Jurnal
Rekayasa Elektrika

VOLUME 12 NOMOR 1 APRIL 2016

JRE	Vol. 12	No. 1	Hal 1–40	Banda Aceh, April 2016	ISSN. 1412-4785 e-ISSN. 2252-620X

Peningkatan Sistem Keamanan Otentikasi Single Sign On (SSO) Menggunakan Algoritma AES dan One-Time Password Studi Kasus: SSO Universitas Ubudiyah Indonesia

Zuhar Musliyana[1], Teuku Yuliar Arif [2], dan Rizal Munadi [2]
[1] Mahasiswa Magister Teknik Elektro, Pasca Sarjana, Universitas Syiah Kuala
Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Ubudiyah Indonesia
Alue Naga-Tibang, Kec. Syiah Kuala, Banda Aceh 23114
[2] Wireless and Networking Research Group (Winner)
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tengku Syech Abdul Rauf, No. 7, Darussalam, Banda Aceh 23111
e-mail: zuhar@uui.ac.id

***Abstrak*—*Single Sign On* (SSO) merupakan model otentikasi independen yang diimplementasikan Universitas Ubudiyah Indonesia (UUI) menggunakan *Message-Digest Algorithm* 5 (MD5) dan *web service* NuSOAP berbasis bahasa pemograman PHP. Sistem ini berjalan pada protokol *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP). Faktanya penggunaan protokol HTTP ini sangat rentan terhadap berbagai jenis serangan karena data dikirim dalam bentuk *plaintext* tanpa ada proses enkripsi dan penerapan algoritma MD5 pada otentikasi login juga rentan terhadap serangan *dictionary attacks* dan *rainbow tables*. Disisi lain, Penggunaan *web service* NuSOAP juga menciptakan celah keamanan karena pengiriman dan penerimaan *payload* tidak dienkripsi. Saat ini diketahui sudah ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan pengamanan kerentanan tersebut diantaranya yaitu menggunakan *Hypertext Transfer Protocol Secure* (HTTPS), *Secure Hypertext Transfer Protocol* (SHTTP) dan *Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart* (CAPTCHA). Namun beberapa hasil penelitian terkait memperlihatkan masih terdapat beberapa kelemahan dari penggunaan HTTPS, SHTTP, dan CAPTCHA. Penelitian ini mengusulkan penggunaan algoritma *Advanced Encryption Standard* (AES) dengan pembangkit kunci dinamis dan metode *One-Time Password* (OTP) berbasis sinkronisasi waktu dengan kombinasi salt untuk meningkatkan keamanan pada otentikasi SSO UUI. Hasil pengujian menunjukkan penerapan algoritma AES dan OTP dapat mengamankan proses otentikasi SSO dari serangan *dictionary attack* dan *rainbow table*.**

Kata kunci: ***SSO, kunci dinamis, Salt, OTP, AES***

***Abstract*—SSO is an independent authentication model that implemented by UUI using MD5 and web- service NuSOAP based on PHP programming language. This system runs on the HTTP protocol. In fact, the use of HTTP still vulnerable to various types of attacks because the data sent in plaintext without encryption. Besides MD5 is also vulnerable to dictionary attacks and rainbow tables. On the other hand, using of NuSOAP also create the security holes because of the sending and receiving payload is not encrypted. Currently it has known there have been several methods that can be used to increase the security of these vulnerabilities among which uses HTTPS, SHTTP, and CAPTCHA. However, some related research results show there are still some weakness of the using of HTTPS, SHHTP, and CAPTCHA. This research proposes the use of the AES algorithm with dynamic key generation and development of OTP-based time synchronization with a combination of salt to increase the security of the SSO UUI authentication. The test results demonstrate the implementation of the AES algorithm and OTP managed to secure SSO authentication process of dictionary attack and rainbow table.**

Keywords: ***SSO, dynamis key, Salt, OTP, AES***

I. Pendahuluan

Single Sign On (SSO) merupakan salah satu model otentikasi independen yang diimplementasikan kampus Universitas Ubudiyah Indonesia (UUI) dalam mengintegrasikan berbagai layanan aplikasi berbasis web. Teknologi SSO memungkinkan pengguna dapat mengakses berbagai layanan aplikasi hanya dengan menggunakan satu *account* tunggal [1]. Kemudahan akses melalui single *account* perlu mendapatkan perhatian cermat untuk menjamin bukti-bukti otentikasi agar tidak tersebar dan diketahui pihak lain. Saat ini, sistem SSO UUI

ISSN. 1412-4785; e-ISSN. 2252-620X
DOI: 10.17529/jre.v12i1.2896

dikembangkan berbasis bahasa pemrograman PHP dengan proses otentikasi *login* menggunakan *Message-Digest Algorithm* 5 (MD5) sedangkan pada proses pengecekan sesi *login user* menggunakan *web service* NuSOAP.

Sistem SSO UUI dijalankan menggunakan protokol *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP). Penggunaan protokol HTTP ini sangat rentan terhadap berbagai jenis serangan karena data dikirim dalam bentuk *plaintext* tanpa ada proses enkripsi. Berdasarkan data laporan yang diperoleh dari kampus UUI mengenai ancaman serangan yang terjadi terhadap *web server* SSO, selama periode Agustus 2014 hingga Mei 2015 telah terjadi sebanyak 888 ancaman serangan atau rata-rata 88 serangan per bulan [2]. Tipe-tipe serangan yang terjadi diantaranya adalah SQL *Injection*, *Denial of Service* (DOS), *Brute Force*, *Sniffing*, dan *Dictionary attack*. Serangan terhadap sistem SSO UUI tentu tidak dapat dibiarkan karena dapat berdampak sangat merugikan bagi Universitas Ubudiyah. Untuk itu diperlukan suatu metode pengamanan baru yang dapat meningkatkan keamanan sistem SSO UUI.

Dari hasil penelusuran literatur, saat ini diketahui sudah ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan pengamanan pengiriman data menggunakan protokol HTTP. Metode pengamanan tersebut diantaranya yaitu menggunakan *Hypertext Transfer Protocol* Secure (HTTPS) [3], Secure *Hypertext Transfer Protocol* (SHTTP) [4], dan *Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart* (CAPTCHA) [5]. Namun beberapa hasil penelitian lainnya memperlihatkan masih terdapat beberapa kelemahan dari penggunaan HTTPS [6], SHTTP [7], dan CAPTCHA [8].

Pengamanan sebelumnya yang telah dilakukan pada level aplikasi SSO UUI adalah menggunakan algoritma MD5 pada proses otentikasi *login* dan *web service* NuSOAP pada pengecekan sesi *login user* SSO. Namun penelitian terkait juga menunjukkan penggunaan algoritma MD5 dan *web service* NuSOAP juga tidak menjamin keamanan data secara utuh [9][10].

