Analisis komparasi implementasi Steganografi White-Space dan White-Space Modified pada Artikel Terenkripsi AES dalam HTML5

¹Rudy Herteno, ²Dodon T. Nugrahadi, ³Muhammad Sholih 'Afif
⁴M. Reza Faisal, ⁵Friska Abadi

^{1,2,3,4,5} Jurusan Ilmu Komputer Universitas Lambung Mangkurat

Jalan Jl. Brigjen H. Hasan Basri, Kayu Tangi, Banjarmasin

e-mail : ¹rudy.herteno@ulm.ac.id, ²dodonturianto@ulm.ac.id, ³afifsholihm@gmail.com, ⁴reza.faisal@ulm.ac.id,
⁵friska.abadi@ulm.ac.id

Abstract — The level of internet usage continues to increase until now. information exchange requires security that cannot be predicted by others. one technique for securing information is steganography. Steganography techniques are the science and art of hiding information. This technique can hide the content of information in media that cannot be guessed by ordinary people, so as not to arouse suspicion of the people who see it. One of the media that can implement the white-space modified steganography method is HTML pages. in addition, AES (Advanced Encryption Standard) is a lighter encryption security algorithm compared to other algorithms. In this study, plain text that has been encrypted into cipher text is then inserted with white-space and white-space modification steganography techniques. Data changes have occurred but only less than 1 percent. In experiments that have been implemented on Google Chrome and Mozilla Firefox are the same except in Internet Explorer, which changes the data slightly larger. The implementation of AES encryption and stegano white-space original, has 100% success but the 80% decryption process is successful, but the decryption results contain additional binaries. This happen because the use of tabulation (tabs) instead of spaces in HTML5 articles, and this is often found in HTML articles. while the implementation of AES encryption and stegano whitespace modified, has a success of 100% and the decryption process of 90% succeeded without any changes. 1 article failed because the number of articles is too small compared to the amount of space provided. The conclusion that implementation of AES encryption and white-space modified is more appropriate to be implemented in HTML5 articles, and than the use of tabulation and the number of characters also consequences on the implementation.

Keywords: Information, Steganography, White-space modified, Security, AES, Web Browser

[1] PENDAHULUAN

Pengembangan metode atau teknik yang dapat menjamin keamanan suatu informasi terus berlanjut. Salah satu teknik yang dapat mengamankan suatu informasi adalah steganografi. Teknik steganografi merupakan ilmu pengetahuan dan seni dalam menyembunyikan informasi. Teknik ini dapat menyembunyikan suatu informasi ke dalam suatu media yang tidak dapat diduga oleh orang biasa sehingga tidak menimbulkan kecurigaan dari orang yang melihatnya. Beberapa penelitian telah menerapkan teknik steganografi pada beberapa media, contohnya seperti pada format gambar, format suara dan format lain. Ada beberapa metode penyembunyian pesan, salah satunya adalah metode *white-space*[1].

Informasi dapat disembunyikan dalam dokumen web dengan metode *white-space*, menyembunyikan data dalam dokumen web kurang mencurigakan daripada media lain karena halaman web HTML sekarang merupakan bagian dari rutinitas berinternet setiap orang, serta halaman HTML berisi sejumlah tag, atribut dan elemen lainnya, yang dapat menyembunyikan data. Sejak awal ditemukannya HTML pada tahun 1990, HTML terus dikembangkan sampai saat ini dan versi terbaru yaitu HTML5. HTML5 memiliki struktur elemen baru bukan hanya tag dan div tradisional untuk membuat template halaman, hasil akhirnya adalah kode yang lebih baik dan teratur [3].

Keamanan menjadi faktor penting dalam proses pengiriman informasi melalui jaringan internet. Jika hal tersebut diabaikan, maka suatu informasi dapat dengan mudah dimanfaatkan oleh pihak-pihak yang tidak memiliki otoritas. Jika informasi tersebut digunakan untuk tujuan yang tidak semestinya, maka tentu saja hal ini dapat merugikan baik pengirim maupun penerima informasi. Untuk mengamankan informasi tersebut maka

perlu adanya enkripsi pesan. Mahajan (2013) menjelaskan bahwa algoritma AES lebih baik dibandingkan algoritma DES ataupun RSA, waktu yang diperlukan untuk enkripsi dan dekripsi pun lebih sedikit [4].

