

Volume 6, No. 1 Juni 2017

p-ISSN: 2503-8822
e-ISSN: 2503-8830

Jurnal Teknik

SETRUM

Journal of Engineering and Technology



Jurusan Teknik Elektro
Universitas Sahas Ageng Tangerang

p-ISSN: 2503-8822



e-ISSN: 2503-8830



Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sahas Ageng Tangerang
Jl. Jend. Sudirman km. 7 Kota Cilegon, Banten
Phone: 0254-797002 ext. 11 Fax: 0254-395440



Teknik Elektro

SETRUM

Sistem – kEndali – Tenaga – elektRonika – telekomUnikasi - koMputer

Indexed by :

DOAJ DIRECTORY OF OPEN ACCESS JOURNALS

EBSCO

SINTA

Google Scholar

indonesia oneSearch

USER

Username

Password

Remember me

Login

HOME

ABOUT

LOGIN

REGISTER

CATEGORIES

SEARCH

CURRENT

ARCHIVES

ANNOUNCEMENTS

PUBLICATION ETHIC

CONTACT

JOURNAL CONTENT

Search

Search Scope

All

Search

Browse

- [By Issue](#)
- [By Author](#)
- [By Title](#)
- [Other Journals](#)
- [Categories](#)

[Home](#) > [About the Journal](#) > [Editorial Team](#)

Editorial Team

Editor in Chief

[Dr. Wahyuni Martiningsih](#), Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia., Indonesia

[Dr. Romi Wiryadinata](#), Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

[Rian Fahrizal](#), Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon

[Masjudin Masjudin](#), Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

[Cakra Adipura Wicaksana](#), University of Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

Reviewer

[Dr. Supriyanto Praptodinoyo](#), (SCOPUS ID: 24802473100 h-Index =2) Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia.

[Dr. Yus Rama Denny](#), (SCOPUS ID: 55262560100 h-Index =3) Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

[Dr. Alimuddin Alimuddin](#), (SCOPUS ID : 57110165400). Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia.

ISSN: 2503-068X



Teknik Elektro

SETRUM

Sistem – kEndali – Tenaga – elektRonika – telekomUnikasi - koMputer

Indexed by :

DOAJ DIRECTORY OF OPEN ACCESS JOURNALS

EBSCO

sinta

Google Scholar

indonesia oneSearch

USER

Username Password Remember me

JOURNAL CONTENT

Search

Search Scope

All

Browse

- [By Issue](#)
- [By Author](#)
- [By Title](#)
- [Other Journals](#)
- [Categories](#)

[HOME](#)
[ABOUT](#)
[LOGIN](#)
[REGISTER](#)
[CATEGORIES](#)
[SEARCH](#)

[CURRENT](#)
[ARCHIVES](#)
[ANNOUNCEMENTS](#)
[PUBLICATION ETHIC](#)

[CONTACT](#)

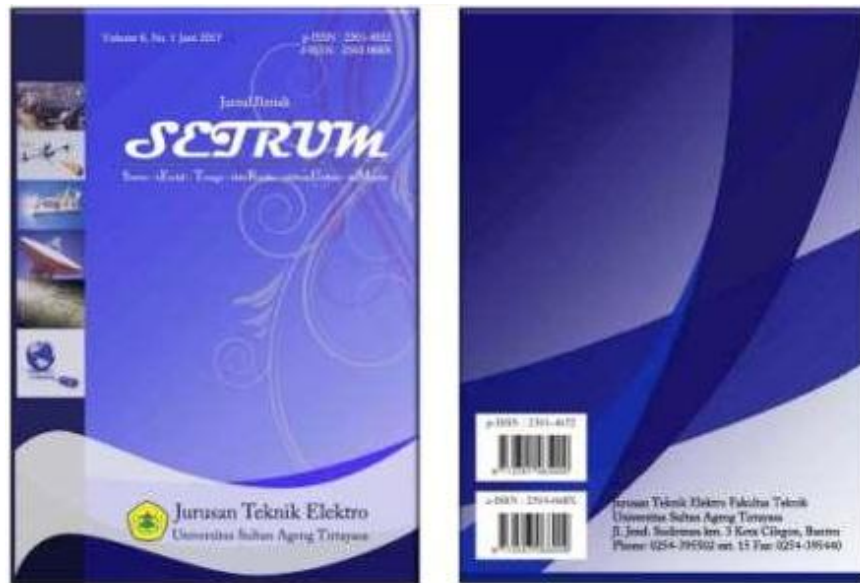
[Home](#) > [Vol 10, No 2 \(2021\)](#)

Setrum : Sistem Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer

SETRUM : Sistem Kendali Tenaga Elektronika

Telekomunikasi Komputer merupakan jurnal yang diterbitkan oleh Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa (UNTIRTA) sejak 2012 menggunakan sistem Open Journal System (OJS) dengan template [disini](#). SETRUM memiliki p-ISSN : 2301-4652 (cetak) dan e-ISSN : 2503-068X (online). SETRUM mempublikasikan naskah ilmiah yang memiliki *state of the art* dari bidang teknik elektro, khususnya bidang:

- 1) Sistem Tenaga Listrik
- 2) Sistem Kendali
- 3) Elektronika dan Instrumentasi
- 4) Telekomunikasi
- 5) Komputer



Template penulisan dapat di unduh [disini](#). SETRUM adalah jurnal Open Akses dengan pelibatan mitra bestari. SETRUM terbit setiap **bulan Juni** dan **bulan Desember**. SETRUM telah terindex oleh [SINTA](#), [DOAJ](#), [Google Scholar](#), [EBSCO](#), [SINTA](#), [BASE](#), [IPI](#), [Indonesia One Search](#), Scholarsteer, and Universal Impact Factor.



http://



Announcements

Call for Paper Jurnal Ilmiah Setrum

Yang terhormat,

Dosen, Peneliti, dan Ahli,

Dengan sukacita kami mengundang Anda mengirimkan karya ilmiah untuk SETRUM (p-ISSN: 2301-4652 dan e-ISSN : 2503-068X), terbitan berkala dua kali setahun melalui proses peer review nasional. Jurnal ini diterbitkan oleh [Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa](#). Tujuan Jurnal ini adalah untuk mempublikasikan artikel berkualitas yang didedikasikan bagi pengembangan termutakhir di bidang Teknik Elektro dengan lingkup keahlian sistem kendali, sistem tenaga listrik, elektronika dan instrumentasi, telekomunikasi, dan komputer.