Dari latar belakang dan permasalahan yang dikemukakan di atas, perlu dilakukan penelitian agar dapat meningkatkan sistem keamanan SSO UUI. Penelitian ini dilaksanakan di UUI Banda Aceh. Pada penelitian ini, penggunaan algoritma MD5 pada SSO UUI yang rentan terhadap serangan *dictionary attack*s dan *rainbow table*s akan diganti menggunakan algoritma kriptografi yang lebih kuat. Ada beberapa algoritma yang dapat digunakan, diantaranya *Data Encryption Standard* (DES), AES, *Triple Data Encryption Standard* (3DES), dan RSA. Pada penelitian ini digunakan algoritma *Advanced Encryption Standard* (AES) 128 bits. Pemilihan ini didasari atas pertimbangan AES memiliki keseimbangan antara keamanan dan fleksibilitas dalam berbagai *software* dan hardware. Selain itu AES juga merupakan salah satu jenis algoritma kriptografi kunci simetris yang dijadikan standar algoritma kritografi sampai saat ini [11].

Kajian mengenai algoritma AES telah banyak dilakukan seperti optimasi *S-Box* untuk AES [12] dan pengembangan keamanan AES dengan menggunakan *Double S-Box* [13]. Penelitian lainnya yaitu pengembangan pembangkitan kunci dinamis AES dengan menggunakan fungsi waktu [14]. Pengembangan ini juga menggabungkan kombinasi nilai *salt* [15] untuk mengacak karakter kunci yang dihasilkan agar semakin kompleks dan menghasilkan kunci AES yang selalu berubah-ubah untuk setiap proses enkripsi dekripsi.

Pada penelitian ini, pembangkit kunci AES [15] akan digunakan untuk meningkatkan keamanan otentikasi *login* SSO UUI terhadap serangan *dictionary attack*s karena kunci AES yang dibangkitkan hanya dapat digunakan untuk satu kali proses enkripsi-dekripsi pada rentan waktu tertentu. Penerapan ini juga akan berdampak terhadap pencegahan serangan *rainbow table*s menggunakan database table *hash* pada kasus agoritma fungsi *hash* MD5 yang menggunakan enkripsi satu arah.

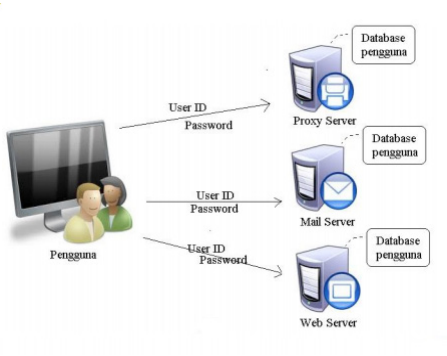
Pada proses pengecekan sesi *login user* SSO UUI yang sebelumnya menggunakan *web service* NuSOAP akan diganti menggunakan metode melalui otentikasi *One-time Password* (OTP) berbasis sinkronisasi waktu [16]. Penggunaan OTP sudah banyak diterapkan terutama pada remote *Virtual Private Network* (VPN), dan keamanan jaringan *Wireless Fidelity* (WiFi) dan juga pada berbagai aplikasi *Electronic Commerce* (*E-commerce*) [17]. Namun pada penelitian ini OTP yang diterapkan dikembangkan dengan kombinasi nilai *salt* untuk memperkuat pola otentikasi OTP. Metode ini akan membangkitkan sesi *login user* SSO secara acak dan hanya dapat digunakan untuk satu kali otentikasi berdasarkan nilai waktu.

Bagian selanjutnya dari paper ini dapat dijelaskan sebagai berikut. Pada bagian II dijelaskan studi pustaka terkait sistem SSO, algoritma AES, OTP, dan *salt*. Pada bagian III dijelaskan metode penelitian yang digunakan dalam paper ini. Pada bagian IV dijelaskan hasil penelitian dan pembahasan. Pada bagian V dijelaskan kesimpulan hasil penelitian.

II. Studi Pustaka

A. Single Sign On (SSO)

SSO merupakan sistem otentikasi yang mengizinkan pengguna mengakses berbagai aplikasi dengan menggunakan satu credential tanpa harus *login* di masing-masing aplikasi [1]. SSO memiliki 2 bagian utama yaitu *Single Sign On* (*login* di satu aplikasi, maka aplikasi lain yang didefinisikan ikut dalam SSO otomatis akan dapat diakses) dan *Single Sign Out* (*logout*) di satu aplikasi, maka semua aplikasi yang didefinisikan ikut dalam SSO akan *logout* secara otomatis [1]. Sistem ini tidak memerlukan interaksi yang manual, sehingga memungkinkan pengguna melakukan proses sekali *login* untuk mengakses seluruh layanan aplikasi tanpa berulang kali menginputkan *password*-nya. Teknologi ini sangat diminati dalam jaringan yang sangat besar dan bersifat heterogen, di mana sistem operasi serta aplikasi yang digunakan berasal dari banyak vendor, dan pengguna diminta untuk mengisi informasi dirinya ke dalam setiap multi-platform yang



Gambar 1. Sistem sign on [18]

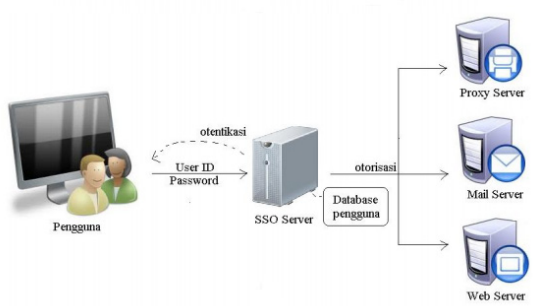
hendak diakses. Gambaran perbedaan sistem SSO dengan sistem *login* biasa tampak pada Gambar 1 dan Gambar 2.

B. *Algoritma Advanced Encryption Standard (AES)*

AES merupakan algoritma *cipher* yang cukup aman untuk melindungi data atau informasi yang bersifat rahasia. Pada tahun 2001, AES digunakan sebagai standar algoritma kritografi terbaru yang dipublikasikan oleh *National Institute of Standard and Technology* (NIST) sebagai pengganti algoritma *Data Encryption Standard* (DES) yang sudah berakhir masa penggunaannya [6]. Algoritma AES adalah algoritma kritografi yang dapat mengenkripsi dan mendekripsi data dengan panjang kunci yang bervariasi, yaitu 128 bit, 192 bit, dan 256 bit [6].

Proses enkripsi algoritma AES terdiri dari 4 jenis transformasi *byte*s, yaitu *SubBytes*, *ShiftRows*, *MixColumns*, dan *AddRoundKey* [6]. Awal proses enkripsi, input yang telah disalin ke dalam *state* akan mengalami transformasi *byte AddRoundKey*. Setelah itu, *state* akan mengalami transformasi *SubBytes*, *ShiftRows*, *MixColumns*, dan *AddRoundKey* secara berulang-ulang sebanyak Nr. Proses ini dalam algoritma AES disebut dengan *round* function. *Round* terakhir agak berbeda dengan *round* sebelumnya dimana pada *round* terakhir, *state* tidak mengalami transformasi *MixColumns* [8].

Pada proses dekripsi AES transformasi *cipher* dapat dibalikkan dan diimplementasikan dalam arah yang berlawanan untuk menghasilkan inverse *cipher* yang mudah dipahami untuk algoritma AES. Transformasi *byte* yang digunakan pada *invers cipher* adalah *InvShiftRows*, *InvSubBytes*, *InvMixColumns*, dan *AddRoundKey*.



