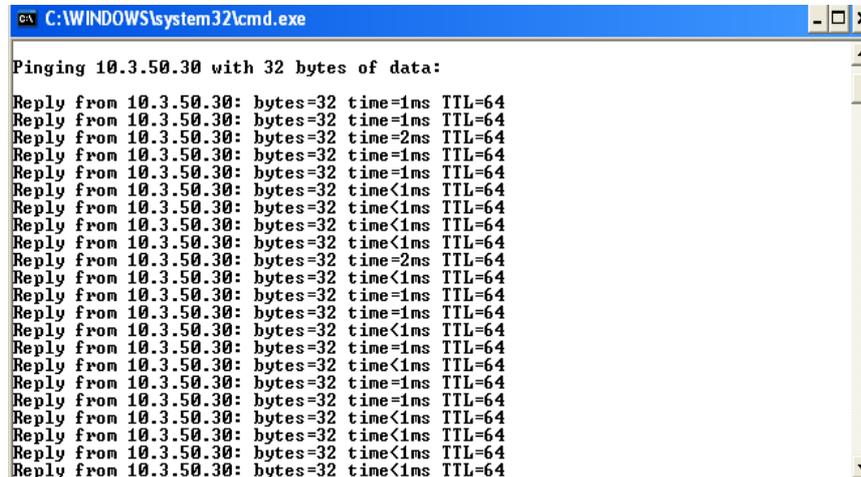


Gambar 5. Tampilan Boot Loader

4. Pengujian Konektivitas

Kita dapat mengetikkan perintah *ping* pada komputer *client* untuk melihat apakah *client* sudah terkoneksi dengan mesin *firewall* sebagai *gateway* pada jaringan.

```
C:\>ping 10.3.50.30 -t
```



Gambar 6. Tampilan *ping* dan *reply*

5. Pengujian akses pada *Web-Interface*

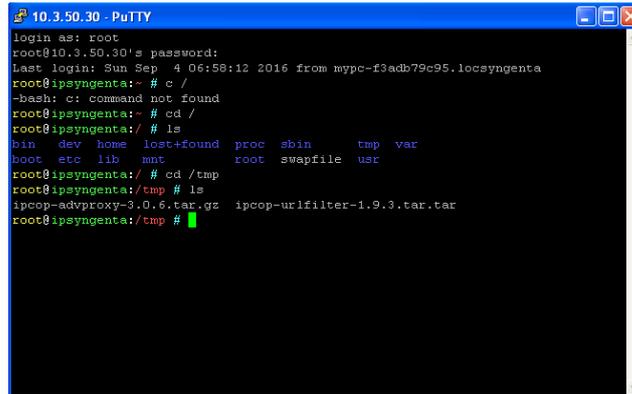
Fitur utama dari IPCop adalah melakukan administrasi *firewall* secara *remote* dari komputer *client* melalui *web-interface*



Gambar 7. Tampilan *Home Web Interface*

6. Instalasi *Add-Ons Adv-Proxy* dan *URL Filter*

PC *Firewall* yang sudah *terinstall* IPCop hanya menampilkan *interface* berbasis *teks* untuk melakukan konfigurasi IPCop secara *low-level*. Selanjutnya kita dapat melakukan akses ke dalam *console* melalui *putty*.



Gambar 10. Instalasi Melalui Putty

7. Konfigurasi Adv-Proxy dan URL Filter

Melakukan konfigurasi *add-ons* yang telah kita *install* ke dalam IPCop, kita dapat melakukannya melalui menu pada *interface web*, pada *dropdown* menu *Services* akan terdapat tambahan menu baru sesuai *add-ons* yang sudah kita *install*, yaitu *Advanced Proxy* dan *URL Filter*.

E. Monitoring (Pengawasan)

Pembangunan sistem mengkategorikan proses pengujian pada tahap pengawasan (*monitoring*). Proses pengujian (*testing*) dibutuhkan untuk menjamin dan memastikan bahwa *system* yang dibangun sudah sesuai memenuhi spesifikasi rancangan dan memenuhi kebutuhan.