SETRUM telah terindex oleh Sinta, DOAJ, Google Scholar, SINTA, BASE, IPI, Indonesia One Search, Scholarsteer, and Universal Impact Factor

Terbit Juni (deadline submit 30 April) dan **Terbit Desember** (deadline submit 31 Oktober). Silakan unduh **template artikel** ([Microsoft Word .doc](#)).

Penulis diharapkan cermat dalam menyiapkan manuskrip sesuai dengan format serta persyaratan lainnya demi menghindari pekerjaan ulang atas manuskrip setelah proses review.

Pengiriman online dengan [login](#) (apabila sudah memiliki username/password) atau [register](#) (jika belum memiliki username/password). Registrasi dan login diperlukan untuk pengiriman online serta mengecek status pengiriman terkini.

Terima kasih atas perhatian dan partisipasi Anda.

Editor SETRUM

<http://>

<http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jis>

[More...](#)

Posted: 2020-06-01

[More Announcements...](#)

Vol 10, No 2 (2021): Edisi Desember 2021

Table of Contents

Articles

[Implementasi Histogram Warna RGB dan Fuzzy C-Means untuk Prediksi Kebutuhan Pupuk Nitrogen Tanaman Padi](#) [PDF](#)
(INDONESIAN)

Yudha Dicky Pradana, Danang Erwanto, Tri Handayani

[Pemodelan Pemulihan Sistem 500 Kv Saat Terjadi Blackout Dengan Simulasi Digsilent](#) [PDF](#)
(INDONESIAN)

Samsurizal Samsurizal, Andi Makkulau

[Pengenalan Pola Vektor Tanda Tangan Citra Digital Menggunakan Metode Pembagian Wilayah dan Learning Vector Quantization \(LVQ\)](#) [PDF](#)
(INDONESIAN)

Cakra Adipura Wicaksana, Dina Estining Tyas Lufianawati

[Klasifikasi Gender dan Usia Berdasarkan Citra Wajah Manusia Menggunakan Convolutional Neural Network](#) [PDF](#)
(INDONESIAN)

Ri Munarto, Ardian Darma

[Pengaruh Vertical Handover pada Kinerja Video Teleconference dalam Jaringan Mobile IPv6](#) [PDF](#)
(INDONESIAN)

Supriyanto Praptodiyono

[Efektivitas Penggantian Ukuran Luas Penampang Kabel pada Gardu KJ 233 PT. PLN UP3 Kebon Jeruk untuk Perbaikan Tegangan Jatuh](#) [PDF](#)
(INDONESIAN)

Agusutrisno Agusutrisno, W. Prabowo, B. A.

Sukarno, A. Shulhan, Dina Estining Tyas

http://

[Implementasi Algoritma SHA-3 Dan AES Sebagai Sistem Keamanan Pada Proses Pensinyalan Mobile](#) [PDF](#)
(INDONESIAN)

[IPv6](#)

Supriyanto Praptodiyono, Muhammad Akbar
Sidiq, Fadil Muhammad

[Pemulihan Voltage Sag Menggunakan Dynamic Voltage Restorer Pada Sistem Distribusi Dengan Metode Artificial Neural Network](#)

[PDF](#)
[\(INDONESIAN\)](#)

Fadil Muhammad, Rezha Andriyanto, Anggoro
Suryo Pramudyo

[Sistem Kontrol Dynamic Voltage Restorer Menggunakan Fuzzy Logic Controller Untuk Pemulihan Voltage Sag Di Pt Dian Swastika Sentosa Serang Power Plant](#)

[PDF](#)
[\(INDONESIAN\)](#)

Ceri Ahendyarti, Wahyuni Martiningsih, Reza
Hariansyah

[PEMANFAATAN SOLAR CELL UNTUK PENGGUNAAN HIDROPONIK \(DEEP FLOW TECHNIQUE\) MENGGUNAKAN LED STRIP SEBAGAI PENCAHAYAAN TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN KANGKUNG](#)

[PDF](#)
[\(INDONESIAN\)](#)

Wahyuni Martiningsih, Romi Wiryadinata, Tb
Muhammad Firas

[Optimasi Under Frequency Load Shedding Menggunakan Metode PSO Algorithm Pada Sistem Distribusi PT. Dian Swastatika Sentosa Serang Power Plant](#)

[PDF](#)
[\(INDONESIAN\)](#)

Masjudin Masjudin, Siti Hajar Juliatiza, Cakra
Adipura Wicaksana

ISSN: 2503-068X

Jurnal Ilmiah Setrum

Implementasi Algoritma SHA-3 Dan AES Sebagai Sistem Keamanan Pada Proses Pensinyalan Mobile IPv6

Supriyanto Praptodiyono¹, Muhammad Akbar Sidiq¹, Fadil Muhammad¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon, Banten.

Informasi Artikel

Naskah Diterima : 15 November 2021

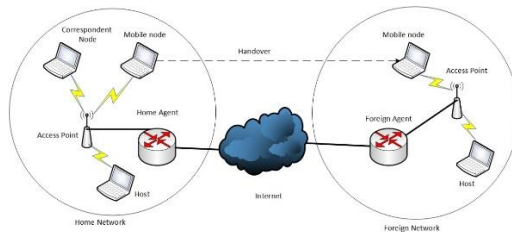
Direvisi : 17 November 2021

Disetujui : 17 November 2021

doi: 10.36055/setrum.v10i2.13075

*Korespondensi Penulis : fadil.muhammad@untirta.ac.id

Graphical abstract



Abstract

Based on statistical data, accessing the internet via mobile devices is one of the most popular where half of the world's web traffic uses a mobile account. Mobile IP technology can be used as a protocol to maintain connectivity even if the device changes connection channels from the network that is connected to the new network. However communication on MIPv6 (Mobile IPv6) is at risk of attack. The method to prevent attacks on the MIPv6 signaling process can use IPsec with the tunnel method using the ESP (Encapsulating Security Payload) protocol that supports encryption and authentication. The 3-DES encryption algorithm and the SHA-1 authentication algorithm are the most commonly used today. The 3-DES and SHA-1 algorithms are considered to have security holes, so an updated algorithm is needed. This study uses AES and SHA-3 as algorithms implemented in IPsec which is an update of 3-DES and SHA-1. Based on the research conducted, SHA-3 did not find any security holes of collision attack. AES also has a higher level of security compared to 3-DES against brute-force attacks with respectively an estimated cracking computation time is 2.7×10^{25} years and 6.2×10^{21} years.