Gambar 2. Sistem single sign on [18]

Algoritma 1. Algoritma pembangkit kunci dinamis enkripsi AES [14]

Algoritma Pembangkit Kunci Dinamis Enkripsi AES

```
1:  Input: U (Username), P (Password), K (Kunci), Salt, WM (waktu_mulai)
2:  WM = ambil waktu saat user login  {Panjang Kunci 128 bit}
3:  Salt = nilai salt (statik/dinamis) {Panjang Kunci 128 bit}
4:  K1 = Salt ⊕ WM
5:  K2 = Salt ⊕ P
6:  K = K1 ⊕ K2
7:  Output: CT (Chipertext/Teks sandi)
8:      (Nr, w) ← EkspansiKunci(K) {Nr: Jumlah Ronde, w: Larik Byte Kunci Ronde}
9:      CT = P
10:     AddRoundKey(CT, w[0...3])
11:     for i=1 → Nr do
12:         SubBytes(CT)
13:         ShiftRows(CT)
14:         if i ≠ Nr then
14:             MixColumns(CT)
15:         end if
16:         AddRoundKey(CT, w[(i*4)...(i*4+3)])
17:     end for
```

Enkripsi AES

C. *Pembangkit Kunci dinamis AES*

Pada jenis algoritma AES kunci merupakan penentu dalam melakukan enkripsi-dekripsi. Selain itu panjang kunci juga menjadi indikator kompleksitas proses enkripsi yang ditawarkan. AES merupakan jenis algoritma enkripsi simetris yaitu algoritma yang menggunakan kunci yang sama untuk proses enkripsi dekripsi. Salah satu faktor penting untuk menjamin keamanan AES adalah kerahasiaan kunci yang digunakan. Agar kerahasiaan kunci dapat terjamin maka diperlukan sebuah konsep pembangkit kunci yang bersifat dinamis, namun kunci ini harus dapat dikenali saat proses enkripsi dekripsi [14].

Pada penelitian ini, sumber program enkripsi AES diambil dari forum developer PHP [19]. Selanjutnya pada pembangkit kunci dinamis AES, kunci enkripsi AES dibangkitkan dengan memanfaatkan pencampuran nilai waktu, *salt* dan *password*. Nilai waktu diambil pada saat *user* melakukan *login*. Sedangkan nilai *salt* yang digunakan yaitu nilai *salt* statis yang ditentukan langsung pada program. Pada proses dekripsi dilakukan sinkronisasi nilai waktu dengan batas toleransi tertentu untuk mendapatkan pasangan kunci yang sama dari nilai waktu yang dibangkitkan pada proses enkripsi. Adapun *pseudocode* algoritma pembangkit kunci dinamis enkripsi-dekripsi AES dapat dilihat pada Algoritma 1 dan 2.

Algoritma 2. Algoritma pembangkit kunci dinamis dekripsi AES [14]

Algoritma Pembangkit Kunci Dinamis Dekripsi AES

```
1:  Input: CT(Chipertext), K(Kunci), Salt, WM(waktu_mulai), P (Password), WP(waktu_proses), TW(toleransi_waktu), BW(batas_waktu), use_key(UK)
3:  WP = ambil nilai waktu saat proses autentikasi
4:  TW = 30 (detik)  / optional
5:  BW = WM+TW
6:  UK = 0
7:  Output: P (Plaintext:Username dan Password)
9:      while (WM  ≤ BW) do
10:         if WM = WP
11:             K1 = Salt ⊕ WP
12:             K2 = Salt ⊕ P
13:             K = K1 ⊕ K2 {Panjang Kunci 128 bit}
14:             if use_key ≤ 0
15:                 (Nr, w) ← EkspansiKunci(K) {Nr: Jumlah Ronde, w: Larik Byte Kunci Ronde
16:                 P = CT
17:                 AddRoundKey(P, w[Nr * 4...Nr * 4 – 3])
18:                 for  i=1 → Nr do
19:                     InvSubBytes(P)
20:                     InvShiftRows(P)
21:                     AddRoundKey(P, w[(Nr – i) * 4...((Nr – i) * 4) + 3])
22:                     if i ≠ Nr then
23:                         InvMixColumns(P)
24:                     end if
25:                     AddRoundKey(CT, w[(i*4)...(i*4+3)])
26:                 end for
27:                 use_key++
28:             end if
29:         end if
30:         WM = WM+1
31:     end while
```

Dekripsi AES

D. Algoritma One-time Password (OTP)

OTP merupakan metode otentikasi yang menggunakan *password* yang selalu berubah setelah setiap kali *login*, atau berubah setiap interval waktu tertentu [16]. OTP dapat dibedakan atas dua kategori yaitu:

1. OTP berbasiskan algoritma matematika

OTP jenis ini merupakan tipe lainnya dari OTP yang menggunakan algoritma matematika kompleks seperti fungsi *hash* kriptografi untuk membangkitkan *password* baru berdasarkan *password* sebelumnya dan dimulai dari kunci shared rahasia [16]. Contoh algoritma matematika yang digunakan dalam OTP ini adalah algoritma *open source* OATH yang telah distandarkan dan algoritma-algoritma lainnya yang telah dipatenkan. Beberapa produk aplikasi yang menggunakan otentikasi ini adalah:

a. CRYPTOCard

CRYPTOCard menghasilkan OTP baru setiap kali tombolnya ditekan. Sistem komputer akan menerima beberapa nilai balasan jika tombolnya ditekan lebih dari sekali secara tidak sengaja atau jika *client*-nya gagal mengotentikasi.

b. Verisign

Verisign unified authentication menggunakan standar dari OATH.

c. E-Token Aladdin Knowledge System NG-OTP

E-token Aladdin knowledge system NG-OTP merupakan *hybrid* antara USB dan token OTP *E-token Aladdin knowledge system* NG-OTP mengkombinasikan fungsionalitas dari token otentikasi yang berbasis *smart card* dan teknologi otentikasi *user one-time Password* dalam mode terpisah.

2. OTP berbasis sinkronisasi waktu

OTP jenis ini berbasis sinkronisasi waktu yang berubah secara konstan pada setiap satuan interval waktu tertentu [16]. Proses ini memerlukan sinkronisasi antara token milik *client* dengan *server* otentikasi. Pada jenis token yang terpisah (*disconnected token*), sinkronisasi waktu dilakukan sebelum token diberikan kepada *client* [16]. Tipe token lainnya melakukan sinkronisasi saat token dimasukkan dalam suatu alat input. Di dalam token terdapat sebuah jam akurat yang telah disinkronisasikan dengan waktu yang terdapat pada *server* otentikasi. Pada sistem OTP ini, waktu merupakan bagian yang penting dari algoritma *password*, karena pembangkitan *password* baru didasarkan pada waktu saat itu dan bukan pada *password* sebelumnya atau sebuah kunci rahasia.