Tahapan dalam penelitian ini diawali dengan melakukan enkripsi pesan memakai algoritma AES (*Advanced Encryption Standard*), kemudian disembunyikan ke dalam kode HTML5 dengan menggunakan teknik steganografi *white-space* dan *white-space modified*. Pengimplementasian penelitian ini dilakukan pada 3 web browser yang paling sering dipakai menurut survei pada tahun 2016 yang telah dilakukan oleh Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII) yaitu Google Chrome, Mozilla Firefox dan Internet Explorer untuk melihat efek dari pengembangan tag otomatis yang dilakukan oleh browser tersebut terhadap metode *white-space* dan *white-space modified modified*, kemudian dilakukan pengamatan untuk mengetahui perubahan besaran data yang terjadi setelah kedua metode tersebut diterapkan [2].

[2] STUDI LITERATUR

2.1. Algoritma Enkripsi Advanced Encryption Standart (AES)

Algoritma Advanced Encryption Standard (AES) tidak hanya untuk keamanan tetapi juga untuk kecepatan tinggi. Implementasi perangkat keras dan perangkat lunak masih lebih cepat. Standar enkripsi baru direkomendasikan oleh NIST untuk menggantikan DES. Encrypts data blok 128 bit dalam 10, 12 dan 14 putaran tergantung pada ukuran kunci. Hal ini dapat diimplementasikan pada berbagai platform khusus pada perangkat kecil. Ini diuji secara hati-hati untuk banyak aplikasi keamanan[8].

Langkah-langkah ini digunakan untuk mengenkripsi blok 128-bit

- Rangkaian kunci bulat dari kunci sandi
- Inisialisasi pernyataan array dan tambahkan kunci putaran awal ke susunan pernyataan awal
- Lakukan putaran = 1 sampai 9 dan Jalankan putaran biasa
- Lakukan putaran final
- Menyesuaikan cipher text chunk output dari putaran final akhir [8].

2.2. Metode White-Space

Berbeda dengan kontainer multimedia yang bisa dimanipulasi pada tingkat biner, file yang dibuat dengan cara pemrograman web tidak mengizinkan manipulasi jenis ini. Karena kode HTML tidak sensitif terhadap " *white-space* ", maka dapat digunakan untuk menyembunyikan informasi memungkinkan terwujudnya saluran tersembunyi untuk transmisi data. Maka Metode steganografi teks bisa digunakan, yaitu satu dari cabang dasar steganografi, metode *white-space*.

Penyisipan informasi teks di dalam *white-space* dari kode HTML yang digunakan algoritma berikut ini :

- Teks yang terbongkar diubah menjadi format biner.
- Semua karakter kode HTML sedang diperiksa untuk menemukan " *white-space* " (spasi atau tab).
- Karakter spasi digunakan untuk nilai 0, dan karakter tab untuk 1. Setelah menyematkannya dipindahkan ke item berikutnya dari informasi untuk penyematan.
- Item 2 dan 3 diulang sampai penyisipan seluruh pesan atau sampai akhir kontestan.
- Salah satu indikator kunci dalam menilai keefektifan metode steganografi dan algoritma adalah efektivitas penyisipan

$$E_c = V_{\max} / V_k$$

dimana $V_{\max}$ adalah jumlah maksimum informasi tersembunyi, dan V_k adalah volume wadah [1].

2.3. Metode White-Space Modified

Untuk meningkatkan efisiensi penyisipan diperlukan peningkatan jumlah posisi yang dapat menyematkan informasi tersembunyi. Metode yang diusulkan lagi berdasarkan pada fakta bahwa kode HTML tidak peka terhadap "*white-space*". Dengan itu selama embedding tambahan embedding karakter (spasi atau

tab) digunakan sebelum karakter "<" dari tag HTML dan yang sama digunakan setelah karakter ">". Penyematan ini tidak memengaruhi visualisasi melalui peramban dan memungkinkan untuk meningkatkan kapasitas penampung secara signifikan.

Algoritma *White-Space Modified* sebagai berikut:

- a. Teks diubah menjadi format biner.
- b. Semua karakter kode HTML sedang diperiksa untuk menemukan " *white-space* " (spasi atau tab) atau karakter "<" dan ">".
- c. Elemen dari text tak tertutup saat ini disertakan, yaitu karakter spasi dianggap nol, dan karakter tab dianggap 1.
- d. Item 2 dan 3 diulang hingga embedding seluruh pesan atau hingga akhir penampung [1].