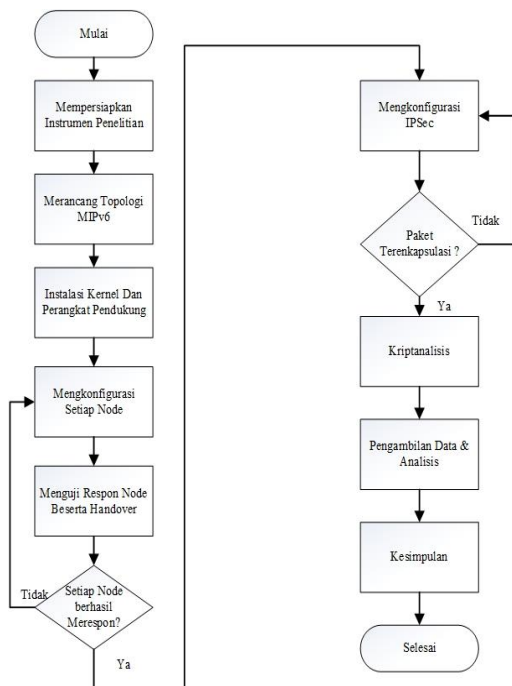
Keywords: MIPv6, IPsec, AES, SHA-3, 3-DES, SHA-1

Abstrak

Berdasarkan data statistik, mengakses internet melalui perangkat mobile merupakan salah satu yang paling populer dimana setengah dari lalu lintas web di seluruh dunia menggunakan akun mobile. Teknologi Mobile IP dapat digunakan sebagai protokol untuk dapat menjaga konektivitas walaupun perangkat berpindah saluran koneksi dari jaringan yang terhubung ke jaringan yang baru. Namun komunikasi pada MIPv6 (Mobile IPv6) beresiko terhadap serangan. Metode untuk mencegah serangan pada proses pensinyalan MIPv6 dapat menggunakan IPsec dengan metode tunnel menggunakan protokol ESP (Encapsulating Security Payload) yang telah mendukung enkripsi dan autentikasi. Algoritma enkripsi 3-DES dan algoritma autentikasi SHA-1 merupakan yang paling umum digunakan hingga saat ini. Algoritma 3-DES dan SHA-1 dianggap telah memiliki celah keamanan sehingga diperlukan suatu algoritma pembaharuan. Penelitian ini menggunakan AES dan SHA-3 sebagai algoritma yang diimplementasikan pada IPsec yang merupakan pembaharuan dari 3-DES dan SHA-1. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, SHA-3 tidak ditemukan celah keamanan collision attack. AES juga mempunyai tingkat keamanan yang lebih unggul dibandingkan dengan 3-DES terhadap brute-force attack dengan masing-masing estimasi waktu komputasi cracking sebesar 2.7×10^{25} tahun dan 6.2×10^{21} tahun.

Kata Kunci: MIPv6, IPsec, AES, SHA-3, 3-DES, SHA-1

© 2021 Penerbit Jurusan Teknik Elektro UNTIRTA Press. All rights reserved



1. PENDAHULUAN

Pengguna internet memiliki perkembangan yang cukup pesat dalam beberapa tahun terakhir. Statistik dunia internet [1] menunjukkan bahwa pertumbuhan pengguna internet dari tahun 2000 sampai

akhir tahun 2020 mencapai 1,300 %. Jumlah pengguna internet pada bulan Desember 2020 diestimasikan mencapai 5,053,911,722 pengguna dari jumlah seluruh penduduk dunia yang diestimasikan berjumlah 7,875,765,584 orang. Jumlah pengguna internet tersebut adalah sekitar 64.2 % dari populasi dunia. Pesatnya pertumbuhan pengguna internet selama beberapa tahun tersebut menyebabkan masalah terkait ketersediaan masalah alamat IP (*Internet Protocol*) [2]. Standar alamat IP yang sebelumnya adalah IPv4 (*Internet Protocol Version 4*) dikembangkan lagi oleh IETF (*Internet Engineering Task Force*) untuk menyelesaikan masalah terkait ketersediaan alamat IP dengan menambahkan beberapa fitur baru, standar tersebut kemudian diberi nama IPv6 (*Internet Protocol Version 6*) [3].

Terdapat beberapa cara agar seseorang dapat mengakses internet, yaitu melalui perangkat desktop atau melalui perangkat *mobile*. Mengakses internet melalui perangkat *mobile* merupakan salah satu yang paling populer digunakan dalam beberapa tahun terakhir. Berdasarkan data statistik [4], sekitar setengah dari lalu lintas web di seluruh dunia menggunakan akun *mobile*. Perangkat *mobile* menyumbang sekitar 51,53 % lalu lintas web secara global pada kuartal kedua di tahun 2020, data tersebut belum termasuk penggunaan tablet. Riset yang dilakukan oleh perusahaan internet bernama SimilarWeb juga menunjukkan bahwa lalu lintas web yang berasal dari perangkat *mobile* meningkat 30,6 % sejak tahun 2017 hingga 2019 [5]. Lalu lintas web dari perangkat desktop justru mengalami penurunan sekitar 3,3 % untuk periode yang sama. Adapun alasan dari meningkatnya penggunaan perangkat *mobile* adalah karena mempunyai sifat yang fleksibel yaitu dapat mengakses internet dimana saja dan kapan saja [6]. Perangkat *mobile* ketika berpindah konektivitas dari satu titik ke titik yang lain dapat kehilangan koneksi untuk sementara waktu sehingga tidak dapat mengirim atau menerima paket [7]. Oleh karena itu, *mobile* IP digunakan sebagai protokol untuk dapat menjaga konektivitas walaupun berpindah saluran koneksi dari jaringan yang terhubung ke jaringan yang baru.