Pada penelitian terkait [17], OTP jenis ini sudah mulai diimplementasikan terutama pada *remote Virtual Private Network* (VPN), dan keamanan jaringan Wi-Fi dan juga pada berbagai aplikasi *Electronic Commerce* (*E-commerce*). Ukuran standar penggunaan waktu pada algoritma ini adalah 30 detik [17]. Nilai ini dipilih sebagai keseimbangan antara keamanan dan kegunaan.

Pada penelitian ini, OTP yang digunakan berbasis sinkronisasi waktu dengan kombinasi *salt*. OTP ini diterapkan pada pengecekan *sesi_id user* SSO UUI untuk menghasilkan *sesi_id user* yang selalu berubah berdasarkan nilai waktu. Kombinasi nilai *salt* digunakan untuk memperkuat pola OTP. Selain itu, nilai *salt* juga akan dicampur dengan nilai waktu untuk menghasilkan *sesi_id* auntentikasi yang dinamis sehingga setiap aplikasi yang terhubung dengan SSO akan mendapatkan nilai *sesi_id* auntentikasi yang berbeda-beda. Tidak hanya itu, *sesi_id* yang dibangkitkan juga memiliki masa aktif tertentu. Setelah *sesi_id* berhasil diverifikasi pada sisi *client* SSO, *sesi_id* tersebut tidak dapat digunakan kembali untuk yang kedua kali. Secara lebih jelas, algoritma OTP dengan kombinasi nilai *salt* dapat dilihat pada Algoritma 3.

Algoritma 3. Algoritma OTP UUI dengan kombinasi salt

```
Algoritma One-Time Password SSO UUI dengan Kombinasi Salt
 1: Input: Salt, WM (waktu_mulai), WP(waktu_proses), BW(batas_waktu), TW (toleransi_waktu), SIK(Sesi_id Kirim), SIP(Sesi_id Proses), Use_id
 3: WM = ambil waktu saat user login
 4: Salt = nilai salt (statik/dinamis)
 5: TW = 30 (detik)  / optional
 6: Use_id = 0
 7: Output: SI (Sesi_id) {Akses Diterima / Ditolak}
 8: SIK= Salt + WM
 9: WP = ambil nilai waktu saat proses autentikasi
10: BW = WM+TW
11: while (WM  ≤ BW) do
12:     if WM = WP
13:     SIP = Salt + WP
14:         if Use_id ≤ 0 and SIP = SI
15:             Use_id++
16:             out: Sesi_id valid akses diterima
17:         end if
18:     end if
19:     WM = WM+1
20: end while
```

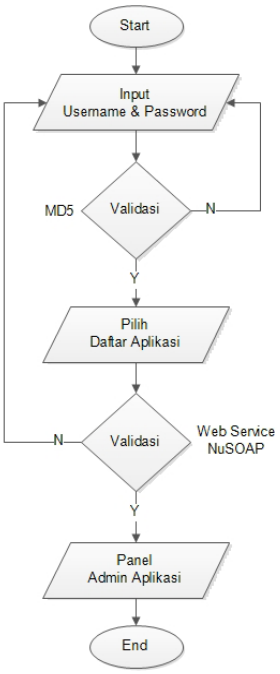
E. Salt

Salt adalah data atau teks yang dipakai untuk menyulitkan penyerang *password* [20]. Biasanya *salt* digunakan pada proses algoritma *hash* untuk dimasukkan ke dalam proses *hash* sebagai tambahan input. Hal ini menyebabkan nilai *hash* akan berubah jauh dari *hash* sebelumnya tanpa *salt*. *Salt* dapat dipilih tetap atau acak. Dengan *salt* maka penyerangan tidak dapat dilakukan secara paralel dengan *lookup password* dalam satu tabel. Tapi penyerang harus terlebih dahulu membangkitkan tabel untuk tiap-tiap *salt*.

Selain menyulitkan penyerang *password*, penerapan *salt* pada fungsi *hash* juga di klaim dapat menjaga karakter *password* yang disimpan karena akan selalu memiliki panjang karakter yang sama [21]. Namun tentu saja pada kasus ini, *user* tidak akan dapat mengetahui teks asli saat *password*-nya terlupa karena algoritma *hash* yang digunakan bersifat satu arah.

F. SSO Universitas Ubudiyah Indonesia

Sebagai salah kampus swasta di Aceh, UUI sangat gencar melakukan berbagai inovasi pemanfaatan media teknologi informasi dalam membantu proses penyelenggaraan pendidikan. UUI yang sebelumnya STIKES dan STMIK Ubudiyah, diresmikan bulan April 2014. Meski tergolong universitas baru, melalui direktorat *Cyber Development Center* (CDC) UUI telah mengembangkan berbagai sistem informasi berbasis web sebagai langkah besarnya dalam mencapai visi misi kampus menjadi *world class cyber university* di tahun 2025.



Gambar 3. Alur sistem SSO UUI

Dalam rangka memudahkan akses terhadap seluruh aplikasi yang telah dibangun, UUI telah membangun sebuah sistem untuk mengintegrasikan *user* pengguna seluruh aplikasi melalui satu *account* tunggal, sistem ini dinamakan *Single Sign On* (SSO). Sistem ini dibangun berbasis bahasa pemrograman PHP. Pemilihan bahasa pemrograman ini untuk memudahkan integrasi seluruh aplikasi lainnya yang dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman yang sama. Melalui SSO ini, akses ke seluruh aplikasi ditangani melalui satu pintu sehingga pengguna tidak perlu mengingat setiap *account login* untuk masing-masing aplikasi. Alur sistem SSO UUI dapat ditunjukkan pada Gambar 3.

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3, alur otentikasi SSO UUI menggunakan algoritma MD5 untuk validasi *account login user*. Selanjutnya pada saat *user* mengakses daftar aplikasi yang telah terhubung dengan SSO, validasi sesi *login user* dilakukan menggunakan *web service* NuSOAP. *Web service* ini akan melakukan pemeriksaan nilai *sesi_id user* pada server SSO, jika sesi *user* telah terbentuk maka *user* mendapatkan hak akses terhadap aplikasi tersebut.

III. Metode

A. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan menganalisis penggunaan algoritma enkripsi terhadap keamanan otentikasi SSO UUI. Pengamatan yang akan dilakukan adalah menganalisis kelemahan otentikasi *login* UUI terhadap serangan *dictionary attack*s dan *rainbow table*. Pada pengecekan sesi *login user* dilakukan analisis paket data terhadap kemungkinan aksi *intercept* (serangan dimana pihak ketiga menangkap pesan yang dikirimkan oleh *user* A tetapi pesan tersebut tetap dapat diterima oleh *user* B secara utuh) saat *user* mengakses aplikasi yang terdapat dalam SSO UUI.

B. Bahan Penelitian

Pada penelitian ini digunakan beberapa *software* pendukung diantaranya:

a. *Wireshark* sebagai *software* ini untuk menganalisis dan memeriksa aliran paket data saat komunikasi SSO berlangsung.
b. *Notepad* ++ sebagai *software* editor programming untuk memudahkan pengetikan kode program.
c. *Linux Apache MySQL* dan PHP (LAMP) sebagai perangkat lunak untuk menjalankan aplikasi SSO UUI
d. *Burp suite* sebagai *software* untuk melakukan percobaan serangan *dictionary attack* pada otentikasi *login* SSO UUI.