[3] METODOLOGI PENELITIAN

Pada tahap ini dilakukan proses pengembangan perangkat lunak sebagai purwarupa terhadap teknik enkripsi dan steganografi yang digunakan. Berikut ini adalah langkah-langkah pengembangan perangkat lunak secara umum proses metode *Waterfall* :

- a. Analisa kebutuhan. Pada tahapan ini yang dilakukan adalah mengumpulkan informasi tentang yang berkaitan dengan perangkat lunak yang akan dirancang. Disamping itu juga untuk menentukan fitur-fitur yang digunakan ke dalam perangkat lunak tersebut. Selain itu studi pustaka dilakukan dengan cara mempelajari dan mengumpulkan berbagai *literature* dari berbagai media seperti internet berupa jurnal atau dari penelitian yang dilakukan sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian yang sedang dilakukan.
- b. Desain perangkat lunak. Perancangan akan dilakukan setelah didapat hasil analisis tahapan sebelumnya. Tujuan dari perancangan ini adalah untuk kesesuaian gambaran dari perangkat lunak, cara kerja perangkat lunak dan antarmuka sebagai prototipe implementasi metode enkripsi AES, *white-space* standar dan *white-space modified*. Berdasarkan data yang telah didapatkan, kemudian peneliti merancang terdapat fakta dan aturan berdasarkan data yang telah diperoleh.
- c. Penulisan kode program. Menulis kode program dengan bahasa php dan html dalam mengimplementasikan metode enkripsi AES dengan *white-space* standar dan *white-space modified*, penggunaan library AES dan ckeditor juga dibutuhkan untuk mendukung terbentuknya program yang baik.
- d. Pengujian program. Dilakukan dengan eksperimen dengan pengujian menginputkan 10 artikel berbeda yang didapatkan dari internet, kemudian hasil request pada server web dengan menggunakan Mozilla Firefox, Google Chrome dan Internet Explorer. Hasil tersebut kemudian dianalisis komparasi dari implementasi metode enkripsi AES, *white-space* standar dan *white-space modified* pada HTML5.

Tabel 1. Data Artikel

Artikel Eksperimen	Jumlah Karakter
Cara menghidupkan komputer dan laptop yang baik dan benar	521
Cara mengatasi laptop tidak mau hidup atau menyala	307
Pengertian SSD	321
Pengertian Mouse Komputer dan Fungsinya	560
Pengertian Keyboard dan Jenis-Jenisnya	1246
Jenis-jenis Monitor	934
Jenis Kabel USB	671
Pengertian Touchpad	95
Pengertian Processor dan Macam-Macam Processor	1209
Malam Lailatul Qodar	546

Gambar 1. Alur Penelitian

[4] HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengembangan Aplikasi

Objek penelitian yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah artikel.html yang nantinya akan diuji di perangkat lunak dengan enkripsi AES dan stegano *white-space* standar dan *white-space modified*. Maka dibuat perangkat lunak yang diperlukan dalam penelitian berbasis Web. Pembuatan perangkat lunak menggunakan bahasa php dan basis data yang digunakan adalah mysql, ditambah tools pembantu pembuatan web seperti XAMPP dan text editor.

Alur perangkat lunak pada proses enkripsi dan stegano sebagai berikut :

Gambar 2. Alur proses enkripsi dan stegano

Alur perangkat lunak pada proses destegano dan dekripsi sebagai berikut :

Gambar 3. Alur proses destegano dan deskripsi

Enkripsi AES dengan menggunakan library AES128, dengan source code sebagai berikut

```

function aes128Encrypt($key, $data) {
    if(16 !== strlen($key))
        $key = hash('MD5', $key, true);
    $padding = 16 - (strlen($data) % 16);
    
```

```
$data .= str_repeat(chr($padding), $padding);  
return base64_encode(mcrypt_encrypt(MCRYPT_RIJNDAEL_128, $key, $data, MCRYPT_MODE_CBC,  
    str_repeat("\0", 16)));  
}  
function aes128Decrypt($key, $data) {  
    $data = base64_decode($data);  
    if(16 !== strlen($key))  
        $key = hash('MD5', $key, true);  
    $data = mcrypt_decrypt(MCRYPT_RIJNDAEL_128, $key, $data, MCRYPT_MODE_CBC, str_repeat("\0",  
16));  
    $padding = ord($data[strlen($data) - 1]);  
    return substr($data, 0, -$padding);  
}
```