Komunikasi pada jaringan nirkabel termasuk pada MIPv6 (*Mobile IPv6*) beresiko terhadap serangan. Metode untuk mencegah serangan pada proses pensinyalan MIPv6 dapat menggunakan IPsec dengan metode *tunnel* menggunakan protokol ESP (*Encapsulating Security Payload*) yang telah mendukung enkripsi dan autentikasi [8]. IPsec menerapkan teknik kriptografi untuk menjamin keamanan dalam komunikasi melalui jaringan komputer. Adapun pengkajian tentang bagaimana memecahkan mekanisme pada kriptografi disebut dengan kriptanalisis [9]. Salah satu serangan yang dapat dilakukan pada kriptanalisis adalah *bruce force attack* yang digunakan untuk memecahkan cipher dengan menggunakan semua kunci yang mungkin hingga menemukan satu kunci yang benar [10]. Kriptanalisis pada algoritma autentikasi umumnya dilakukan dengan mencoba menemukan dua buah pesan dengan masukan berbeda namun memiliki nilai *hash* yang sama, hal tersebut disebut dengan *collision attack*. Terdapat beberapa metode enkripsi dan autentikasi yang dapat digunakan dimana 3-DES (*Triple Data Encryption Standard*) dan SHA-1 (*Secure Hash Algorithm 1*) merupakan yang paling umum digunakan hingga saat ini [9][10]. Algoritma 3-DES dan SHA-1 dianggap telah memiliki celah keamanan sehingga NIST mengeluarkan algoritma pembaharuan berupa AES (*Advanced Encryption Standard*) dan SHA-3 (*Secure Hash Algorithm 3*).

Beberapa penelitian terkait implementasi algoritma AES dan SHA-3 pada jaringan MIPv6 telah dilakukan diantaranya adalah pada [11]. Namun, penelitian pada [11] hanya membahas bagaimana performa jaringan MIPv6 ketika menggunakan metode enkripsi AES dan tidak dilakukan pengujian terhadap serangan untuk mengetahui tingkat keamanan sistem yang telah dibuat. Penelitian yang dilakukan pada [12] telah dilakukan pengujian untuk mengetahui keamanan pada jaringan MIPv6. Namun, penelitian [12] hanya membahas bagaimana pengaruh SHA-3 sebagai algoritma autentikasi dan tidak dilakukan penelitian terkait algoritma enkripsi yang digunakan. Oleh karena itu, penelitian ini menggabungkan metode autentikasi dan enkripsi dengan mengimplementasikan algoritma SHA-3 dan AES untuk mengetahui keefektifannya terhadap keamanan jaringan MIPv6.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

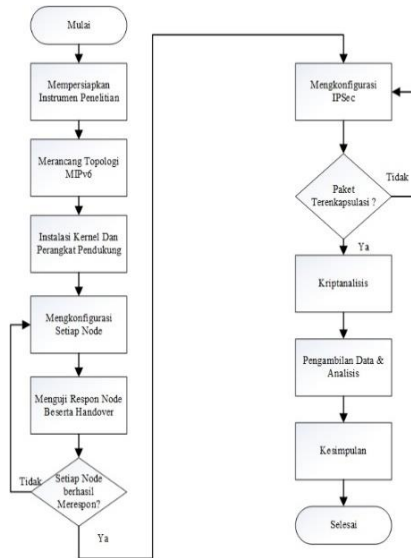
Proses penelitian terbagi menjadi beberapa tahap yang dilakukan berdasarkan urutan dalam melakukan penelitian:

- a) Identifikasi masalah yaitu dengan merumuskan latar belakang hingga tujuan dalam penelitian ini.

- b) Studi literatur, yaitu mengumpulkan data-data dari buku referensi dan jurnal-jurnal sesuai dengan topik penelitian yang dilakukan yaitu tentang MIPv6, IPSec, kriptografi dan algoritma yang akan digunakan
- c) Perancangan dan pengujian, yaitu dengan merancang jaringan MIPv6 serta melakukan pengujian ping antar node dan proses handover. Selain itu dilakukan juga pengujian *brute-force attack* untuk algoritma enkripsi dan pengujian *collision attack* untuk algoritma autentikasi yang digunakan.

2.2 Diagram Alir Penelitian

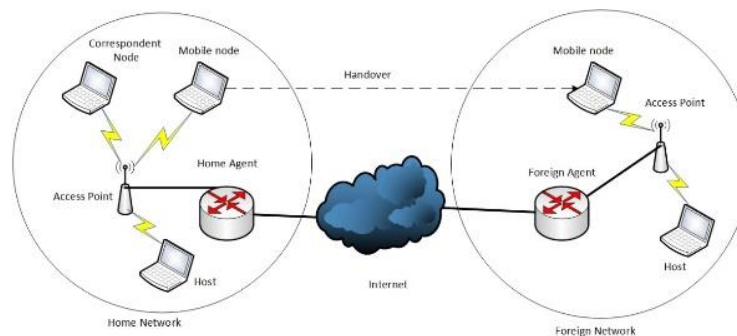
Secara sederhana proses penelitian terkait implementasi algoritma SHA-3 dan AES sebagai sistem keamanan pada proses pensinyalan mobile IPv6 dapat dijelaskan melalui diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.3 Perancangan Penelitian

Perancangan jaringan MIPv6 pada penelitian menggunakan beberapa perangkat PC, *access point* dan beberapa perangkat pendukung lainnya sebagai *node* untuk membangun topologi yang akan dibuat. Bentuk dari topologi jaringan *mobile IPv6* adalah pada penelitian ini adalah seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Topologi Jaringan MIPv6

Gambar 2 menunjukkan bahwa topologi jaringan MIPv6 yang dibangun pada penelitian ini menggunakan dua jaringan yang berbeda yaitu *home network* dan *foreign network*. *Home network* pada topologi jaringan yang dibangun terdapat beberapa komponen didalamnya yaitu 1 buah *home agent*, 1 buah *access point*, 1 buah *correspondent node*, 1 perangkat *host* lain, dan 1 buah *mobile node* yang

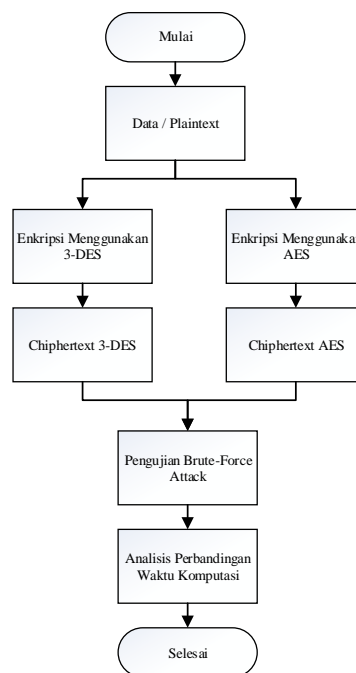
mana *mobile node* tersebut akan melakukan mobilitas atau *handover* kedalam *foreign network*. Komponen yang terdapat pada *foreign network* adalah 1 buah *home agent*, 1 buah *access point*, dan 1 perangkat *host* lain. Kedua jaringan tersebut terhubung dalam *subnetting* dan konfigurasi MIPv6.