1. Monitoring DHCP Server

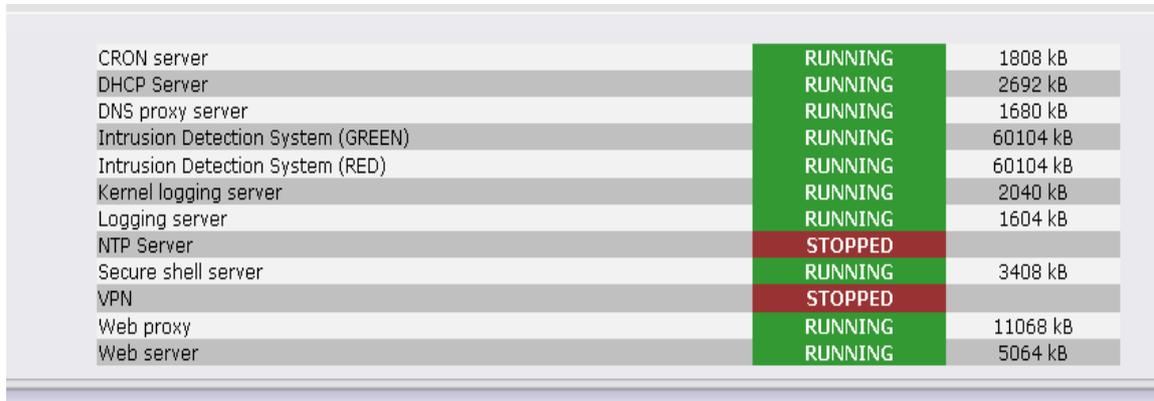
pengaturan pada DHCP *server* pada saat instalasi sistem operasi IPCop dilakukan, pada tahap monitoring kita akan melihat apakah DHCP *server* tersebut sudah bekerja dengan baik dan memberikan alamat IP kepada *user* yang terhubung kedalam jaringan.

	MAC Address	IP Address ▲	Hostname	Lease expires (local time d/m/y)
<input type="checkbox"/>	08:00:27:f2:f7:ce	10.3.50.245	syngentaoffice6	04/09/2016 16:11:47
<input type="checkbox"/>	08:00:27:0e:ca:69	10.3.50.246	syngentaoffice8	04/09/2016 16:22:51
<input type="checkbox"/>	08:00:27:76:cf:bb	10.3.50.247	syngentaoffice5	04/09/2016 16:10:48
<input type="checkbox"/>	08:00:27:17:6b:a0	10.3.50.248	syngentaoffice7	04/09/2016 16:20:48
<input type="checkbox"/>	08:00:27:6a:da:76	10.3.50.249	syngentaoffice-	04/09/2016 16:03:53
<input type="checkbox"/>	08:00:27:c3:a8:cf	10.3.50.250	syngentaoffice3	04/09/2016 16:03:42
<input type="checkbox"/>	08:00:27:81:c1:0c	10.3.50.251	syngentaoffice1	04/09/2016 16:05:02
<input type="checkbox"/>	08:00:27:37:bf:35	10.3.50.252	syngentaoffice2	04/09/2016 16:05:06
<input type="checkbox"/>	08:00:27:e4:74:98	10.3.50.253	mypc-f3adb79c95	04/09/2016 16:23:46
<input type="checkbox"/>	08:00:27:cc:9d:0d	10.3.50.254		04/09/2016-06:47:37

Gambar 11 Monitoring DHCP server

2. Monitoring Status

Pada *web interface* IPCop terdapat menu Status, yang dapat kita gunakan untuk melihat status sistem dan *network monitoring* terhadap beberapa item.



CRON server	RUNNING	1808 kB
DHCP Server	RUNNING	2692 kB
DNS proxy server	RUNNING	1680 kB
Intrusion Detection System (GREEN)	RUNNING	60104 kB
Intrusion Detection System (RED)	RUNNING	60104 kB
Kernel logging server	RUNNING	2040 kB
Logging server	RUNNING	1604 kB
NTP Server	STOPPED	
Secure shell server	RUNNING	3408 kB
VPN	STOPPED	
Web proxy	RUNNING	11068 kB
Web server	RUNNING	5064 kB