Pengubahan chippertext menjadi biner dan sebaliknya, dengan source code sebagai berikut

```
function bstr2bin($input) {  
    if (!is_string($input)) return null;  
    $bin = "";  
    $array = preg_split('/', $input, -1, PREG_SPLIT_NO_EMPTY);  
    foreach($array as $char) {  
        $hex = unpack('H*', $char);  
        $bin .= sprintf("%08s", base_convert($hex[1], 16, 2));  
    };  
    return $bin;  
}  
  
function bin2bstr($input) {  
    if (!is_string($input)) return null;  
    $hex = "";  
    $array = str_split($input, 8);  
    foreach($array as $bin) {  
        $hex .= pack('H*', sprintf("%02s", base_convert($bin, 2, 16)));  
    }  
    return $hex; //pack('H*', base_convert($input, 2, 16));  
}
```

Proses stegano *white-space* standar, dengan source code sebagai berikut

```
foreach ($split_cover_msg as $row){  
    if ($position < count($split_binStr)){  
        if (ctype_space($row) && $split_binStr[$position] == "1"){  
            $add = array(" ", " ");  
            array_splice($split_cover_msg, $i, 0, $add);  
            $i += 2;  
            $position++;  
        } else if (ctype_space($row) &&  
$split_binStr[$position] == "0"){  
            $add = array(" ");  
            array_splice($split_cover_msg, $i, 0, $add);  
            $i++;  
            $position++;  
        }  
    }  
    $i++;  
}
```

Proses destegano *white-space* standar, dengan source code sebagai berikut

```
function ekstrak_stegano2($str){
    $split_cover_msg=str_split($str);
    // print_r($split_cover_msg);
    $key="";
    for ($i=0;$i<count($split_cover_msg);$i++){
        if (ctype_space($split_cover_msg[$i]) && ctype_space($split_cover_msg[$i+1]) &&
        ctype_space($split_cover_msg[$i+2])){
            $key.="1";
            $i+=2;
            // echo $i." $key". "<br>";
        } else if (ctype_space($split_cover_msg[$i]) && ctype_space($split_cover_msg[$i+1])){
            $key.="0";
            $i+=1;
            // echo $i." $key". "<br>";
        }
        //if ($i>100) break;
    }
    return $key;
}
```

Proses stegano *white-space modified*, dengan source code sebagai berikut

```
$hasil = join($split_cover_msg);
if(in_array($ekstensi, $ekstensi_diperbolehkan) === true){
    if($ukuran < 2044070){
        require_once('koneksi.php');
        $sql = "INSERT INTO tabel_artikel (judul,isi,gambar,tanggal_buat) VALUES
        ('$judul','$isi','$gambar','$tgl')";
        $proses=$koneksi->query($sql);
        if($proses){
            $carikode = mysqli_query($koneksi, "select max(id_artikel) as maxkb from
            tabel_artikel");
            $datakode = mysqli_fetch_array($carikode);
            $id_artikel=$datakode['maxkb'];
            $sql = "INSERT INTO tabel_enkripsi VALUES
            ('$pesan','$key','$cipher','$binStr','$hasil','$versi','$id_artikel')";
            $proses=$koneksi->query($sql);
            move_uploaded_file($file_tmp, '../assets/foto/'.$gambar);
            echo "<script>
            alert('Data berhasil di simpan');
            window.location.href='artikel.php';
            </script>";
        }
    }
}
```

Proses destegano *white-space modified*, dengan source code sebagai berikut

```
function ekstrak_stegano2($str){
    $split_cover_msg=str_split($str);
    $key="";
    for ($i=0;$i<count($split_cover_msg);$i++){
        if (ctype_space($split_cover_msg[$i]) && ctype_space($split_cover_msg[$i+1]) &&
        ctype_space($split_cover_msg[$i+2])){
            $key.="1";
            $i+=2;
        } else if (ctype_space($split_cover_msg[$i]) && ctype_space($split_cover_msg[$i+1])){
            $key.="0";
        }
    }
}
```

```

    $i+=1;
    }
    }
    return $key;
}
    
```