C. Alat Penelitian

Peralatan pendukung yang digunakan pada penelitian ini adalah seperangkat komputer dengan spesifikasi cukup untuk menjalankan *software* LAMP, *Notepad*++, *Wireshark* dan *Burp suite*.

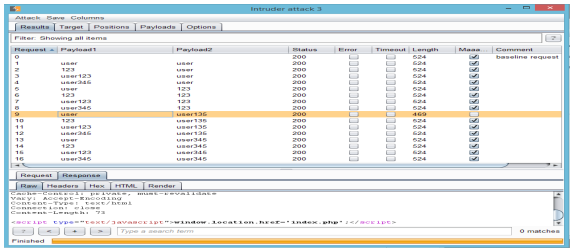
D. Prosedur Pengujian

Pada penelitian ini, pengujian dilakukan pada beberapa variabel berikut.

1. Pengujian keamanan pada otentikasi *login* SSO terhadap serangan *Dictionary attack*s dan *Rainbow table*.

Pengujian *Dictionary attack*s dilakukan dengan mencoba segala kemungkinan *password* melalui daftar kata dari kamus. Pengujian ini dilakukan pada masing-masing metode otentikasi *login* sebelum dan setelah dilakukan peningkatan keamanan. Pengujian ini menggunakan *software burp suite* yang dijalankan pada komputer *client* SSO dengan memanfaatkan sample *username* dan *password* yang disimpan pada dua file terpisah yaitu *uUser.txt* untuk sample *username* dan *uPassword.txt* untuk sample *password*. Agar memudahkan dalam melakukan pengujian, kedua file tersebut disertakan pasangan *username* dan *password* yang valid. Kecocokan *username* dan *password* pada hasil pengujian ini dapat dilihat dengan mengecek variabel *match string* dan HTTP *response* dari tiap-tiap pasangan *username* dan *password* yang telah diuji.

Pengujian *Rainbow table* dilakukan untuk melihat kerentanan otentikasi algoritma MD5 berdasarkan nilai *hash* dari *account login user*. Pada pengujian ini, digunakan nilai *hash* dari *user* valid untuk memudahkan melakukan pengujian. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan *plaintext* dengan mencari nilai *hash* yang telah disimpan dalam sebuah database tabel *hash*. Database tabel *hash* yang digunakan pada pengujian ini memanfaatkan



Gambar 4. Hasil percobaan dictionary attack sebelum penerapan AES

database dari https://crackstation.net yang memuat sekitar 15 miliar data *lookup hash* MD5.

2. Pengujian keamanan pengecekan sesi *login user*

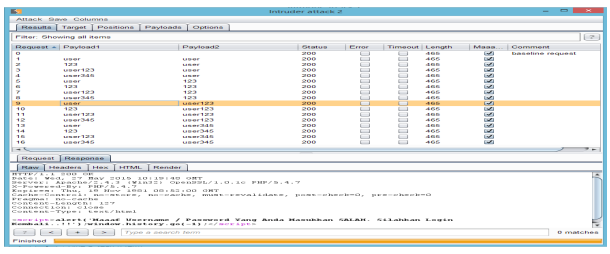
Pengujian ini dilakukan dengan menganalisis paket data pada proses pengecekan sesi *login user* SSO menggunakan *software wireshark* yang dijalankan pada sisi *client* untuk mendapatkan nilai *sesi_id user*. Selanjutnya dilakukan percobaan *intercept* pada pengecekan sesi *login user* untuk mengetahui celah keamanan dari masing-masing metode sebelum dan setelah dilakukan peningkatan keamanan.

IV. Hasil dan Pembahasan

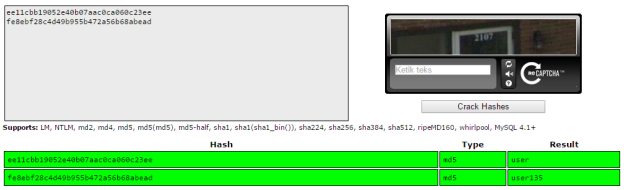
A. Hasil Pengujian Keamanan Otentikasi Login

Pada tahapan ini, pengujian dilakukan terhadap 2 jenis serangan yaitu *dictionary attack* dan *rainbow table*. Pengujian *dictionary attack* dilakukan menggunakan *software Burd Suite*. *Burd Suite* merupakan salah satu perangkat lunak yang paling popular digunakan sebagai *penetration test* melalui berbagai jenis metode penyerangan, salah satunya metode serangan *dictionary attack*. Pengujian ini memanfaatkan sample *username* dan *password* yang disimpan pada dua file terpisah yaitu *uUser.txt* untuk sample *username* dan *uPassword.txt*. Pada kedua file tersebut, disertakan pasangan *username* dan *password* yang valid untuk memudahkan dalam melakukan pengujian. Kecocokan *username* dan *password* pada hasil pengujian ini dapat ditemukan dengan melihat variabel *match string* dan HTTP *response* dari tiap-tiap pasangan *username* dan *password* yang telah diuji. Hasil pengamatan percobaan ini sebelum dan setelah dilakukan peningkatan keamanan diperlihatkan pada Gambar 4.

Gambar tersebut memperlihatkan hasil pengujian *dictionary attack* dengan 16 pola pasangan *username* dan *password*. Hasil pengujian ini menunjukkan serangan *dictionary attack* berhasil dilakukan. Kecocokan *username*



Gambar 5. Hasil percobaan dictionary attack setelah penerapan AES



Gambar 6. Rainbow table pada MD5

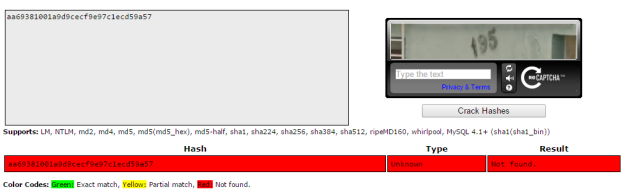
dan *password* ditemui pada pencocokan pola ke 16 dengan *username*: *user*135 dan *password*: *user*135. Kecocokan ini dapat dilihat dari *response* HTTP *request* yang berbeda pada bagian *variable match string*.

Pada pengujian berikutnya, setelah dilakukan peningkatan keamanan menggunakan enkripsi AES dengan pembangkit kunci dinamis, serangan *Dictionary attack* berhasil digagalkan seperti pada Gambar 5.

Gambar 5 menunjukkan tidak ditemukannya *response* HTTP *request* yang berbeda pada bagian variabel *match string*. Padahal salah satu pola *username* dan *password* pada pengujian merupakan *account* yang valid. Hal ini menunjukkan penerapan enkripsi AES dengan pembangkit kunci dinamis dapat mengatasi serangan *Dictionary attack*. Serangan *Dictionary attack* tidak berhasil pada kasus ini meskipun yang coba adalah *username* dan *password* yang valid. Hal ini dikarenakan pada sisi server nilai variabel *username* dan *password* yang diterima harus dalam bentuk *chipertext*. Sehingga, agar serangan ini dapat bekerja *username* dan *password* yang dikirim dalam bentuk *chipertext* yang tentu saja proses ini memerlukan kunci AES yang valid. Disisi lain, proses ini juga tidak dapat dilakukan karena penerapan enkripsi AES menggunakan pembangkit kunci dinamis artinya kunci AES yang digunakan akan selalu berubah untuk setiap proses enkripsi-dekripsi berdasarkan perubahan nilai waktu.

