PERANCANGAN PENGAMANAN AKUN DENGAN MENGUNAKAN MAC ADDRESS PADA METODE ENKRIPSI DES

Marihot Tora Tambunan¹, Wiwin Sulisty²

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Kristen Satya Wacana (UKSW)

Jl. Diponegoro 52-60, Salatiga 50711

Telp : (0298) 321212

Email : 672011056@student.uksw.edu, wiwinsulistyo@staff.uksw.edu

ABSTRACT

Account security becomes very important as rapid development of internet and access. The case that was reported by Liputan6 about username and password stealing done by a hacker proves that sniffing exists in reality. One of encryption method, which can be used to secure an account's user id and password, is DES (Data Encryption Standard). However, this algorithm is not always considered secure. Because of that, the researcher used mac address score for the authentication step during the log in process. It is done to cover flaw since DES encryption has been prone to be broken. The result of the examination shows that mac address is possible to be used during the authentication step. This model is also efficient to be used because the response duration is quiet quick, which is less than a second, even though the first trial would take some time and process to enter the system. This model can be used as server identifier to enable user to get login access by checking mac that has been exist in the user's device.

Keywords: Data Encryption Standard (DES), Authentication, Login, Mac Addres

PENDAHULUAN

Pengamanan sebuah akun menjadi sesuatu yang sangat penting. Hal ini dapat dilihat dari perkembangan internet yang sangat pesat dan akses yang mudah. Kemungkinan adanya *sniffing* atau penyadapan dalam *internet* membuat *user id* dan *password* akun rawan dicuri oleh orang lain. Seperti pada kasus yang diberitakan oleh Liputan6 bahwa *username* dan *password* dari pengguna *Dropbox* dicuri oleh hacker (Maulana, 2014). Walaupun dalam berita ini pihak *Dropbox*

mengungkapkan bahwa pihaknya tidak diretas, namun bisa dilihat keamanan akun bisa diretas oleh *hacker* saat pengguna *Dropbox* menggunakan aplikasi layanan lain yang berkaitan dengan *Dropbox*. *User id* dan *password* yang menjadi data wajib diamankan ketika dikirimkan ke *server* atau ke layanan yang lain, salah satu cara yang digunakan untuk mengamankan adalah dengan enkripsi (Rahardjo, 1999).

Enkripsi merupakan proses yang dilakukan untuk mengamankan sebuah

pesan (yang disebut *plaintext*) menjadi pesan tersembunyi (yang disebut *chipertext*), dan proses sebaliknya dari *chipertext* menjadi *plaintext* disebut dekripsi (Rahardjo, 1999). Proses enkripsi dan dekripsi terdiri dari dua prinsip, yaitu *symmetric cryptograph* dan *public-key cryptograph*. Prinsip *symmetric* menggunakan kunci yang sama untuk enkripsi dan dekripsi, sedangkan prinsip *public-key* menggunakan kunci yang berbeda saat enkripsi (*public key*) dan dekripsi (*private key*).

Algoritma enkripsi *Data Encryption Standard* (DES) adalah sebuah algoritma enkripsi yang menggunakan prinsip *symmetric*. Saat ini satu-satunya cara yang diketahui untuk mendobrak sandi DES adalah dengan mencoba satu per satu berbagai kombinasi kunci (*brute force attack*) (Khairina, 2011). Kekuatan keamanan dari algoritma ini banyak bergantung pada ukuran kunci yang digunakan (dalam bit) (Nugroho, 2007). Namun, algoritma ini tidak selamanya dianggap aman. Pada tanggal 16 juni 1998 ada sebuah kelompok yang menamakan dirinya *Electronic Frontier Foundation* (EFF) telah berhasil memecahkan algoritma DES dalam waktu 4-5 hari

menggunakan komputer yang dilengkapi dengan *Integrated Circuit Chip DES Cracker* (Khairina, 2011).

Salah satu aspek dalam keamanan komputer adalah *authentication*. Aspek ini berhubungan dengan metoda untuk menyatakan bahwa informasi betul-betul asli, atau orang yang mengakses atau memberikan informasi adalah betul-betul orang yang dimaksud (Rahardjo, 1999). Penulis mengidentifikasi dari perangkat keras yang digunakan untuk mengakses, yaitu *Mac Address*, karena nilai dari tiap-tiap perangkat berbeda-beda dan unik. Maka untuk menambahkan pengamanan dalam enkripsi DES, penulis menambahkan nilai mac address dalam proses *authentication*.