Setiap *node* yang telah dirancang sedemikian rupa menjadi sebuah topologi jaringan kemudian dikonfigurasi pada masing-masing *node* tersebut agar dapat saling terhubung dan berkomunikasi berdasarkan prinsip MIPv6. Selain itu dilakukan konfigurasi IPsec untuk mengamankan pesan pada proses pensinyalan MIPv6. IPsec yang telah dikonfigurasi selanjutnya dilakukan pengecekan terhadap pesan BU dan BA yang telah berhasil terkirim apakah sudah berhasil terenkapsulasi oleh IPsec. Pengecekan dapat dilakukan melalui tampilan *interface* wireshark bahwa pesan BU dan BA telah teridentifikasi sebagai ESP.

Pengujian yang dilakukan selanjutnya adalah mengukur tingkat keamanan algoritma yang digunakan. AES dan SHA-3 yang diimplementasikan pada penelitian ini dibandingkan dengan algoritma sebelumnya yaitu 3-DES dan SHA-1. Pengujian tingkat keamanan algoritma dijelaskan pada subbab berikut.

2.3.1 Pengujian *Brute-Force Attack*

Brute-Force merupakan suatu metode yang digunakan untuk memecahkan *chiphertext*. *Brute-force* dapat dikatakan sebagai usaha untuk mendekripsi suatu teks yang telah terenkripsi sebelumnya dengan mencoba semua kemungkinan kunci yang ada. Pengujian *brute-force attack* pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa lama waktu komputasi yang dibutuhkan untuk mendekripsikan suatu pesan yang telah terenkripsi. Pengujian *brute-force attack* pada penelitian ini adalah seperti pada Gambar 3.

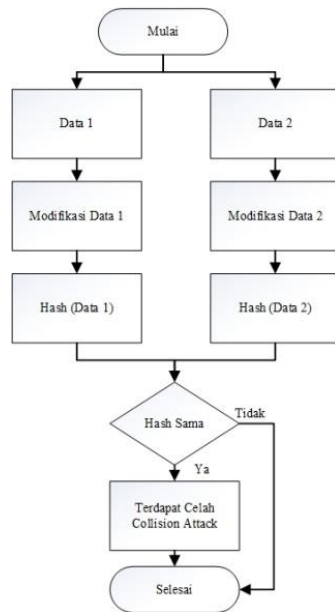


Gambar 3 Pengujian *Brute-Force Attack*

Gambar 3. memperlihatkan pengujian *brute-force attack* yang dilakukan pada penelitian ini. Pengujian dilakukan dengan membandingkan waktu komputasi antara dua algoritma yaitu 3-DES dan AES. Pengujian dilakukan menggunakan bantuan perangkat lunak cryptool.

2.3.2 Pengujian *Collision-Attack*

Collision Attack merupakan celah keamanan yang terdapat pada suatu fungsi *hash* dimana dengan masukan data yang berbeda akan menghasilkan *hash* yang sama. Data dengan masukan yang berbeda idealnya akan menghasilkan nilai *hash* yang juga berbeda. Pengujian *collision attack* pada penelitian ini adalah seperti pada Gambar 4.



Gambar 1 Pengujian Collision Attack

Gambar 4 memperlihatkan bahwa pengujian dilakukan dengan mempersiapkan dua buah data dengan masukan yang berbeda. Dua buah data tersebut kemudian dimodifikasi menggunakan sha1-collider. Output dari kedua data tersebut kemudian di hash function menggunakan SHA-1 dan SHA-3. Kedua data apabila mempunyai nilai hash yang sama maka dapat dikatakan mempunyai celah keamanan collision attack.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi SHA-3 Dan AES Pada Pensinyalan MIPv6

Proses pensinyalan MIPv6 yang dilakukan pada penelitian ini telah diimplementasikan oleh IPSec dengan AES sebagai algoritma enkripsi dan SHA-3 sebagai algoritma autentikasinya. Proses pensinyalan pada penelitian ini menggunakan pesan BU (binding update) dan pesan BA (binding acknowledgement). MN ketika melakukan proses handover kedalam foreign link maka akan mendapatkan CoA. MN perlu memberitahukan CoA tersebut kepada HA melalui pesan BU agar komunikasi yang berasal dari maupun ke MN dapat diatur. HA kemudian melakukan pesan balasan berupa BA untuk mengkonfirmasi bahwa HA telah menerima pesan BU dari MN. Pensinyalan MIPv6 sebelum dan sesudah diimplementasikan IPSec akan terlihat perbedaannya seperti pada Gambar berikut.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1622	271.399650414	2001:db8:ffff:100a::3	2001:db8:ffff:100a::2	MIPv6	164	Binding Update
1674	279.694431108	2001:db8:ffff:100a::2	2001:db8:ffff:100a::3	MIPv6	124	Binding Acknowledgement

> Frame 1622: 164 bytes on wire (1312 bits), 164 bytes captured (1312 bits) on interface any, id 0
 > Linux cooked capture v1
 > Internet Protocol Version 6, Src: 2001:db8:ffff:100c:523e:aaff:fe9d:68bd, Dst: 2001:db8:ffff:100a::2

Gambar 5 Pensinyalan Sebelum Implementasi IPSec

Gambar 5 memperlihatkan tampilan trafik jaringan yang sedang digunakan melalui perangkat lunak wireshark. Tampilan wireshark memperlihatkan beberapa kolom informasi mengenai trafik yang berhasil ditangkap. Kolom tersebut antara lain memuat informasi yang beberapa diantaranya adalah IP address dari perangkat source dan destination, serta jenis protokol yang sedang digunakan. Gambar 5 menunjukkan bahwa IPSec belum diimplementasikan, protokol yang terbaca pada tampilan wireshark adalah MIPv6. Protokol tersebut akan berubah menjadi ESP ketika IPSec telah diimplementasikan seperti pada gambar 6 berikut.