Pengujian selanjutnya dilakukan terhadap kerentanan serangan *rainbow table* pada algoritma MD5 yang digunakan pada otentikasi *login* SSO UUI sebelum dilakukan peningkatan keamanan. Adapun *account user* pertama yang digunakan *username*: *user* dengan nilai *hash*: *ee11cbb19052e40b07aac0ca060c23ee* dan *password*: *user135* dengan nilai *hash*: *fe8ebf28c4d49b955b472a56b68abead*. Hasil percobaan tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.

Berdasarkan Gambar 6, algoritma MD5 masih rentan terhadap serangan *rainbow table*, terbukti dengan *lookup* table *plaintext username* dan *password user* dapat ditemukan. Setelah dilakukan peningkatan keamanan melalui enkripsi AES seperti diperlihatkan pada Gambar 7, serangan *rainbow table* pada algoritma MD5 dapat diproteksi karena AES dengan pembangkit kunci dinamis



Gambar 7. Rainbow table pada AES

Tabel 1. Pengujian Raibow Table pada SSO UUI

No	Username	Password	MD5(Username)	MD5(Password)	Rainbow Table MD5
1	user	user	ee11cbb19052e40b07aac0ca060c23ee	ee11cbb19052e40b07aac0ca060c23ee	Sukses
2	123	user	202cb962ac59075b964b07152d234b7	ee11cbb19052e40b07aac0ca060c23ee	Sukses
3	user	user	ee11cbb19052e40b07aac0ca060c23ee	ee11cbb19052e40b07aac0ca060c23ee	Sukses
4	user123	user	6ad14ba9986e3615423dfca256d04e3f	ee11cbb19052e40b07aac0ca060c23ee	Sukses
5	user345	123	251c275d73de0a9c073758222af5756f	202cb962ac59075b964b07152d234b7	Sukses
6	user	123	ee11cbb19052e40b07aac0ca060c23ee	202cb962ac59075b964b07152d234b7	Sukses
7	123	123	202cb962ac59075b964b07152d234b7	202cb962ac59075b964b07152d234b7	Sukses
8	user123	123	6ad14ba9986e3615423dfca256d04e3f	202cb962ac59075b964b07152d234b7	Sukses
9	user345	user135	251c275d73de0a9c073758222af5756f	fe8ebf28c4d49b955b472a56b68abead	Sukses
10	user	user135	ee11cbb19052e40b07aac0ca060c23ee	fe8ebf28c4d49b955b472a56b68abead	Sukses
11	123	user135	202cb962ac59075b964b07152d234b7	fe8ebf28c4d49b955b472a56b68abead	Sukses
12	user123	user135	6ad14ba9986e3615423dfca256d04e3f	fe8ebf28c4d49b955b472a56b68abead	Sukses
13	user345	user345	251c275d73de0a9c073758222af5756f	251c275d73de0a9c073758222af5756f	Sukses
14	user	user345	ee11cbb19052e40b07aac0ca060c23ee	251c275d73de0a9c073758222af5756f	Sukses
15	user123	user345	6ad14ba9986e3615423dfca256d04e3f	251c275d73de0a9c073758222af5756f	Sukses
16	user345	user345	edb474bdbe05f99d2e32a9c8102b754	251c275d73de0a9c073758222af5756f	Sukses

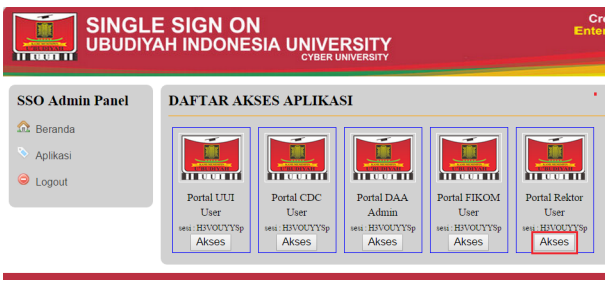
No	Username	Password	AES(Username)	AES(Password)	Rainbow Table AES
1	user	user	aa69381001a9d9cecf9e97c1ecd59a57	149962c080a275c6e16e3e6e691bce4e	Not Found
2	123	user	222242eb86830109c75242a9b2251ae	7b144d9b11dd2eac329ad89ff449153d	Not Found
3	user	user	ecc85e327d8a949186b4365869a48f2d	20aaef6cbcc55f168109dcc1f2f97a0d	Not Found
4	user123	user	06c99a9d1b9292674bb5199a943f6d6f	889aa07f6a74ec5b19df884dafe04099	Not Found
5	user345	123	b9898616ea4d6227897ed271d0e4884	8bbc91fdd0c0ebbba3755fe4937ae663	Not Found
6	user	123	fb54c030c9baaf4b0582a7367e28dcf5	33ee702846880879d283a98eb69b090	Not Found
7	123	123	f02046b4a41697b4c38ed372b4d403d	1609c18748387f3f502f12d04a44bcaa	Not Found
8	user123	123	6f28e718ddb0e9d0ac7d918dec739ed6	dde9e117ddad9cec89cf77132e659af7	Not Found
9	user345	user135	2e37b00343f9e4f7a817529e0258050d	4b99836a2949ca18740e63d37d66919	Not Found
10	user	user135	962b2e49abea0df14f5061cff817c219	e37132d4a995cb18a68242ec5dce6fff	Not Found
11	123	user135	9b0cd8423bfecb159b040e5b6eb42a05	dae796c038469fd4221529b4871 9de	Not Found
12	user123	user135	c86b101a9bd4022bb0a95020332cdafd	d68a5057ab19a0529c0e7ad38184ef05	Not Found
13	user345	user345	167fa9274e57b38229d1007f323d87	9a2fa4004ac85a45636422e851c13f4b	Not Found
14	user	user345	12c64a48775e46810f95c96a95b5782	ceeebed46b519f46b018d056f7cca05a	Not Found
15	user123	user345	3e3c69b59c7d37a99dab0063a957055	36b3cae5790aa0378fd754f791678fc4	Not Found
16	user345	user345	7eacf98ec65e06b8137c7d1f26dcd80a	c6783ed7631ae1dac32a26ab0ea5dcaa	Not Found

merupakan algoritma kriptografi dua arah yang dapat menghasilkan nilai *chipertext* yang berbeda untuk setiap proses enkripsi-dekripsi meskipun menggunakan *plaintext* yang sama.

