ANALISA METODE SHA384 UNTUK MENDETEKSI ORISINALITAS CITRA DIGITAL

Putri M. Simanullang¹, Sinar Sinurat², Imam Saputra³

Program Studi Teknik Informatika STMIK Budi Darma, Medan, Indonesia
Email: ¹putrimsimanullang05@gmail.com

Abstrak

Kriptografi digunakan untuk menjaga keamanan dari suatu isi atau informasi yang bersifat pribadi dari siapapun kecuali yang memiliki otoritas atau kunci rahasia untuk membuka informasi yang telah disandi. Seiring perkembangan teknologi dan komputer sekarang, peningkatan kejahatan komputer pun semakin meningkat terutama dalam manipulasi citra. Banyak cara yang di gunakan dan dilakukan orang untuk memanipulasi citra yang berdampak merugikan orang lain. Orisinalitas citra digital adalah keaslian dari citra tersebut baik dari segi warna, bentuk, objek dan informasi tanpa ada perubahan sedikitpun dari pihak lain. Saat ini banyak citra digital yang beredar di internet yang sudah di manipulasi dan bahkan citra sudah digunakan untuk bahan kecurangan dalam kompetisi, sehingga dibutuhkan suatu metode yang bisa untuk mendeteksi citra tersebut asli atau palsu seperti halnya ijazah. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode SHA-384 untuk mendeteksi orisinalitas citra digital, dengan menggunakan metode ini citra yang masih diragukan keasliannya dapat di ketahui citra tersebut asli atau palsu.

Kata kunci: Orisinalitas, Citra, SHA-384

Abstract

Cryptography is used to maintain the security of content or information that is personal from anyone except those who have the authority or secret key to open the information that has been encoded. Along with the development of technology and computers now, the increase in computer crime has also increased, especially in image manipulation. Many methods are used and carried out by people to manipulate images that have a detrimental effect on others. The originality of a digital image is the authenticity of the image in terms of colors, shapes, objects and information without the slightest change from the other party. Nowadays many digital images circulating on the internet have been manipulated and even images have been used for material fraud in the competition, so we need a method that can detect the image is authentic or fake like a diploma. In this study, the authors used the SHA-384 method to detect the originality of digital images, using this method an image that is still doubtful of its authenticity can be found out that the image is authentic or fake.

Keywords: Originality, Citra, SHA-384

1. PENDAHULUAN

Gambar (citra) sering digunakan dalam menyajikan informasi. Gambar pun tidak lepas dari masalah keamanan, salah satu masalah yang umum ditemui pada gambar adalah data tersebut dapat diambil oleh pihak yang tidak berhak dan tidak bertanggung jawab yang kemudian disalahgunakan untuk hal-hal yang tidak diinginkan. Kriptografi berperan penting dalam layanan keamanan seperti kerahasiaan, integritas data, otentikasi dan pencegahan penyangkalan dalam bentuk file maupun citra digital [1]. Kriptografi menggunakan berbagai macam teknik dalam upaya untuk mengamankan data termasuk gambar. Penyandian data gambar melalui media elektronik memerlukan suatu proses yang dapat menjamin keamanan data gambar dan keutuhan dari data gambar tersebut [2]. Data gambar tersebut harus tetap rahasia dengan bertujuan untuk menjaga kerahasiaannya terhadap orang-orang yang tidak berhak.