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1622	271.399650414	2001:db8:ffff:100a::3	2001:db8:ffff:100a::2	ESP	164	ESP (SPI=0x01e7d19a)
1674	279.694431108	2001:db8:ffff:100a::2	2001:db8:ffff:100a::3	ESP	124	ESP (SPI=0x0793892d)

> Frame 1622: 164 bytes on wire (1312 bits), 164 bytes captured (1312 bits) on interface any, id 0
 > Linux cooked capture v1
 > Internet Protocol Version 6, Src: 2001:db8:ffff:100c:523e:aaff:fe9d:68bd, Dst: 2001:db8:ffff:100a::2
 > Encapsulating Security Payload
 ESP SPI: 0x01e7d19a (31969690)
 ESP Sequence: 5

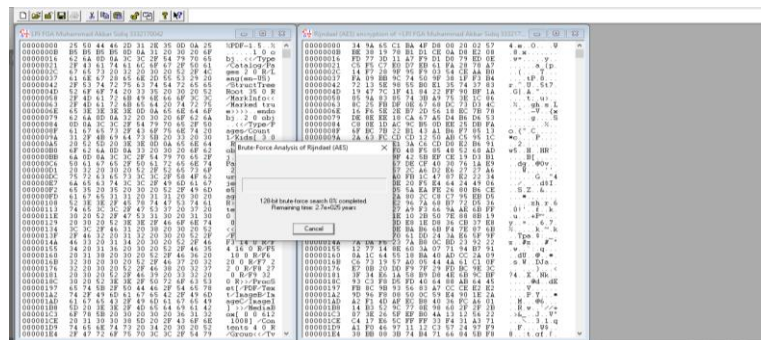
Gambar 6 Pensinyalan Setelah Implementasi IPsec

Gambar 6 menunjukkan bahwa proses pensinyalan telah berhasil terenkapsulasi oleh IPsec dimana protokol yang digunakan adalah ESP. Informasi yang terdapat pada pesan pensinyalan tidak dapat diketahui karena telah terenkapsulasi oleh ESP header.

3.2 Pengujian Brute-Force Attack

Penetrasi serangan yang dapat dilakukan pada kriptanalisis sangat beragam. Salah satu serangan yang dapat dilakukan pada kriptanalisis adalah *bruce force attack*. Penetrasi serangan pada *brute-force attack* bertujuan untuk memecahkan *cipher* dengan menggunakan semua kunci yang mungkin hingga menemukan satu kunci yang benar. Misalkan terdapat algoritma enkripsi dengan kunci yang digunakan sebesar 128 bit, maka akan dicoba semua kunci yang mungkin yaitu sebanyak 2^{128} kali hingga mendapatkan kunci yang tepat.

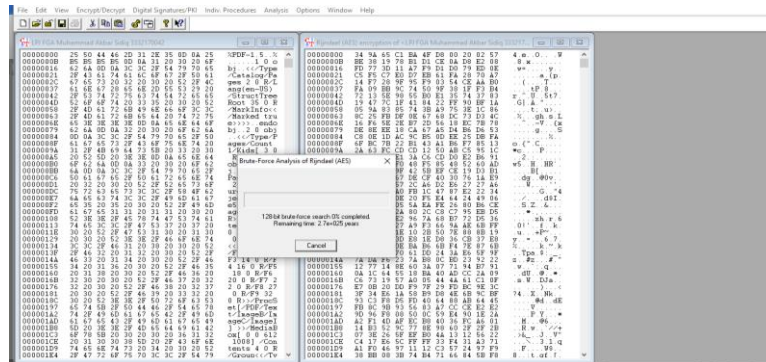
Pengujian *brute-force attack* pada penelitian ini menggunakan bantuan aplikasi *cryptool*. Proses kriptanalisis menggunakan penetrasi serangan *brute force* pada penelitian ini adalah dengan membandingkan dua algoritma enkripsi yang berbeda yaitu AES dan 3-DES. Pengujian dengan serangan *brute-force* dilakukan terhadap file berekstensi .pdf yang telah disiapkan sebelumnya dengan ukuran file sebesar 492 kb. File tersebut dienkripsi terlebih dahulu menggunakan algoritma AES dan 3-DES. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian serangan *brute-force* pada algoritma AES seperti pada gambar 7 berikut.



Gambar 7 Proses Komputasi Untuk Cracking AES.

Gambar 7 memperlihatkan proses komputasi untuk melakukan *cracking* pada berkas yang telah dienkripsi algoritma AES. Penyerang diasumsikan tidak mengetahui keseluruhan nilai kunci yang digunakan. Gambar 7 menunjukkan bahwa untuk melakukan *cracking* pada berkas yang telah dienkripsi algoritma AES diperlukan waktu komputasi dengan estimasi 2.7×10^{25} years atau sekitar 2.7×10^{25} tahun. Percobaan berikutnya yaitu melakukan serangan *brute-force* dengan algoritma yang berbeda. Algoritma yang dipilih yaitu 3-DES yang merupakan algoritma pendahulu dari AES, selain itu 3-DES merupakan salah satu algoritma yang paling banyak digunakan hingga saat ini. Gambar 8 berikut merupakan proses komputasi untuk *cracking* berkas yang telah dienkripsi oleh algoritma 3-DES





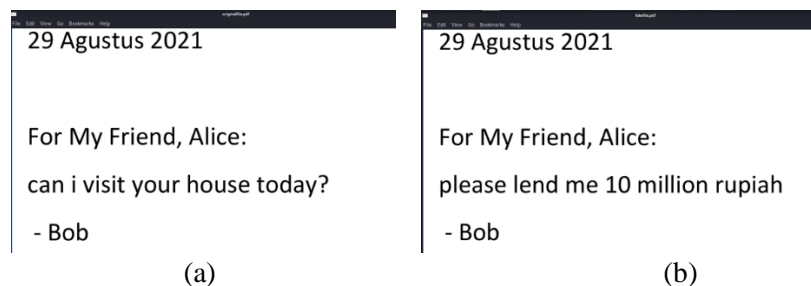
Gambar 8 Proses Komputasi Untuk Cracking 3-DES.