Gambar 12. Tampilan service dan server

3. Pengujian Keamanan *Firewall*

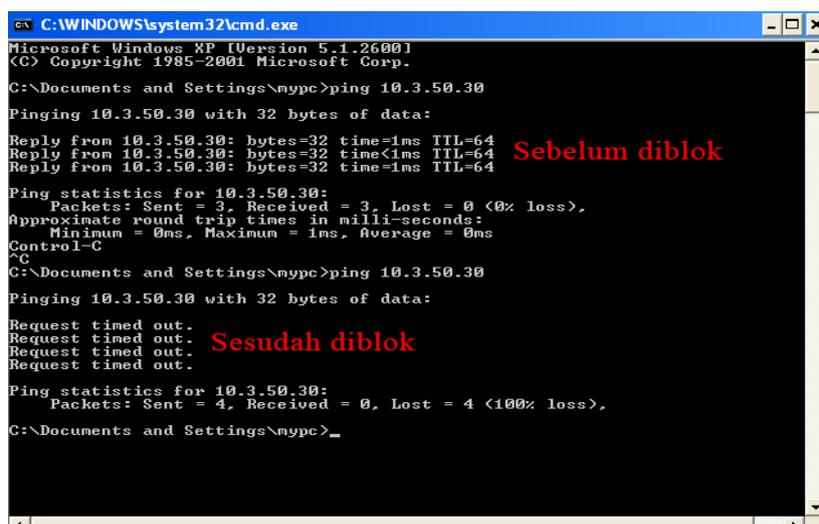
Pengujian dilakukan untuk melihat sejauh mana tingkat keamanan dari *firewall* IPCop tersebut.

a. PING *test* atau pengiriman paket ICMP

pada menu *Firewall Options* didalam *interface web IPCop* dapat men-*disable ping response* pada tiap *interface*, sehingga kita tidak mendapatkan *reply* dari mesin *firewall*.

Cara ini baik dilakukan untuk mencegah

adanya eksploitasi lebih lanjut.



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows XP [Version 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.

C:\Documents and Settings\mypc>ping 10.3.50.30

Pinging 10.3.50.30 with 32 bytes of data:

Reply from 10.3.50.30: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 10.3.50.30: bytes=32 time<1ms TTL=64
Reply from 10.3.50.30: bytes=32 time=1ms TTL=64

Ping statistics for 10.3.50.30:
    Packets: Sent = 3, Received = 3, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms
Control-C
^C
C:\Documents and Settings\mypc>ping 10.3.50.30

Pinging 10.3.50.30 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.

Ping statistics for 10.3.50.30:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),