Misalnya masalah keaslian ijazah sangat penting dilakukan karena banyak pemalsuan ijazah terjadi. Baik itu oleh perusahaan yang akan menerima karyawan, pendaftaran calon pimpinan atau kepala daerah, penerimaan CPNS, maupun oleh para pemilik ijazah itu sendiri. Karena canggihnya teknologi sekarang ini, memalsukan ijazah pun sudah sangat mungkin dilakukan oleh pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab. Apalagi ketatnya persaingan kerja, persaingan kursi jabatan dan mahalnya nilai yang harus dikeluarkan untuk mendapatkan sebuah ijazah. Jadi dalam penerapan untuk membuktikan bahwa ijazah tersebut asli atau sudah pernah dimanipulasi dengan memerlukan fungsi *hash* dan metode SHA384. Fungsi *hash* yaitu fungsi yang menerima masukan string yang panjangnya sembarang dan mengonversinya menjadi *string* keluaran yang panjangnya tetap. Fungsi *hash* menghasilkan keluaran yang dinamakan *Message Digest (MD)*. *Federal Information Processing Standards (FIPS)* menetapkan standar kriptografi untuk ijazah digital adalah *Digital Signature Standard (DSS)*. Dalam implementasinya, terdapat begitu banyak variasi metode *Digital signature*, salah satunya adalah *DSSR*. *DSSR* dapat diimplementasikan dalam banyak hal, salah satunya adalah untuk legalisasi digital suatu ijazah dan transkrip nilai seseorang. SHA-384 didefinisikan dengan cara yang sama persis seperti SHA-512 dengan dua pengecualian berikut: (1) nilai *hash* awal $H^{(0)}$ didasarkan pada bagian fraksional dari akar kuadrat dari bilangan prima ke sembilan hingga ke enam belas, (2) *hash* 384 bit terakhir diperoleh dengan memotong *hash* berbasis SHA-512 yang diletakkan di sebelah paling kiri 384 bit. Kelebihan dari metode SHA384 yaitu perubahan sekecil apapun pada data asli akan membuat nilai *hash* yang sangat jauh berbeda, sehingga cukup mudah untuk memeriksa keaslian data, memiliki ukuran *message digest* 512/384 bit, ukuran blok pesan 1024 bit dan

tidak kolisi. Kekurangan dari metode ini adalah memiliki kemungkinan untuk terjadi bentrokan, hal ini tidak dapat dihindari untuk semua fungsi *hash*, namun ada beberapa fungsi *hash* dibuat khusus untuk menghindari terjadinya bentrokan.

2. TEORITIS

2.1 Kriptografi

Kriptografi (*cryptography*) berasal dari bahasa Yunani, yaitu *cryptos* yang berarti *secret* (rahasia), sedangkan *graphien* artinya *writing* (tulisan). Jadi secara asal bahasa kriptografi berarti *secret writing* (tulisan rahasia). Kriptografi memiliki beberapa definisi. Salah satu definisi kriptografi adalah ilmu yang mempelajari teknik-teknik matematika yang berhubungan dengan aspek keamanan informasi seperti kerahasiaan, integritas data, serta otentifikasi [3].

2.2 SHA-384

SHA-384 (384 bit) adalah bagian dari rangkaian fungsi *hash* kriptografis SHA-2, yang dirancang oleh Badan Keamanan Nasional AS (NSA) dan diterbitkan pada tahun 2001 oleh NIST sebagai Standar Pemrosesan Informasi Federal AS (FIPS). Fungsi *hash* adalah algoritma yang mengubah (*hashes*) set elemen data yang sewenang-wenang, seperti file teks, menjadi nilai panjang tetap tunggal (*hash*). Nilai *hash* yang dikomputasi kemudian dapat digunakan untuk memverifikasi integritas salinan data asli tanpa menyediakan sarana apa pun untuk memperoleh data asli tersebut. Tidak dapat diubah lagi, nilai *hash* dapat didistribusikan secara bebas, disimpan, dan digunakan untuk tujuan perbandingan. SHA adalah singkatan dari *Secure Hash Algorithm*. SHA-2 mencakup sejumlah besar perubahan dari pendahulunya [4].

Langkah-Langkah Metode SHA-384:

1. Struktur SHA-384

Fungsi *hash* SHA-384 menghasilkan *digest* berukuran 384 bit dengan menggunakan iterasi blok pesan berukuran 1024 bit. Struktur SHA-384 dengan nilai $m = 384$ dan $n = 1024$. Pada awalnya pesan ditambah terlebih dahulu dengan *padding* agar memiliki panjang yang habis dibagi dengan 1024. Nilai H_0 (*digest* awal) ditentukan terlebih dahulu, kemudian secara berulang menghabiskan H_i dengan memanggil fungsi kompresi yang memiliki 2 masukan, yaitu H_{i-1} dan M_i (blok pesan ke- i) [5].