4.2. Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan pada 3 browser berbeda yaitu Google Chrome, Mozilla Firefox dan Internet Explorer. Artikel yang disisipkan pesan rahasia ada 10 artikel dengan 3 format enkripsi berbeda. Berikut tabel hasil yang telah diperoleh :

Tabel 2. Pengujian Google Crome

Banyak Kata Pada Artikel	Judul Artikel	Tidak ada Enkripsi	Ada Enkripsi								Key
			Enkrip		Dekrip	Enkrip		Dekrip	Dekrip		
			versi 1 (+6 & +7)	versi 2 (+1 & +2)		Modified					
		Size (bytes)	Status	Size (bytes)	Status	Status	Size (bytes)	Status	Size (bytes)	Status	
521	1GC Cara menghidupkan komputer dan laptop yang baik dan benar	331.776	Sukses	333.312	Sukses BT	Sukses	332.288	Sukses BT	332.288	Sukses	1
307	2GC Cara mengatasi laptop tidak mau hidup atau menyala	368.128	Sukses	369.664	Gagal	Sukses	368.640	Gagal	368.640	Sukses	12
321	3GC Pengertian SSD	323.584	Sukses	324.608	Sukses BT	Sukses	324.096	Sukses BT	324.096	Sukses	123
560	4GC Pengertian Mouse Komputer dan Fungsinya	391.168	Sukses	392.192	Sukses BT	Sukses	391.680	Sukses BT	391.680	Sukses	1234
1246	5GC Pengertian Keyboard dan Jenis-Jenisnya	340.480	Sukses	341.504	Sukses BT	Sukses	340.480	Sukses BT	340.480	Sukses	12345
934	6GC Jenis-jenis Monitor	351.232	Sukses	352.256	Sukses BT	Sukses	351.744	Sukses BT	351.744	Sukses	123456

671	7GC Jenis Kabel USB	337.408	Suk ses	338.432	Suk ses BT	Suk ses	337.920	Suk ses BT	337.920	Suk ses	1234567
95	8GC Pengertian Touchpad	361.984	Suk ses	362.496	Gagal	Suk ses	361.984	Gagal	361.984	Gagal	12345678
1209	9GC Pengertian Processor dan Macam-Macam Processor	398.336	Suk ses	399.360	Suk ses BT	Suk ses	398.336	Suk ses BT	398.336	Suk ses	123456789
546	10GC Malam Lailatul Qodar	327.168	Suk ses	328.192	Suk ses BT	Suk ses	327.168	Suk ses BT	327.168	Suk ses	1234567890

Tabel 3. Pengujian Pengujian Mozilla Firefox

Banyak Kata Pada Artikel	Judul Artikel	Tidak ada Enkripsi	Ada Enkripsi								Key
			Enkrip		Dekrip	Enkrip		Dekrip	Dekrip		
			versi 1 (+6 & +7)			versi 2 (+1 & +2)			Modified		
		Size (bytes)	Status	Size (bytes)	Status	Status	Size (bytes)	Status	Size (bytes)	Status	
521	1GC Cara menghidupkan komputer dan laptop yang baik dan benar	331.776	Sukses	333.312	Sukses BT	Sukses	332.288	Sukses BT	332.288	Sukses	1
307	2GC Cara mengatasi laptop tidak mau hidup atau menyala	368.128	Sukses	369.664	Gagal	Sukses	368.640	Gagal	368.640	Sukses	12
321	3GC Pengertian SSD	323.584	Sukses	324.608	Sukses BT	Sukses	324.096	Sukses BT	324.096	Sukses	123
560	4GC Pengertian Mouse Komputer dan Fungsinya	391.168	Sukses	392.192	Sukses BT	Sukses	391.680	Sukses BT	391.680	Sukses	1234
1246	5GC Pengertian Keyboard	340.480	Sukses	341.504	Sukses BT	Sukses	340.480	Sukses BT	340.480	Sukses	12345