C:\Documents and Settings\mypc>_
```

Gambar 13. Paket ICMP yang diblok

F. Tahap Management

Tahap ini meliputi aktivitas pengelolaan dan pemeliharaan dari keseluruhan sistem jaringan dan sistem *firewall* yang telah dibangun. Tahap *management* melalui serangkaian proses pengelolaan, pemeliharaan atau perawatan dilakukan untuk sejumlah tujuan.

SIMPULAN

Hasil perancangan dan penerapan firewall pada PT. Syngenta

1. Perancangan dan penerapan *network firewall* berbasis *open source* pada infrastruktur jaringan dapat diterapkan dan mampu untuk melindungi jaringan komputer yang dimiliki dari beberapa tipe ancaman serangan keamanan jaringan komputer.
2. Penggunaan *network firewall* dengan jenis *Stateful firewall* pada arsitektur *dual-homed host* dapat diterapkan dengan distributor IPCop yang menggunakan *hardware PC*.
3. Administrasi melalui *interface web* dapat mempermudah administrator jaringan dalam melakukan monitoring dan memperbaiki keamanan jaringan yang telah diterapkan.
4. Pengujian keamanan *firewall* untuk mengetahui sejauh mana tingkat keamanan *firewall* IPcop yang diterapkan berjalan dengan baik yaitu men-*disable* Paket ICMP untukantisipasi serangan *denial of service*, pengujian *transparent proxy* menggunakan *Advanced Proxy dan Url filter* telah berfungsi pada *firewall* dengan jenis *url* Http dan untuk *url* dengan jenis *Https* belum dapat di *filter* karna pada *Https* menyediakan autentikasi dan komunikasi tersandi, Pengujian *Port Scanning* menghasilkan detail informasi dari skema jaringan yang diterapkan dan dijadikan bahan acuan untuk *maintenance* keamanan *firewall* lebih lanjut. Pengujian *Intrusion Detection System* dapat mendeteksi aktivitas eksploitasi pada jaringan komputer yang diterapkan sehingga membantu administrator jaringan komputer untuk mengambil tindakan apabila terjadi gangguan dalam jaringan komputer baik gangguan internal maupun eksternal.

REFERENSI

- Ahluwalia, L. (2020). EMPOWERMENT LEADERSHIP AND PERFORMANCE: ANTECEDENTS. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 7(1), 283.
[http://www.nostarch.com/javascriptforkids%0Ahttp://www.investopedia.com/terms/i/in_specie.asp%0Ahttp://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/35612/1/Trabajo de Titulacion.pdf%0Ahttps://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/01/GUIA-METODOL](http://www.nostarch.com/javascriptforkids%0Ahttp://www.investopedia.com/terms/i/in_specie.asp%0Ahttp://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/35612/1/Trabajo%20de%20Titulacion.pdf%0Ahttps://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/01/GUIA-METODOL)

- Ahmad, I., Prasetyawan, P., & Sari, T. D. R. (2019). Penerapan Algoritma Rekomendasi Pada Aplikasi Rumah Madu Untuk Perhitungan Akuntansi Sederhana Dan Marketing Digital. *Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian, 1*, 38–45.
- Amarudin, A., Widyawan, W., & Najib, W. (2014). Analisis Keamanan Jaringan Single Sign On (SSO) Dengan Lightweight Directory Access Protocol (LDAP) Menggunakan Metode MITMA. *SEMNASTEKNOMEDIA ONLINE, 2*(1), 1–7.
- Andrian, D. (2021). Penerapan Metode Waterfall Dalam Perancangan Sistem Informasi Pengawasan Proyek Berbasis Web. *Jurnal Informatika Dan Rekayasa Perangkat Lunak (JATIKA), 2*(1), 85–93.
- Budiman, A., Sucipto, A., & Dian, A. R. (2021). Analisis Quality of Service Routing MPLS OSPF Terhadap Gangguan Link Failure. *Techno.Com, 20*(1), 28–37. <https://doi.org/10.33633/tc.v20i1.4038>
- Dita, P. E. S., Al Fahrezi, A., Prasetyawan, P., & Amarudin, A. (2021). Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer, 2*(1), 121–135.
- Fadly, M., Muryana, D. R., & Priandika, A. T. (2020). SISTEM MONITORING PENJUALAN BAHAN BANGUNAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN KEY PERFORMANCE INDICATOR. *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS), 1*(1), 15–20.
- Fatori, M. M. F. (2022). Aplikasi IoT Pada Sistem Kontrol dan Monitoring Tanaman Hidroponik. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Komputer, 2*(02), 350–356. <https://doi.org/10.47709/jpsk.v2i02.1746>