Dalam tulisan ini, penulis membuat kombinasi *mac address* dan metode enkripsi DES untuk menghasilkan proses otentikasi *password*, dan *username*. Jadi, penulis meningkatkan keamanan akun yang telah di enkripsi DES dengan menambahkan *mac address* pada proses otentikasi.

Penelitian ini akan lebih menekankan cara untuk *login* atau sistem *login*. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Khairina tentang analisa

kemanan sistem *login*. Dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa penting untuk mengenkripsi data (*password*) pada sebelum dikirim ke *server* (Khairina, 2011).

Proses penyandian membutuhkan sebuah algoritma enkripsi, salah satunya adalah algoritma *Data Encryption Standard* (DES). Pada makalah yang dituliskan oleh Nugroho, algoritma DES menggunakan panjang kunci 56 bit dan proses enkripsi dilakukan sebanyak 16 kali putaran, sehingga keamanan DES sangat bergantung pada ukuran kunci yang digunakan (dalam bit). Walaupun algoritma ini sudah menjadi tidak aman, masih ada solusi yang dapat digunakan, yaitu dengan menggunakan panjang kunci lebih dari 64 bit, seperti algoritma *Triple DES* menggunakan kunci 2x56 atau 112 bit (Nugroho, 2007).

Al-Husainy menyebutkan bahwa setiap perangkat jaringan dilengkapi dengan alamat perangkat keras unik secara global yang disebut *MAC address* (Al-Husainy, 2013). *MAC address* terdiri dari 12 angka heksadesimal (panjang 48 bit). Angka pada *MAC address* dibagi menjadi dua bagian, bagian pertama menjelaskan nomor identitas adaptor pabrikan, dan

bagian kedua menjelaskan nomor serial yang diberikan ke adaptor oleh pabrikan. Keunikan *MAC address* sangat penting dalam semua tahap komunikasi jaringan, karena *MAC address* memetakan semua pengenalan di *upper-layer* (Al-Husainy, 2013).

Penelitian terkait penggunaan *MAC address* sudah pernah dilakukan sebelumnya. Adikara dalam penelitiannya, yaitu “Pemanfaatan *MAC Address Hotspot* Dalam Pengembangan Sistem Absensi GPS Dalam Rangka Meningkatkan Keakuratan Posisi Pengguna” menyimpulkan bahwa GPS dan *MAC address* mampu memberikan hasil yang saling melengkapi dan berjalan bersama-sama dalam satu aplikasi *Android* untuk memberikan lokasi yang lebih akurat dan tepat dari seseorang, serta *MAC address* mampu menghasilkan informasi *SSID* sebagai titik lokasi dengan hasil yang tepat (Adikara, 2015). Dengan beberapa kesimpulan dari penelitian ini, maka *MAC address* dapat digunakan sebagai identitas unik dari sebuah perangkat untuk masuk kedalam sistem.

METODE

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode penelitian berbasis Pemodelan. Metode penelitian berbasis pemodelan adalah penelitian yang menghasilkan sebuah metode untuk mendesain pemodelan dalam ilmu komputer (Sulistyo dan Subanar, 2013). Adapun hasil dari penelitian ini akan menghasilkan sebuah model yang diharapkan dapat digunakan. Tahapan-tahapan dalam metode penelitian ini adalah sebagaimana pada Gambar 1.

Gambar 1. Tahapan Metode

Didalam tahap analisis kelayakan terdapat beberapa hal yang menjadi perhatian, yaitu identifikasi masalah, hipotesis, rumusan masalah, identifikasi tujuan (tujuan penelitian), dan pembatasan masalah. Pada tahap desain model, akan ditentukan metode/algoritma yang digunakan sebagai acuan untuk dapat menggambarkan model yang dirancang. Metode yang digunakan

adalah metode penelitian pengembangan. Dalam implementasi komputer akan digunakan beberapa *tools*, yaitu sistem operasi *Windows 10* dan *Windows 7*, bahasa pemrograman yang digunakan adalah C# menggunakan *library .NET Framework 4*.

1. Analisis Kelayakan

Identifikasi masalah dalam penelitian ini adalah penggunaan akun di dunia internet semakin banyak sehingga pengguna menjadi waspada apabila tidak ada pengamanan didalam akun tersebut. Pengamanan dapat berupa enkripsi, salah satu algoritma enkripsi adalah *Data Encryption Standart* (DES), karena algoritma ini menggunakan kunci yang sama untuk menyandikan dan mengembalikan.