Banyak Kata Pada Artikel	Judul Artikel	Tidak ada Enkripsi	Ada Enkripsi								Key
			Enkrip		Dekrip	Enkrip		Dekrip	Dekrip		
			versi 1 (+6 & +7)	Size (bytes)		versi 2 (+1 & +2)	Size (bytes)		Modified	Size (bytes)	
Stat us	Stat us	Stat us	Stat us		Stat us	Stat us					
934	dan Jenis-Jenisnya 6GC Jenis-jenis Monitor	351.232	Sukses	352.256	Sukses BT	Sukses	351.744	Sukses BT	351.744	Sukses	123456
671	7GC Jenis Kabel USB	337.408	Sukses	338.432	Sukses BT	Sukses	337.920	Sukses BT	337.920	Sukses	1234567
95	8GC Pengertian Touchpad	361.984	Sukses	362.496	Gagal	Sukses	361.984	Gagal	361.984	Gagal	12345678
1209	9GC Pengertian Processor dan Macam-Macam Processor	398.336	Sukses	399.360	Sukses BT	Sukses	398.336	Sukses BT	398.336	Sukses	123456789
546	10GC Malam Lailatul Qodar	327.168	Sukses	328.192	Sukses BT	Sukses	327.168	Sukses BT	327.168	Sukses	1234567890

Tabel 4. Pengujian Internet Explorer

Banyak Kata Pada Artikel	Judul Artikel	Tidak ada Enkripsi	Ada Enkripsi								Key
			Enkrip		Dekrip	Enkrip		Dekrip	Dekrip		
			versi 1 (+6 & +7)			versi 2 (+1 & +2)			Modified		
			Status	Size (bytes)		Status	Size (bytes)		Status	Size (bytes)	
521	1GC Cara menghidupkan komputer dan laptop yang baik dan benar	394.240	Sukses	395776	Sukses BT	Sukses	394.752	Sukses BT	394.752	Sukses	1
307	2GC Cara mengatasi laptop tidak mau hidup atau menyala	430.592	Sukses	432.128	Gagal	Sukses	431.104	Gagal	431.104	Sukses	12

321	3GC Pengertian SSD	386.0 48	Suk ses	387. 584	Suk ses BT	Suk ses	386.5 60	Suk ses BT	386.5 60	Suk ses	123
560	4GC Pengertian Mouse Komputer dan Fungsinya	453.6 32	Suk ses	455. 168	Suk ses BT	Suk ses	454.1 44	Suk ses BT	454.1 44	Suk ses	1234
1246	5GC Pengertian Keyboard dan Jenis- Jenisnya	402.9 44	Suk ses	404. 480	Suk ses BT	Suk ses	403.4 56	Suk ses BT	403.4 56	Suk ses	12345
934	6GC Jenis- jenis Monitor	414.2 08	Suk ses	415. 232	Suk ses BT	Suk ses	414.2 08	Suk ses BT	414.2 08	Suk ses	123456
671	7GC Jenis Kabel USB	399.8 72	Suk ses	401. 408	Suk ses BT	Suk ses	400.3 84	Suk ses BT	400.3 84	Suk ses	1234567
95	8GC Pengertian Touchpad	424.4 48	Suk ses	424. 960	Gag al	Suk ses	424.4 48	Gag al	424.4 48	Suk ses	1234567 8
1209	9GC Pengertian Processor dan Macam- Macam Processor	460.8 00	Suk ses	462. 336	Suk ses BT	Suk ses	461.3 12	Suk ses BT	461.3 12	Suk ses	1234567 89
546	10GC Malam Lailatul Qodar	389.6 32	Suk ses	391. 168	Suk ses BT	Suk ses	390.1 44	Suk ses BT	390.1 44	Suk ses	1234567 890

Gambar 4. Grafik Perbandingan keberhasilan

Berdasarkan gambar 2, bahwa adanya tingkat keberhasilan dalam melakukan enkripsi dan dekripsi dengan steganografi *white-space*. Pada penggunaan steganografi *white-space* standar, tanpa adanya enkripsi AES, proses penyisipan berhasil secara keseluruhan pada semua browser. Kemudian steganografi *white-space* ini diimplementasikan dengan menggunakan enkripsi AES, menghasilkan proses enkripsi pada semua browser berhasil, tetapi pada proses dekripsi berhasil tetapi terjadi penambahan biner dengan karakter tidak dikenali.