- Firdaus, M. B., Habibie, D. S., Suandi, F., Anam, M. K., & Lathifah, L. (2021). Perancangan Game OTW SARJANA Menggunakan Metode Forward Chaining. *Simkom, 6*(2), 66–74. <https://doi.org/10.51717/simkom.v6i2.56>
- Hendrastuty, N., An'Ars, M. G., Damayanti, D., Samsugi, S., Paradisiaca, M., Hutagalung, S., & Mahendra, A. (2022). Pelatihan Jaringan Komputer (Microtik) Untuk Menambah Keahlian Bagi Siswa Sman 8 Bandar Lampung. *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS), 3*(2), 209. <https://doi.org/10.33365/jsstcs.v3i2.2105>
- Ichsanudin, R. M. A. (2022). Penerapan Metode Drill Untuk Mengetahui Tingkat Keterampilan Servis Panjang Bulutangkis Pada Anggota Club Pb Macan Tunggal. *Journal of Arts and Education, 2*(2), 16–22.
- Isnain, A. R., Prasticha, D. A., & Yasin, I. (2022). Rancang Bangun Sistem Informasi Pembayaran Biaya Pendidikan (Studi Kasus : Smk Pangudi Luhur Lampung Tengah).

Jurnal Ilmiah Sistem Informasi Akuntansi, 2(1), 28–36.
<https://doi.org/10.33365/jimasia.v2i1.1876>

Jafar Adrian, Q., Putri, N. U., Jayadi, A., Sembiring, J. P., Sudana, I. W., Darmawan, O. A., Nugroho, F. A., & Ardiantoro, N. F. (2022). Pengenalan Aplikasi Canva Kepada Siswa/Siswi Smkn 1 Tanjung Sari, Lampung Selatan. *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS)*, 3(2), 187.
<https://doi.org/10.33365/jsstcs.v3i2.2020>

Jasmin, M. J., Ulum, F., & Fadly, M. (2021). Analisis Sistem Informasi Pemasaran Pada Komunitas Barbershops Menggunakan Framework COBIT 5 Domain Deliver Service And Support (DSS). *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi*, 2(3), 66–80.

Kasih, E. N. E. W. (2022). *Alternatif Pengelolaan Pembelajaran Dalam Jaringan : Google Sites*. 3(4), 776–783.

Kurniawan, F., & Surahman, A. (2021). SISTEM KEAMANAN PADA PERLINTASAN KERETA API MENGGUNAKAN SENSOR INFRARED BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 2(1), 7–12.

Mustaqov, M. A., & Megawaty, D. A. (2020). Penerapan Algoritma A-Star Pada Aplikasi Pencarian Lokasi Fotografi Di Bandar Lampung berbasis Android. *Jurnal Teknoinfo*, 14(1), 27–34.

Nugroho, N., Napianto, R., & Adithama, G. (2021). Pengembangan Sistem E-Procurement Pada SMK Yadika Baturaja Dengan Pendekatan Extreme Programming. *Ainet: Jurnal Informatika*, 3(1), 1–10.

Oktaviani, L. (2021). Penerapan Sistem Pembelajaran Dalam Jaringan Berbasis Web Pada Madrasah Aliyah Negeri 1 Pesawaran. *Jurnal WIDYA LAKSMI (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 1(2), 68–75.

Oktaviani, L., Aldino, A. A., Lestari, Y. T., Suaidah, Aldino, A. A., & Lestari, Y. T. (2022). Penerapan Digital Marketing Pada E-Commerce Untuk Meningkatkan Penjualan UMKM Marning. *JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT DAN INOVASI*, 2(1), 337–369.

Pratama, R. R., & Surahman, A. (2020). Perancangan Aplikasi Game Fighting 2 Dimensi Dengan Tema Karakter Nusantara Berbasis Android Menggunakan Construct. *Jurnal Informatika Dan Rekayasa Perangkat Lunak*, 1(2), 234–244.
<https://doi.org/10.33365/jatika.v1i2.619>

Pratiwi, D., Putri, N. U., & Sinia, R. O. (2022). *Peningkatan Penegathuan Smart Home dan Penerapan keamanan Pintu Otomatis*. 3(3).

- Puspaningrum, A. S., & Susanto, E. R. (2021). Penerapan Puspaningrum, A. S., & Susanto, E. R. (2021). Penerapan Dan Pelatihan e-Learning Pada SMA Tunas Mekar Indonesia. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (JPKM) TABIKPUN*, 2(2), 91–100. Dan Pelatihan e-Learning Pada SMA Tunas Mekar Indonesia. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (JPKM) TABIKPUN*, 2(2), 91–100.
- Puspaningrum, A. S., Susanto, E. R., & Sucipto, A. (2020). Penerapan Metode Forward Chaining Untuk Mendiagnosa Penyakit Tanaman Sawi. *INFORMAL: Informatics Journal*, 5(3), 113–120.
- Putra, A. D., Purba, L. M., & Nuralia, N. (2022). Perancangan Sistem Informasi Akuntansi Persediaan Barang Pada Toko Jabat. *Journal of Engineering and Information Technology for Community Service*, 1(1), 1–5. <https://doi.org/10.33365/jeit-cs.v1i1.126>