Pengujian serangan *brute-force* pada 3-DES dilakukan terhadap file yang sama seperti pada pengujian AES. Penyerang juga diasumsikan tidak mengetahui keseluruhan nilai kunci yang digunakan. Gambar 8 menunjukkan bahwa untuk melakukan *cracking* berkas yang telah dienkripsi oleh 3-DES diperlukan waktu komputasi dengan estimasi $6.2e+021$ years atau sekitar 6.2×10^{21} tahun. Data tersebut menunjukkan bahwa untuk meng-*crack* file yang telah dienkripsi oleh AES membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan file yang di enkripsi oleh 3-DES. Hal tersebut menunjukkan bahwa keamanan enkripsi pada AES lebih kuat dibandingkan dengan 3-DES. Berdasarkan kedua data yang diperoleh, kemampuan komputasi yang ada saat ini dapat dikatakan mustahil untuk dapat meng-*crack* keamanan pada algoritma AES maupun 3-DES. Namun, jika penyerang dapat mengetahui beberapa celah bit kunci maka keamanan pada 3-DES lebih rentan untuk di tembus kerana memiliki waktu komputasi yang lebih sedikit daripada AES.

3.3 Pengujian Collision Attack

Collision attack merupakan celah keamanan yang dapat terjadi pada *hash function*. Fungsi *hash* atau *hash function* idealnya akan menghasilkan *hash* yang berbeda ketika di-*input*-kan data yang berbeda. Namun dalam beberapa kasus fungsi *hash*, ketika data yang di-*input*-kan berbeda akan menghasilkan *hash* yang sama. Kondisi yang demikian dapat dikatakan bahwa fungsi *hash* memiliki celah keamanan *collision attack*. Percobaan penetrasi *collision attack* pada penelitian ini menggunakan bantuan *software* sha1-collider. Perangkat lunak tersebut merupakan *tool* berbasis python yang berfungsi untuk memodifikasi data yang nantinya digunakan untuk menguji celah keamanan *collision attack* pada fungsi *hash*. Adapun fungsi *hash* yang digunakan pada penelitian ini adalah SHA-1 dan SHA-3.

Langkah pertama yang harus dipersiapkan dalam pengujian ini adalah menyiapkan dua buah data dengan isi yang berbeda. Data yang digunakan adalah dua file berekstensi .pdf untuk memudahkan pengujian yang dilakukan. Adapun kedua file tersebut adalah seperti pada Gambar berikut ini.



Gambar 9 File Pengujian Collision attack

Gambar 9 menunjukkan file yang digunakan untuk melakukan pengujian *collision attack*. File tersebut memperlihatkan dua pesan dengan isi yang berbeda. File (a) diberi nama originalfile.pdf sedangkan file (b) diberi nama fakefile.pdf. File tersebut kemudian dimodifikasi menggunakan sha1-collider. Kedua file yang telah dimodifikasi mengalami perubahan nama menjadi out-originalfile.pdf untuk file (a) dan out-fakefile.pdf untuk file (b). File yang telah dimodifikasi



kemudian dilihat nilai *hash* nya menggunakan *hash function* yang berbeda yaitu SHA-1 dan SHA-3. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui apakah *hash function* tersebut mempunyai celah keamanan berupa *collision attack*. Berikut ini merupakan nilai *hash* dari kedua file menggunakan algoritma SHA-1 yang telah dimodifikasi.

```
(root@kali)-[~/home/pcelektro4/Downloads/sha1collider]
# rhash --sha1 out-originalfile.pdf
948dcd90d5b78751e76b26c9873142a10cc31fb5 out-originalfile.pdf

(root@kali)-[~/home/pcelektro4/Downloads/sha1collider]
# rhash --sha1 out-fakefile.pdf
948dcd90d5b78751e76b26c9873142a10cc31fb5 out-fakefile.pdf
```

Gambar 10 Nilai Hash File Menggunakan SHA-1

Gambar 10 memperlihatkan nilai *hash* dari kedua file ketika di *hash function* menggunakan SHA-1 dengan panjang *hash* yang dihasilkan sebesar 160-bit. Gambar 10 menunjukkan bahwa setelah proses modifikasi melalui sha1-collider, file antara out-originalfile.pdf dengan out-fakefile.pdf mempunyai nilai *hash* yang sama. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada SHA-1 terdapat celah keamanan *collision attack*. Dua file yang mempunyai masukan berbeda idealnya akan mempunyai nilai *hash* yang juga berbeda. Namun dalam pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini, kedua file tersebut mempunyai nilai *hash* yang sama.

Percobaan selanjutnya adalah dengan mendapatkan nilai *hash* dari kedua file menggunakan SHA-3 dengan variasi bit yang digunakan adalah 224-bit, 256-bit, 384-bit, dan 512-bit. Adapun nilai *hash* yang diperoleh dari kedua file menggunakan SHA-3 yang telah dimodifikasi adalah seperti gambar berikut.

```
(root@kali)-[~/home/pcelektro4/Downloads/sha1collider]
# rhash --sha3-224 out-originalfile.pdf
31f40640ac08a9df1830810ff85c9abb171578a874c4781cab191e6a out-originalfile.pdf

(root@kali)-[~/home/pcelektro4/Downloads/sha1collider]
# rhash --sha3-224 out-fakefile.pdf
e8e33649496092d886d2e0e22a465f653c62f5ebe4b0b9276b8a1b64 out-fakefile.pdf
```

Gambar 11 Nilai Hash File Menggunakan SHA3-224

4

```
(root@kali)-[~/home/pcelektro4/Downloads/sha1collider]
# rhash --sha3-256 out-originalfile.pdf
6e9a382bc0e8dd5b8b9379f62c54bab8546cd18ad8b72895d840d9dae5913abc out-originalfile.pdf

(root@kali)-[~/home/pcelektro4/Downloads/sha1collider]
# rhash --sha3-256 out-fakefile.pdf
ebb5408ee9d7535fa6feb3b0a84d35e97aa709220d2d19561d466d7eca85aba out-fakefile.pdf
```