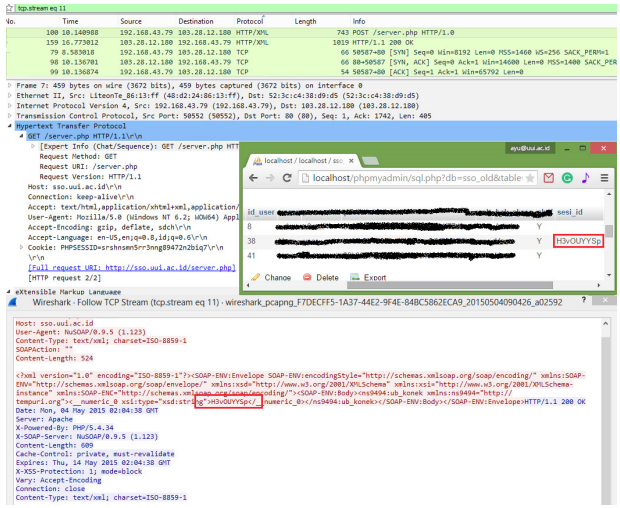
Pengujian lanjutan juga dilakukan dengan memanfaatkan 16 daftar kata dari kamus yang digunakan pada pengujian *dictionary attack* sebelumnya. Hasil pengujian pada Tabel 1 berikut menunjukkan penggunaan algoritma AES dapat memproteksi serangan *rainbow table*.

B. *Hasil Pengujian Keamanan Pengecekan Sesi Login*

Pada pengujian ini, monitoring paket data pada proses pengecekan sesi *login user* SSO UUI dilakukan dengan menggunakan *software wireshark*. Pengujian ini dilakukan pada masing-masing metode yang digunakan sebelum dan sesudah dilakukan peningkatan keamanan. Metode otentikasi pertama yang diuji adalah *web service* NuSOAP. Pada metode otentikasi ini, *sesi_id user* akan terbentuk setelah *user* melakukan *login* ke aplikasi SSO. Pada metode ini, setiap aplikasi yang terhubung dengan SSO menggunakan *sesi_id* yang sama sesuai dengan *sesi_id user* terkait yang telah berhasil melakukan *login*. *Sesi_id* ini selanjutnya menjadi identitas bagi *user* tersebut saat mengakses berbagai aplikasi dalam SSO. Pada Gambar 8 berikut dilakukan kustomisasi *interface* SSO UUI untuk dapat menampilkan kode *sesi_id user* terkait pada masing-masing aplikasi SSO.



Gambar 8. Sesi_id web service NuSOAP pada interface SSO UUI

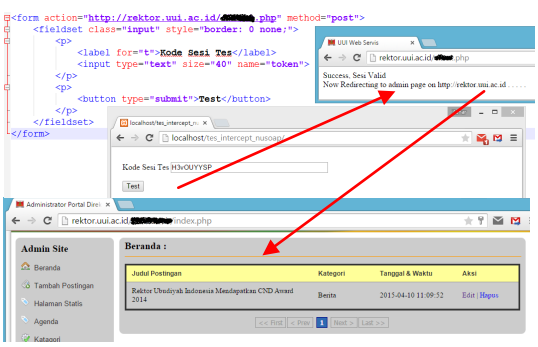


Gambar 9. Monitoring paket data pada web service NuSOAP

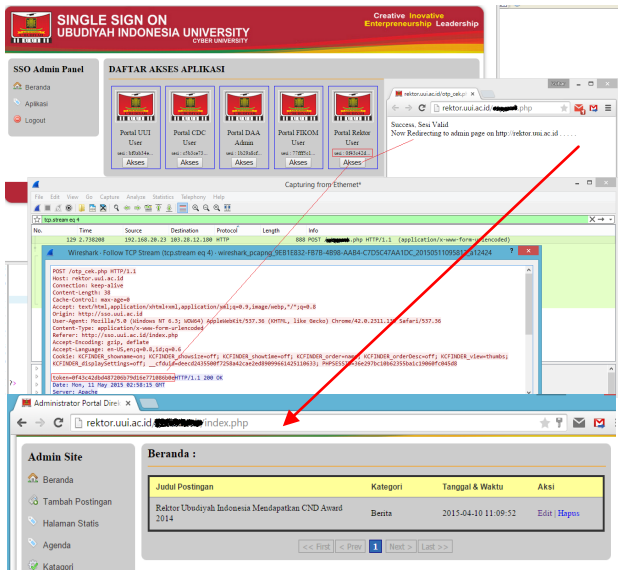
Berdasarkan Gambar 8, masing-masing aplikasi yang terhubung dalam SSO UUI menggunakan *sesi_id user* yang sama untuk proses otentikasi. Selanjutnya dilakukan percobaan akses portal Rektor UUI melalui SSO untuk menganalisis paket data pada proses pengecekan *sesi_id* melalui *web service* NuSOAP menggunakan *software wireshark*. Hasil percobaan dapat dilihat pada Gambar 9.

Gambar tersebut memperlihatkan paket data yang dikirim melalui *web service* NuSOAP. Hasil pengamatan tersebut menunjukkan paket data hanya dilakukan encode dengan format GZIP dan DEFLATE sehingga variabel beserta sesi *login user* saat mengakses portal rektor tidak dienkripsi dan dapat diketahui. *Sesi_id* ini dapat saja disalahgunakan pihak lain untuk mendapatkan hak akses terhadap aplikasi yang ada dalam SSO UUI. Pada tahapan berikutnya dilakukan percobaan *intercept* menggunakan *sesi_id* yang didapatkan pada Gambar 9. Percobaan ini dilakukan dengan mengirim nilai kode *sesi_id* melalui sebuah form menggunakan method _POST dengan target action form menuju ke file otentikasi *web service* NuSOAP pada portal website rektor UUI. Hasil percobaan ini dapat ditunjukkan pada Gambar 10.

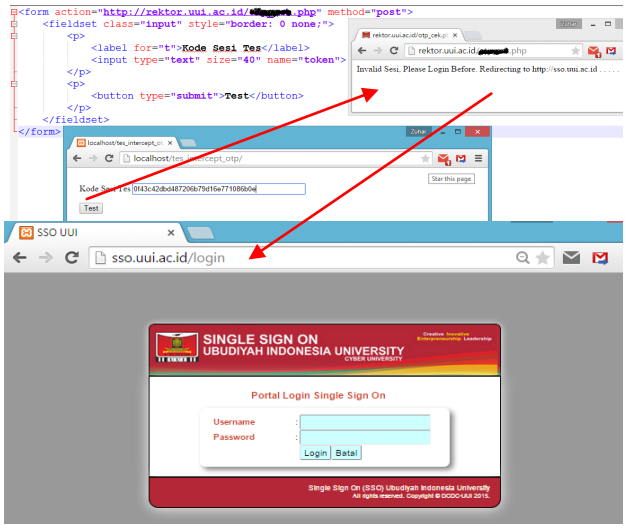
Hasil pengujian di atas menunjukkan akses ke website portal rektor UUI berhasil dilakukan menggunakan *sesi_id user* dari hasil *intercept* pada percobaan sebelumnya saat melalui otentikasi *web service* NuSOAP. Akses ini dapat digunakan sampai *user* yang sah melakukan *logout* dari



Gambar 10. Pengujian intercept otentikasi SSO sebelum penerapan OTP



Gambar 11. Monitoring paket data pada metode one-time password



Gambar 12. Pengujian intercept otentikasi SSO setelah penerapan OTP

sistem SSO. Saat *user* yang sah melakukan *logout*, *sesi_id user* yang sebelumnya telah terbentuk akan dihapus dari database server SSO.