Hipotesis dalam penelitian ini adalah dengan menambahkan *mac address* saat proses otentikasi, maka akun yang sedang melakukan proses *login* akan teridentifikasi, sehingga akun yang dienkripsi menggunakan DES dapat lebih aman. Nugroho dalam penelitiannya mengatakan bahwa algoritma enkripsi DES adalah algoritma yang sudah tidak aman, karena sudah banyak orang yang

mencoba untuk membongkar algoritma ini dan waktu untuk membongkar algoritma ini hanya membutuhkan waktu yang singkat (Nugroho, 2007). Lalu Rahardjo menyebutkan dalam aspek keamanan ada bagian otentikasi, aspek ini berhubungan dengan informasi yang dimiliki oleh pengguna. Aspek ini menyatakan orang yang mengakses adalah orang yang sebenarnya dengan menggunakan ciri khasnya (Rahardjo, 1999). *MAC Address (Media Access Control Address)* adalah sebuah alamat jaringan yang diimplementasikan pada lapisan data-link dalam tujuh lapisan model OSI, yang mempresentasikan sebuah node tertentu dalam jaringan (Primarta, 2011).

Identifikasi dari penelitian ini adalah bagaimana merancang pengamanan akun dengan menambahkan *mac address* sebagai pengenalan pemilik akun dalam metode enkripsi DES. Dan manfaat dari penelitian ini adalah meminimalkan penyalahgunaan data atau informasi yang ada di dalam akun.

Pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah pengamanan yang dilakukan pada data akun *username* dan

password. Algoritma enkripsi yang digunakan adalah algoritma DES.

2. Desain Model

Dari kajian pustaka yang telah dilakukan, penulis kemudian membuat sebuah skenario yang akan dijalankan dalam penelitian ini. Skenario ini memperlihatkan proses dari awal seorang *user* melakukan *login* hingga sampai otentikasi. Ada sedikit perbedaan dalam skenario ini, yaitu mengambil *mac address* secara otomatis ketika *user* login. Skenario ini dapat dilihat dari Gambar 2 dan Gambar 3.

Gambar 2. Desain Model Sistem

Gambar 3. Desain Model User Interface

Menurut Primartha, skema global dari algoritma DES dimulai dari konversi *plaintext* menjadi bentuk biner, lalu blok *plaintext* dipermutasi dengan matriks permutasi awal, kemudian hasil dari permutasi akan di *enchiphering* sebanyak 16 kali menggunakan kunci internal yang berbeda-beda, setelah itu hasil *enchiphering* dipermutasi dengan matriks permutasi balikan menjadi blok *chipper* (Primartha, 2011). Skema enkripsi dapat dilihat dalam Gambar 4.

Gambar 4. Desain Enkripsi DES (Primartha, 2011)

Dalam penelitian Saikumar (2017), gambaran secara rinci proses enkripsi DES 16 putaran dapat dilihat pada Gambar 5. Dari gambar ini proses enkripsi dilakukan setelah diubah menjadi bentuk biner kemudian blok putaran dibagi menjadi dua bagian yang sama, dengan data bit bagian Li 32 bit dan data bagian Ri 32 bit. Proses *enchiphering* pertama mulai dilakukan dengan menggunakan K_1 (kunci internal) hingga 16x.

Gambar 5. Algoritma DES dengan 16 Putaran (Saikumar, 2017)

Seorang pengguna dapat menggunakan akun dimana saja dan kapan saja, namun perangkat yang digunakan dapat berbeda.. Untuk itu ketika proses *login* sistem akan mengambil data *mac address* dari perangkat yang digunakan. Kemudian *server* akan memverifikasi untuk dapat *login* atau tidak dengan mengecek data *mac address* yang diambil dengan yang ada di *server*. Pada penelitian ini diasumsikan bahwa sebuah akun telah terdaftar dan memiliki data yang telah tersimpan di *server*.

3. Gambar 6. Arsitektur Jaringan

Gambaran aplikasi yang digunakan terlihat pada Gambar 7.