Tetapi dengan implementasi *white-space modified*, hasil enkripsi berhasil dan hasil dekripsi berhasil 90% keatas, tanpa ada terjadi penambahan biner. Pada browser Internet Explorer, seluruh proses berhasil dilakukan baik enkripsi maupun dekripsi pada seluruh artikel.

Gambar 5. Grafik Perbandingan besar data

Pada Internet Explorer menghasilkan ukuran data yang lebih besar di bandingkan dengan dua *web browser* sebelumnya. Hal ini disebabkan karena hasil *request* dari server menggunakan tahapan yang berbeda, dan ini berbanding terbalik dengan keberhasilan Internet Explorer dalam memproses enkripsi AES dan steganografi *white-space modified*.

Penggunaan *Web browser* tidak berpengaruh pada Steganografi metode *white space modified*. Persentase ukuran file yang dihasilkan antara *browser* Chrome dan Mozilla Firefox 100% sama. Pada Internet Explorer saja persentase ukuran filenya yang berbeda, ukuran file yang dihasilkan lebih besar dibandingkan *browser* chrome dan mozilla.

[5] KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka diperoleh kesimpulan dari hasil pembahasan sebagai berikut:

- Bahwa penggunaan AES dan *white-space* standar, keberhasilan hanya 80%, dan juga terjadi tambahan biner yang menghasilkan karakter tidak dikenal. Sedangkan penggunaan *white-space modified* dapat meningkatkan keberhasilan penggunaan enkripsi AES pada HTML5. Browser Internet Explorer memiliki keberhasilan 100%, walaupun Chrome dan Mozilla Firefox masih berhasil hingga 90%. Hal ini terjadi karena pengaruh tabulasi ruang kosong yang banyak digunakan pada artikel dari internet.
- Perubahan data yang terjadi setelah dilakukan perbandingan antara data yang terenkripsi dengan yang tidak ada enkripsi. Persentase perubahan data sangat kecil kurang dari satu persen bahkan mencapai kurang dari setengah persen. Sedangkan besaran file data penggunaan enkripsi AES dengan *white-space* dan *white-space modified* memperlihatkan adanya perubahan besaran data terbesar yaitu pada browser Internet Explorer, sedangkan Google Chrome dan Mozilla Firefox sama persis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Stanimir Zhelezov S., Uzunova B., Paraskevov D. H., 2017. *An Approach For Hiding Steganography Data Within Web Applications*. Faculty of Mathematics and Computer Science, Shumen University, 115, Universitetska St, 9700 Shumen, Bulgaria.
- [2] Afif, Muhammad S. 2019. Analisis Implementasi Steganografi Modified White Space pada Data Terenkripsi AES untuk Menyembunyikan Pesan dalam HTML. Skripsi Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- [3] Usman, Nurdin. 2002. *Konteks Implementasi Berbasis Kurikulum*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta. Indonesia.
- [4] Khan F. R. & Sher M. 2012. *Innocuous Communication via HTML Hiding Data in Plain Sight*. King Fahd University of Petroleum and Minerals. Arab Saudi.
- [5] Cox, Ingemar J,(2008), "*Digital Watermarking and Steganography Second Edition*", Poytechnic University, Fox, Virginia.
- [6] Mary S. R.M., & Euphrasia K.R. 2016. *Data Security Through Qr Code Encryption And Steganography*. Dept. of Comp. Sci. and Applications, Gandhigram Rural Institute, Deemed University Gandhigram, TamilNadu. India.
- [7] Odeh A, Khaled E., dkk. 2014. *Novel Steganography over HTML*. Department of Computer Science & Engineering, University of Bridgeport. Bridgeport. USA.
- [8] Prerna Mahajan P. & Sachdeva A. 2013. *A Study of Encryption Algorithms AES, DES and RSA for Security*. Volume 13 Issue 15 Version 1.0. Global Journals Inc. USA.
- [9] Suryana T, Amarullah A. 2004. *Pengantar Internet dan HTML*. Universitas Komputer Indonesia. Bandung. Indonesia.
- [10] Herteno, R. (2019). *Steganografi Untuk Pesan Terenkripsi Menggunakan Algoritma Kriptografi Rsa-Crt di Android*. KLIK-KUMPULAN JURNAL ILMU KOMPUTER, 6, 16–26. doi: <http://dx.doi.org/10.20527/klik.v6i1.246>