- Rahman Isnain, A., Pasha, D., & Sintaro, S. (2021). Workshop Digital Marketing “Temukan Teknik Pemasaran Secara Daring.” *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS)*, 2(2), 113–120. <https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/JSSTCS/article/view/1365>
- Riskiono, S. D., Pasha, D., & Trianto, M. (2018). Analisis Kinerja Metode Routing OSPF dan RIP Pada Model Arsitektur Jaringan di SMKN XYZ. *SEMNASTEKNOMEDIA ONLINE*, 6(1), 1.
- Romalasari, A., & Sobari, E. (2019). Produksi Selada (*Lactuca sativa* L.) Menggunakan Sistem Hidroponik Dengan Perbedaan Sumber Nutrisi. *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 3(1), 36–41. <https://doi.org/10.25047/agriprima.v3i1.158>
- Rosmalasari, T. D., Lestari, M. A., Dewantoro, F., & Russel, E. (2020). Pengembangan E-Marketing Sebagai Sistem Informasi Layanan Pelanggan Pada Mega Florist Bandar Lampung. *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS)*, 1(1), 27–32.
- Setiawan, A., & Pasha, D. (2020). Sistem Pengolahan Data Penilaian Berbasis Web Menggunakan Metode Pieces (Studi Kasus: Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Provinsi Lampung). *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi (JTSI)*, 1(1), 97–104. <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/sisteminformasi>
- Setiawansyah, S., Adrian, Q. J., & Devija, R. N. (2021). Penerapan Sistem Informasi Administrasi Perpustakaan Menggunakan Model Desain User Experience. *Jurnal Manajemen Informatika (JAMIKA)*, 11(1), 24–36. <https://doi.org/10.34010/jamika.v11i1.3710>
- Setiawansyah, S., Sulistiani, H., & Saputra, V. H. (2020). Penerapan Codeigniter Dalam

- Pengembangan Sistem Pembelajaran Dalam Jaringan Di SMK 7 Bandar Lampung. *Jurnal CoreIT: Jurnal Hasil Penelitian Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, 6(2), 89–95.
- Suaidah, S., & Sidni, I. (2018). Perancangan Monitoring Prestasi Akademik dan Aktivitas Siswa Menggunakan Pendekatan Key Performance Indicator (Studi Kasus SMA N 1 Kalirejo). *Jurnal Tekno Kompak*, 12(2), 62–67.
- Sucipto, A., Ahdan, S., & Abyasa, A. (2020). Usulan Sistem untuk Peningkatan Produksi Jagung menggunakan Metode Certainty Factor. *Prosiding-Seminar Nasional Teknik Elektro UIN Sunan Gunung Djati Bandung*, 478–488.
- Sulistiani, H., Isnain, A. R., Yasin, I., & ... (2022). Penerapan Dan Pelatihan Perpustakaan Digital Pada Smk N 1 Padang Cermin. *Jurnal WIDYA ...*, 2(2), 82–87. <https://jurnalwidyalaksmi.com/index.php/jwl/article/view/38>
- Sulistiani, H., Rahmanto, Y., Dwi Putra, A., & Bagus Fahrizqi, E. (2020). Penerapan Sistem Pembelajaran Dalam Jaringan Untuk Meningkatkan Kualitas Belajar Dalam Menghasilkan Siswa 4.0. *Journal of Technology and Social for Community Service (JTSCS)*, 2(2), 178–183. <https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/teknoabdimas>
- Sulistiani, H., Yanti, E. E., & Gunawan, R. D. (2021). Penerapan Metode Full Costing pada Sistem Informasi Akuntansi Biaya Produksi (Studi Kasus: Konveksi Serasi Bandar Lampung). *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi Akuntansi*, 1(1), 35–47.
- Surahman, A., Wahyudi, A. D., Putra, A. D., Sintaro, S., & Pangestu, I. (2021). Perbandingan Kualitas 3D Objek Tugu Budaya Saibatin Berdasarkan Posisi Gambar Fotogrametri Jarak Dekat. *InfoTekJar : Jurnal Nasional Informatika Dan Teknologi Jaringan*, 5(2), 65–70.
- Susanto, E. R., Budiman, A., Novita, D., Febriyani, A., & Mahendra, A. (2022). *Penerapan website desa kunjir kecamatan raja basa*. 3(1), 49–54.
- Utami Putri, N., Persada Sembiring, J., Jayadi, A., Jafar Adrian, Q., & Sudana, I. W. (2022). Pelatihan Doorlock Bagi Siswa/Siswi Mas Baitussalam Miftahul Jannah Lampung Tengah. *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS)*, 3(2), 198. <https://doi.org/10.33365/jsstcs.v3i2.2022>
- Vidiasari, A., & Darwis, D. (2020). Perancangan Sistem Informasi Akuntansi Penjualan Kredit Buku Cetak (Studi Kasus: CV Asri Mandiri). *Jurnal Madani: Ilmu Pengetahuan, Teknologi, Dan Humaniora*, 3(1), 13–24.