Gambar 7. Form Login

Kode Program 1 Enkripsi DES

```

public string Enkripsi(string Password)
{
    string finalEncryption = string.Empty;
    byte[] plaintextByte = Encoding.ASCII.GetBytes(Password);
    using (DESCryptoServiceProvider provider = new DESCryptoServiceProvider())
    {
        provider.KeySize = 64;
        provider.BlockSize = 64;

        MemoryStream memoryStream = new MemoryStream();
        using (CryptoStream cryptStream = new CryptoStream(memoryStream,
            provider.CreateEncryptor(KeyByte, IVByte), CryptoStreamMode.Write))
        {
            StreamWriter streamWriter = new StreamWriter(cryptStream);
            streamWriter.Write(Password);
            streamWriter.Flush();
            cryptStream.FlushFinalBlock();
            finalEncryption = Convert.ToBase64String(memoryStream.GetBuffer(), 0, (int)memoryStream.Length);
        }
    }
    return finalEncryption;
}
  
```

Gambar 8. Kode Program Enkripsi DES

Kode Program 1 adalah *script* untuk mengenkripsi *password* yang akan dikirim menuju *server*.

Kode Program 2 Mengambil Nilai Mac Address

```

public string net()
{
    string ethernetPhysical = null;
    [DllImport("System.Net.NetworkInformation")]
    static extern void GetNetworkInterfaces(out List<NetworkInterface> interfaces);
    GetNetworkInterfaces(out interfaces);
    if (interfaces.Count > 0)
    {
        Console.WriteLine("No network interfaces found.");
    }
    Console.WriteLine("Number of interfaces ..... : {0}", interfaces.Count);
    foreach (NetworkInterface adapter in interfaces)
    {
        [DllImport("System.Net.NetworkInformation")]
        static extern void GetInterfaceProperties(out List<InterfaceProperties> properties);
        GetInterfaceProperties(out properties);
        Console.WriteLine(adapter.Description);
        Console.WriteLine("Interface type ..... : {0}", adapter.NetworkInterfaceType);
        Console.WriteLine("Physical address ..... : {0}", adapter.GetPhysicalAddress());
        byte[] bytes = adapter.GetPhysicalAddress();
        var builder = new StringBuilder();
        for (int i = 0; i < bytes.Length; i++)
        {
            // Display the physical address in hexadecimal.
            Console.WriteLine("{0:X2}", bytes[i]);
            if (i % 2 == 1)
            {
                builder.Append(bytes[i].ToString("X2"));
            }
            else
            {
                builder.Append(bytes[i].ToString("X2"));
            }
        }
        if (builder.Length == 1)
        {
            ethernetPhysical = builder.ToString();
        }
        else
        {
            ethernetPhysical = builder.ToString();
        }
    }
    return ethernetPhysical;
}
  
```

Gambar 9. Kode Program Mengambil Nilai Mac Address

Kode Program 4 adalah *script* untuk mengambil nilai *mac address* yang ada di perangkat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Evaluasi / Pengujian Model

username	password	MAC_Address
bayu	pass	20-6A-8A-71-66-52

Gambar 10. Database tersimpan di Server

Pada tahap ini dilakukan proses verifikasi, yang bertujuan untuk menguji model dalam sebuah aplikasi telah berjalan dengan konsep yang telah dibuat. Akun pertama di dalam database telah tersimpan satu akun dengan *username*, *password*, dan *mac address* seperti yang ada di Gambar 10. Dalam proses verifikasi dan validasi menggunakan empat perangkat berbeda.

a. Perangkat Pertama

Dalam penelitian ini setiap kali *user* melakukan *login*, maka *mac address* yang akan dikirim ke *server* adalah *mac address* dari *interface* yang kedua, yaitu 20-6A-8A-71-52. Terlihat pada Gambar 11.

Gambar 11. Identifikasi Mac Address

Server akan menerima apa yang telah dikirim oleh *client*. Terlihat pada Gambar 12 bahwa *client* melakukan *login* dengan alamat 192.168.0.1, *username* “bayu”, *password* yang telah terenkripsi, dan *mac address* 20-6A-8A-71-66-52 dari perangkat *client*.

Gambar 12. Data Yang Diterima Server Dari Perangkat Pertama

Client telah berhasil *login* dengan akun yang bernama “bayu” dan juga *mac address* yang sesuai dengan yang tersimpan di dalam database. Dari sini terlihat bahwa sistem akan mengijinkan *client* untuk *login* dengan data yang sesuai di database. Dari Gambar 13 terlihat bahwa *user* telah masuk ke dalam sistem dan muncul *user interface* baru.

Gambar 13. Akun Bayu Berhasil

Login

Berikutnya proses validasi untuk melihat sistem dapat dijalankan apabila *mac address* tidak sesuai dengan yang terdapat didalam database.

b. Perangkat Kedua

Pada perangkat yang kedua nilai *mac address* B8-70-F4-36-3B berbeda dengan yang tersimpan didalam *database*.