Gambar 12 Nilai Hash File Menggunakan SHA3-256

```
(root@kali)-[~/home/pcelektro4/Downloads/sha1collider]
# rhash --sha3-384 out-originalfile.pdf
8fc3e810aedd86d71770fc3bd143aeabdeef366b8547a8a6425f7724deee7d2a7b4f6f6173c410829d8487f42a97e2e out-originalfile.pdf

(root@kali)-[~/home/pcelektro4/Downloads/sha1collider]
# rhash --sha3-384 out-fakefile.pdf
fb639c7f44a4f48f436441042c2aa949294dad74d019ee30de39596db1582848d34b315c07c7a9919e0cb5a9028ce62c4 out-fakefile.pdf
```

Gambar 13 Nilai Hash File Menggunakan SHA3-384

```
(root@kali)-[~/home/pcelektro4/Downloads/sha1collider]
# rhash --sha3-512 out-originalfile.pdf
bc4e93dad51426d47c84849c08e5b035d4d2f01276878b90381552e0d9ed6c4df3a0e847c65f71818a554f40c36cfaf430ca92139b11f492da97dbd8c3297fc out-originalfile.pdf

(root@kali)-[~/home/pcelektro4/Downloads/sha1collider]
# rhash --sha3-512 out-fakefile.pdf
456bf510f236cbbca998b6ec7df4715dd932f5df77d0e0055a37e563ce68255874c22a2f05c1c5ac40eb29ca92178c98ebec2370cbe080460d895b48c1250 out-fakefile.pdf
```

Gambar 14 Nilai Hash File Menggunakan SHA3-512



Gambar 11 sampai Gambar 14 memperlihatkan nilai *hash* dari kedua file ketika di *hash function* menggunakan SHA-3. Variasi panjang *hash* yang dihasilkan adalah sebesar 224-bit pada Gambar 11, 256-bit pada Gambar 12, 384-bit pada Gambar 13, dan 512-bit pada Gambar 14. Gambar 11 sampai Gambar 14 menunjukkan bahwa setelah di *hash function* menggunakan SHA-3, file antara out-originalfile.pdf dengan out-fakefile.pdf mempunyai nilai *hash* yang berbeda. Hal tersebut menunjukkan bahwa berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, SHA-3 tidak memiliki celah keamanan *collision attack* berapapun variasi bit yang dimilikinya. Semakin besar nilai variasi bit yang dimiliki maka semakin panjang juga nilai *hash* yang dihasilkan. Percobaan yang telah dilakukan pada penelitian ini menunjukkan bahwa SHA-3 memiliki tingkat keamanan yang lebih baik dibandingkan dengan SHA-1.

4. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini, dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

- a) IPsec dapat digunakan untuk mengamankan pesan pensinyalan pada jaringan MIPv6
- b) AES mempunyai tingkat keamanan yang lebih tinggi terhadap *brute force attack* dibandingkan dengan 3-DES.
- c) SHA-3 tidak memiliki celah keamanan *collision attack* sedangkan celah keamanan *collision attack* ditemukan pada SHA-1.
- d) AES dan SHA-3 merupakan algoritma yang lebih baik dibandingkan 3-DES dan SHA-1 berdasarkan tingkat keamanannya.

4.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya. Pengamanan jaringan MIPv6 melalui implementasi IPsec dapat menggunakan algoritma enkripsi dan autentikasi yang lain. Selain itu, pengujian ketahanan dan kehandalan pada algoritma yang digunakan dapat menggunakan penetrasi serangan yang berbeda dari yang telah dilakukan dalam penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Miniwatts Marketing Group, "World Internet Usage And Population Statistics," *Internet World Stats*, 2020. <https://www.internetworldstats.com/stats.htm>
- [2] S. Praptodiyono, R. K. Murugesan, I. H. Hasbullah, C. Y. Wey, M. M. Kadhum, and A. Osman, "Security mechanism for IPv6 stateless address autoconfiguration," in *Proceedings of the 2015 International Conference on Automation, Cognitive Science, Optics, Micro Electro-Mechanical System, and Information Technology, ICACOMIT 2015*, 2016, pp. 31–36. doi: 10.1109/ICACOMIT.2015.7440150.
- [3] S. Deering and H. R., "RFC8200: Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification," 2017.
- [4] J. Clement, "Percentage of mobile device website traffic worldwide from 1st quarter 2015 to 3rd quarter 2020," *Statista.com*, 2020. <https://www.statista.com/statistics/277125/share-of-website-traffic-coming-from-mobile-devices/>
- [5] SimilarWeb. LTD, "2020 State of Digital Report," 2020. [Online]. Available: <https://www.similarweb.com/corp/reports/2020-digital-trends-lp/>
- [6] S. Busanelli, M. Martal, G. Ferrari, G. Spigoni, and N. Iotti, "Vertical Handover between WiFi and UMTS Networks : Experimental Performance Analysis," *IJEIC*, vol. 2, no. 1, pp. 75–96, 2011, [Online]. Available: http://www.sersc.org/journals/IJEIC/vol2_Is1/7.pdf
- [7] S. Praptodiyono, T. Firmansyah, M. Alaydrus, M. I. Santoso, A. Osman, and R. Abdullah, "Mobile IPv6 Vertical Handover Specifications, Threats, and Mitigation Methods: A Survey," *Security and Communication Networks*, vol. 2020. 2020. doi: 10.1155/2020/5429630.
- [8] A. Alhofiki, "Analisis Handover Pada Heterogeneous Network Menggunakan Objek Bergerak Dengan Parameter Handover Trigger," 2017.
- [9] W. Y. Azhar, S. Supriyadi, and Y. Yanitasari, "Kriptanalisis Hill Cipher Terhadap Known Plaintext Attack Menggunakan Metode Determinan Matriks Berbasis Android," *Simetris : Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, vol. 8, no. 2, 2017, doi: 10.24176/simet.v8i2.1535.
- [10] I. Gunawan, "Penggunaan Brute Force Attack Dalam Penerapannya Pada Crypt8 Dan Csa-Rainbow Tool Untuk Mencari Biss," *InfoTekJar (Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan)*, vol. 1, no. 1, 2016, doi: 10.30743/infotekjar.v1i1.48.
- [11] D. Barita, "Peningkatan Kinerja Sistem Keamanan Pada Proses Pensinyalan Dalam Vertical Handover Mipv6," 2019.
- [12] R. Aprilia, "Analisis Performansi Keccak Message Authentication Code Sebagai Metode Autentikasi Pesan Pensinyalan Mobile Ipv6," 2019.