Selanjutnya dilakukan pengujian yang sama setelah dilakukan peningkatan keamanan menggunakan otentikasi *One-time Password*. Hasil pengujian ini dapat ditunjukkan pada Gambar 11.

Berdasarkan Gambar 11, *sesi_id* yang dikirim melalui metode *one-time Password* bersifat dinamis (masing-masing aplikasi mempunyai kode *sesi_id* yang berbeda) dengan memanfaatkan kombinasi nilai *salt* dan nilai waktu. Seperti percobaan sebelumnya, dilakukan analisis paket data pada proses pengecekan *sesi_id* aplikasi menggunakan *software wireshark* saat *user* mengakses portal web rektor melalui SSO. Tahapan berikutnya dilakukan percobaan *intercept* menggunakan *sesi_id* yang telah didapatkan dari hasil analisis paket data menggunakan wireshark. Sama seperti percobaan sebelumnya, percobaan ini dilakukan dengan mengirim nilai kode *sesi_id* melalui form ke target action form file otentikasi *one-time Password* pada portal website rektor. Hasil percobaan tampak pada Gambar 12.

Gambar tersebut menunjukkan proses *intercept* gagal dilakukan karena kode sesi pada metode *one-time Password* hanya dapat digunakan untuk satu kali otentikasi.

V. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan penerapan algoritma AES dengan pembangkit kunci dinamis pada ontentikasi SSO UUI dapat mencegah serangan *dictionary attack*s dan *rainbow table*s. Di sisi lain, penerapan algoritma *One-time Password* dengan kombinasi *Salt* pada pengecekan *sesi_id user* SSO dapat menanggulangi kemungkinan aksi *intercept* terhadap penyalahgunaan hak akses *user* SSO karena kode *sesi_id user* yang dikirim bersifat dinamis dan hanya dapat digunakan satu kali otentikasi dengan batas waktu tertentu.

Referensi

[1] K.D. Lewis, "Web Single Sign-On Authentication using SAML," International Journal of Computer Science Issues (IJCSI), Vol. 2, Aug. 2009.

[2] F. Heriadi, "Laporan Ancaman Serangan Web server Universitas Ubudiyah Indonesia (UUI) 2014-2015," DCDC UUI, Lap. 08.2015, 2015.

[3] E. Rescorla, A. Schiffman. (1999, Ags.). The Secure Hypertext Transfer Protocol. The Internet Engineering Task Force (IETF), California, USA. [Online]. Available: https://www.ietf.org/rfc/rfc2660.txt

[4] E. Rescorla, A. Schiffman. (1999, Ags.). The Secure Hypertext Transfer Protocol. The Internet Engineering Task Force (IETF), California, USA. [Online]. Available: https://www.ietf.org/rfc/rfc2660.txt

[5] H. Tschofenig, E. Leppanen, S. Niccolini, M. Arumaithurai (2008, Feb.). Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart (CAPTCHA) based Robot Challenges for SIP. The Internet Engineering Task Force (IETF), California, USA. [Online]. Available: https://tools.ietf.org/id/draft-tschofenig-sipping-captcha-01.txt

[6] J. Kirk (2007, Mei.). Researcher: RSA 1024-bit Encryption Not Enough. IDG Consumer & SMB, San Francisco, USA. [Online]. Available: http://www.pcworld.com/article/132184/article.html

[7] Adam S., (1999, Mei.). An Overview of SHTTP. National Academy of Sciences Cryptography. USA. [Online]. Available: http://www.homeport.org/~adam/shttp.html

[8] Ahmad B. A, "Bypassing Captcha by Machine-A Proof for Passing the Turing Test," European Scientific Journal, Vol. 10 No.15, Mei. 2014

[9] M.C. Ah Kioon, Z. Wang and S.D. Das, "Security Analysis of MD5 algorithm in Password Storage," Proceedings of the 2nd International Symposium on Computer, Communication, Control and Automation (ISCCCA-13), 2013

[10] R. T. A. Fadlan, "Implementasi Algoritma Rijndael pada NuSOAP," Skripsi, Lab. Komputer, STEI ITB, Bandung, Indonesia, 2011.

[11] R. Sadikin, Kriptografi untuk keamanan jaringan, 1st Ed.

Yogyakarta, Indonesia: Penerbit Andi Offset, 2012

[12] Sahoo, O.B.; Kole, D.K.; Rahaman, H., "An Optimized S-Box for Advanced Encryption Standard (AES) Design," International Conference of Advances in Computing and Communications (ICACC), 11 Ags. 2012.

[13] A. Kumar et al, "AES Security Enhancement by Using Double S-Box," International Journal of Computer Science and Information Technologies (IJCSIT), Vol. 3, Mei. 2012

[14] Z. Musliyana, T.Y. Arif, R. Munadi, "Security Enhancement of Advanced Encryption Standard (AES) using Time-Based Dynamic Key Generation," ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, Vol. 10, No. 18, Oct. 2015

[15] Vishwakarma, D.; Madhavan, C.E.V., "Efficient dictionary for salted password analysis," in Electronics, Computing and Communication Technologies (IEEE CONECCT), 2014 IEEE International Conference on, Jan. 2014

[16] Hyun-Chul Kim; Lee, H.-W.; Young-Gu Lee; Moon-Seog Jun, "A Design of *One-time Password* Mechanism Using Public Key Infrastructure," Fourth International of Networked Computing and Advanced Information Management, Sep. 2008

[17] D. M'Raihi, S. Machani, M. Pei, J. Rydell. (2011, Mei.). TOTP: Time-Based *One-time Password* Algorithm. The Internet Engineering Task Force (IETF), California, USA. [Online]. Available: https://tools.ietf.org/html/rfc6238

[18] G. Ramadhan, "Analisis teknologi Single Sign On (SSO) dengan penerapan Central Authentication Service (CAS) pada Universitas Bina Darma," Skripsi, Lab. Komputer, UBD, Palembang, Indonesia, 2012.

[19] J. M. Busto. (2007, Mei.). AES 128: A pure PHP AES 128 encryption implementation. Icontem, USA. [Online]. Available: http://www.phpclasses.org/package/3650-PHP-A-pure-PHP-AES-128-encryption-implementation.html

[20] Gauravaram, P., "Security Analysis of salt || password Hashes," International Conference Advanced Computer Science Applications and Technologies (ACSAT), 26-28 Nov. 2012.

[21] P. Ducklin. (2013, Nov.). Anatomy of a password disaster - Adobe's giant-sized cryptographic blunder. Sophos Ltd, Boston, USA. [Online]. Available: https://nakedsecurity.sophos.com/2013/11/04/anatomy-of-a-password-disaster-adobes-giant-sized-cryptographic-blunder/

Penerbit:
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7, Banda Aceh 23111
website: http://jurnal.unsyiah.ac.id/JRE
email: rekayasa.elektrika@unsyiah.net
Telp/Fax: (0651) 7554336