User melakukan *login* melalui perangkat kedua dengan alamat 192.168.0.2, sistem kemudian akan menolak akses untuk *user*. Untuk dapat *login* perlu kesesuaian dengan *mac address* yang ada di perangkat dengan yang ada di *database*.

Gambar 14. Akun Bayu Gagal Login

Untuk dapat *login* melalui perangkat yang kedua, *user* harus masuk melalui perangkat pertama. Setelah masuk *user* dapat menambahkan nilai *mac* yang lain.

Gambar 15. Menambah Mac Address

melalui perangkat kedua. Proses *login* berhasil. Terekam didalam *server* perangkat kedua menggunakan alamat

192.168.0.2 untuk *login*, dengan *username* “bayu” dan *password* yang terenkripsi, serta nilai *mac address* B8-70-f4-36-3B-7D.

c. Perangkat Ketiga

Pada perangkat ketiga terdapat nilai *mac* yang berbeda dengan yang disimpan didalam *database*, yaitu 6A-14-01-60-15-FB.

User kembali melakukan *login* melalui perangkat ketiga dengan alamat 192.168.0.3, sistem kemudian akan menolak akses. Nilai *mac address* 6A-14-01-60-15-FB belum ada tersimpan didalam *database server*.

Pada kasus ini *user* kembali melakukan *login* dari perangkat kedua. User menambahkan nilai *mac* dari perangkat ketiga, yaitu 6A-14-01-60-15-FB.

User kembali mencoba *login* melalui perangkat ketiga dan proses *login* berhasil. Terekam didalam *server* perangkat kedua menggunakan alamat 192.168.0.3 untuk *login*, dengan *username* “bayu” dan *password* yang terenkripsi, serta nilai *mac address* 6A-14-01-60-15-FB.

d. Perangkat Keempat

Pada perangkat keempat terdapat nilai *mac* yang berbeda dengan

yang disimpan didalam *database*, yaitu 34-23-87-85-64-09.

User kembali melakukan *login* dari perangkat ketiga melalui alamat 192.168.0.3. *User* menambahkan nilai *mac* dari perangkat keempat, yaitu 34-23-87-85-64-09.

User mencoba *login* melalui perangkat keempat. Proses *login* berhasil dan terekam *server* perangkat keempat menggunakan alamat 192.168.0.4 dengan *username* “bayu” dan *password* yang terenkripsi, serta nilai *mac address* 34-23-87-85-64-09.

Selama proses pengujian menggunakan empat perangkat, *database* yang ada didalam *server* selalu terupdate. Terlihat dalam Gambar 16 *username* dan *password* hanya terdapat satu akun saja, tetapi memiliki empat nilai *mac address* yang berbeda-beda.

username	password	MAC_Address
bayu	pass	20-6A-8A-71-66-52
bayu	pass	B8-70-F4-36-3B-7D
bayu	pass	34-23-87-85-64-09
bayu	pass	6A-14-01-60-15-FB

Gambar 16. *Database Server*

Awal mula dari penelitian ini menggunakan data yang telah diisi pada *database*, mulai dari *username*, *password*, dan *mac address*. Data pertama yang ada dalam pengujian ini

disebut perangkat 1, yaitu dengan *mac address* 20-6A-8A-71-66-52.

Saat proses pengujian, *server* merekam data yang masuk, yaitu *username*, *password*, dan *mac address*. Sistem telah mengambil data sesuai dengan yang telah dirancang dan *user* berhasil *login* dengan *password* yang dienkripsi saat dikirim. Berikutnya menggunakan 3 perangkat tambahan, yang disebut dalam pengujian perangkat 2, perangkat 3, dan perangkat 4.

Proses pengujian perangkat 2 *user* memasukkan *username* dan *password* yang sama. Hasilnya *user* ditolak oleh sistem untuk *login*. Dari hasil rekaman *server*, *user* memasukkan data *username* dan *password* yang sudah benar, tetapi *server* juga merekam bahwa *mac address* dari perangkat 2 tidak sesuai dengan yang tersimpan didalam *database*. Hal ini memperlihatkan *flowchart* desain model untuk sistem berjalan. Yang pertama sistem akan mengecek kesesuaian *username*, kemudian mengecek kesesuaian *password*, kemudian mengecek kesesuaian *mac address*, apabila sudah benar maka *user* dapat *login*. Jadi jika salah satu data yang masuk tidak sesuai dengan data yang

tersimpan didalam *database*, sistem akan menolak *user* untuk *login*.

Untuk tetap bisa *login* menggunakan perangkat 2, *user* harus *login* menggunakan perangkat 1. Setelah itu, *user* dapat menambahkan nilai *mac address* dari perangkat lain ke *database*. *User* mencoba lagi untuk *login* menggunakan perangkat 2, dan hasilnya *user* berhasil *login*.

Proses pengujian perangkat 3 dan 4 menggunakan proses yang sama seperti yang dilakukan pada pengujian perangkat 2.

Dari pengujian menggunakan beberapa perangkat ini bisa dikatakan *mac address* dapat digunakan sebagai pengenalan saat proses otentikasi dan bisa digunakan sebagai langkah untuk mengidentifikasi *user*.

Penulis juga menguji waktu saat proses login dari tiap-tiap perangkat. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 17.

Gambar 17. Waktu Respon Perangkat Login

Respon waktu proses *login* semakin lama semakin cepat, tetapi saat

memulai untuk *login* waktu yang digunakan lebih lama. Hal ini menunjukkan bahwa sistem saat pertama kali digunakan didalam *server* membutuhkan beberapa proses untuk memulai komunikasi. Setelah beberapa waktu komunikasi yang telah tersambung maka waktu untuk melakukan proses *login* semakin cepat, dan waktu yang cepat ini menunjukkan bahwa data *password* yang sudah dienkripsi dapat di proses dengan cepat, sehingga waktu respon *login* dari *server* tidak terpengaruh.

Otentikasi menggunakan *mac address* pada pengujian ini juga menunjukkan waktu respon dari *server* tidak berpengaruh banyak. Terlihat pada setiap grafik perangkat yang telah diuji dalam 30 percobaan *login* tidak ada yang mencapai 1 detik. Hanya saja ketika pertama kali masuk ke sistem diperlukan sedikit waktu untuk proses.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian verifikasi dan validasi dapat disimpulkan bahwa model pengamanan akun saat otentikasi menggunakan *mac address* sangat mungkin untuk diterapkan. Model ini juga dapat digunakan secara efisien, karena dapat dilihat dari waktu respon

yang dihasilkan masih bisa dikatakan sangat baik. Kemudian model ini dapat sebagai pengenalan *server* untuk bisa memberikan akses *login* terhadap *user* dengan mengecek *mac* yang ada di perangkat yang digunakan oleh *user*.

2. Saran

Saran untuk penelitian berikutnya adalah mengimplementasikan model yang telah dibuat ini menjadi sebuah produk aplikasi yang dapat digunakan untuk mengamankan data didalam akun. Berikutnya adalah menggunakan metode enkripsi yang semakin kompleks dan mengenkripsi semua data yang digunakan oleh *user* saat proses *login* untuk melihat waktu respon *server* masih efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Adikara, F. 2015. Pemanfaatan Mac Address Hostspot Dalam pengembangan sistem Absensi GPS Dalam Rangka Meningkatkan Keakuratan Posisi Pengguna. *Jurnal SISFO: Inspirasi Profesional Sistem Informasi*. 5: 4.
- Al-Husainy, D., & Fadhil, M. A. 2013. MAC address as a key for data encryption. *arXiv preprint arXiv:1311.3821*.
- Khairina, D. M. 2011. Analisis Keamanan Sistem Login. *Jurnal Informatika Mulawarman*. 6:2 (64-67).
- Maulana, A. 2014, Jutaan Password Pengguna Dropbox Dicuri Hacker, diakses tanggal 3 agustus 2016 <<http://tekno.liputan6.com/read/2118767/jutaan-password-pengguna-dropbox-dicuri-hacker>>.
- Nugroho, S.A. 2007. Analisa Algoritma Block Chiper dalam Penyandian DES dan Pengembangannya. *Makalah*. Sekolah Tinggi Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Rahardjo, Budi. 1999. *Kemanan Sistem Informasi Berbasis Internet*. Bandung: PT Insan Komunikasi.
- Saikumar, I. 2017. DES-Data Encryption Standard. *International Research Journal of Engineering and Technology*. 4:3
- Sulistyo, W dan Subanar. 2013. Desain Metodologi Penelitian Untuk Penelitian Dalam Bidang Ilmu Komputer. Seminar Nasional Sains dan Aplikasi Komputasi (SENSAKOM). Salatiga: UKSW.
- Primartha, R. 2011. Penerapan Enkripsi dan Dekripsi File Menggunakan Algoritma Data Encryption Standard (DES). Palembang: Jurusan Sistem Informasi Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.