2. Padding

Sebelum pesan asli M dihitung nilai *digest*-nya oleh fungsi kompresi, hal pertama yang dilakukan adalah menambah *padding* dan informasi panjang M . Total jumlah bit pesan asli M , *padding* dan informasi panjang M harus merupakan kelipatan 1024 bit. Nilai *padding* yang digunakan adalah 100...0 dengan panjang *padding* yang bervariasi. Sedangkan panjang informasi panjang pesan asli adalah 96 bit. Ukuran *padding* dapat dihitung dengan [5]:

Gambar 1. Padding pada fungsi *hash* SHA-384

3. Fungsi Kompresi SHA-384

Fungsi kompresi SHA-384 memiliki 2 masukan: *digest* blok sebelumnya atau *digest* inisial berukuran 384 bit dan blok pesan terkini dengan ukuran 1024 bit. Pengolahan pada fungsi kompresi berorientasi *word* berukuran 64 bit. Fungsi kompresi terdiri dari 80 ronde dengan masukan ronde ke- i adalah 8 *word* konstan K_i [5].

4. Digest Inisial

Fungsi *hash* SHA-384 menggunakan nilai *digest* awal yang sudah diterapkan. Nilai *digest* inisial merupakan 8 *word* yang diambil dari bagian pecahan pada akar kuadrat 8 bilangan prima pertama yaitu {2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19} seperti yang ditunjukkan oleh tabel 2.1 [5].

5. Ekspansi Words

Blok pesan berukuran 1024 bit atau 16 *word*, tetapi pada fungsi kompresi SHA-384 terdiri dari 80 ronde sehingga dibutuhkan 80 *words*.

Tabel 1. Nilai *digest* inisial dalam heksadesimal

$H_0[0]$	6A09E667F3BCC908
$H_0[1]$	BB67AE8584CAA73B
$H_0[2]$	3C6EF372FE94F82B
$H_0[3]$	A54FF53A5F1D36F1
$H_0[4]$	510E527FADE682D1

$H_0[5]$	9B05688C2B3E6C1F
$H_0[6]$	1F83D9ABFB41BD6B
$H_0[7]$	5BE0CD19137E2179

Karena tiap ronde membutuhkan 1 *word*, maka dibutuhkan algoritma ekspansi *words* yang membuat 80 *word* dengan masukan 16 *word* blok pesan.

Misalnya *word* hasil keluaran ekspansi *words* adalah $W_0, W_1, \dots, W_{79}$. Maka ekspansi *words* menetapkan $W_0, \dots, W_{15}$ bernilai sama dengan blok pesan sedangkan untuk *word* selanjutnya dilakukan perhitungan dengan persamaan berikut:

$$W_i = W_{i-16} + \text{RotShift}_{1-8-7}(W_{i-15}) + W_{i-7} + \text{RotShift}_{19-16-6}(W_{i-2}) \dots \dots \dots (1)$$

Dengan + adalah operator penjumlahan modulus 2^{64} dan fungsi RotShift_{1-m-n} didefinisikan sebagai berikut:

$$\text{RotShift}_{1-m-n}(x) = \text{RotShift}_1(x) \text{ RotR}_m(x) \text{ ShL}_n(x) \dots \dots \dots (2)$$

Dengan RotR adalah fungsi bit geser berputar ke kanan dan ShL adalah fungsi bit geser ke kiri [5].

6. Struktur Tiap Ronde

Setiap ronde pada fungsi kompresi SHA-384 mengubah nilai *digest* dengan cara menggeser ke kanan *digest* dalam satu *word*, namun untuk *word* ke-0 dan 4 diisi dari perhitungan khusus seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.5. Ronde SHA-384 menggunakan 4 fungsi khusus yang beroperasi pada level bit, yaitu *majority*, *rotate*, *conditional* dan + yang didefinisikan berikut:

Ronde i

$$T = w + K + H + \text{conditional}(E, F, G) + \text{rotate}(E)$$

$$X = \text{majority}(A, B, C) + \text{rotate}(A) + T$$

$$Y = T + D$$

Gambar 2. Struktur ronde pada fungsi kompresi SHA-384

7. Fungsi hash SHA384

Fungsi *hash* SHA-384 memiliki masukan pesan dengan ukuran lebih kecil dari pada 2^{96} dan keluaran sebuah *digest* berukuran 384 bit. Fungsi *hash* menggunakan fungsi kompresi secara berulang dengan membagi pesan menjadi N blok berukuran 1024 bit. Fungsi *hash* menerima masukan sebuah pesan, indeks awal pesan dan panjang pesan dan mengembalikan *message digest* pesan. Berikut ini beberapa nilai *message digest* yang dikembalikan oleh fungsi *hash* [5]:

Hash (" ") =

CF83E1357EEFB8BDF1542850D66D8007D620E4050B5

715DC83F4A921D36CE47D0D13C5D85F2B0FF8318

D2877EEC2F63B931BD47417A81A538327AF927DA3E

Hahs ("abc") =

DDAF35A193617ABACC417349AE20413112E6FA4E89A

97EA20A9EEEE64B55D39A2192992A274FC1A836BA3C

23A3FEEBBD454D4423643CE80E2A9AC94FA54CA49F

Hahs ("The quick brown fox jumps over the lazy dog") =

07E547D9586F6A73F73FBAC0435ED76951218FB7D0C

8D788A309D785436BBB642E93A252A954F23912547D

1E8A3B5ED6E1BFD7097821233FA0538F3DB854FEE6

8. Keamanan SHA384

Fungsi *hash* SHA-384 dapat dinilai tingkat keamanan nya dengan mengevaluasi ketahanan terhadap 3 serangan fungsi *hash*, yaitu: serangan *preimage*, serangan *second preimage* dan serangan *collision*. Menurut pengembangnya SHA-384 tahan terhadap ketiga serangan tersebut karena memiliki ukuran *digest* yang besar, yaitu 384 bit sehingga mempersiapkan serangan *preimage*, *second preimage* dan *collision* membutuhkan sangat banyak pesan yang membuat serangan menjadi tidak layak [5].

Kontanta yang sudah menjadi ketetapan yaitu:

428a2f98d728ae22	7137449123ef65cd	b5c0fbcfec4d3b2f	e9b5dba58189dbbc
3956c25bf348b538	59f111f1b605d019	923f82a4af194f9b	ab1c5ed5da6d8118
d807aa98a3030242	12835b0145706fbc	243185be4ee4b28c	550c7dc3d5ffb4e2
72be5d74f27b896f	80deb1fe3b1696b1	9bdc06a725c71235	c19bf174cf692694
e49b69c19ef14ad2	efbe4786384f25e3	0fc19dc68b8cd5b5	240ca1cc77ac9c65
2de92c6f592b0275	4a7484aa6ea6e483	5cb0a9dcdb41fbd4	76f988da831153b5
983e5152ee66dfab	a831c66d2db43210	b00327c898fb213f	bf597fc7beef0ee4
c6e00bf33da88fc2	d5a79147930aa725	06ca6351e003826f	142929670a0e6e70

27b70a8546d22ffc	2e1b21385c26c926	4d2c6dfc5ac42aed	53380d139d95b3df
650a73548baf63de	766a0abb3c77b2a8	81c2c92e47edae6	92722c851482353b
a2bfe8a14cf10364	a81a664bbc423001	c24b8b70d0f89791	c76c51a30654be30
d192e819d6ef5218	d69906245565a910	f40e35855771202a	106aa07032bbd1b8
19a4c116b8d2d0c8	1e376c085141ab53	2748774cdf8eeb99	34b0bcb5e19b48a8
391c0cb3c5c95a63	4ed8aa4ae3418acb	5b9cca4f7763e373	682e6ff3d6b2b8a3
748f82ee5defb2fc	78a5636f43172f60	84c87814a1f0ab72	8cc702081a6439ec
90beffa23631e28	a4506cebbe82bde9	bef9a3f7b2c67915	c67178f2e372532b
ca273eacea26619c	d186b8c721c0c207	eada7dd6cde0eb1e	f57d4f7fee6ed178
06f067aa72176fba	0a637dc5a2c898a6	113f9804bef90dae	1b710b35131c471b
28db77f523047d84	32caab7b40c72493	3c9ebe0a15c9bebc	431d67c49c100d4c
4cc5d4becb3e42b6	597f299cfc657e2a	5fcb6fab3ad6faec	6c44198c4a475817

3 ANALISA DAN PEMBAHASAN

Analisa adalah penguraian dari suatu pembahasan, dalam hal ini pembahasan mengenai metode SHA-384 untuk mendeteksi orisinalitas citra digital pada hasil *scan* ijazah. Dalam hal ini yang dideteksi atau diamankan adalah sebuah citra yang dapat mewakili banyak informasi yang bersifat rahasia atau penting. Lemahnya pengetahuan tentang keamanan data gambar memudahkan para *manipulaive* merekayasa citra seperti *manipulation*, *editing*, *duplicating*, sehingga perlu dilakukan pendeteksian untuk mengetahui keaslian dari citra tersebut. Salah satu solusi yang dapat digunakan untuk menangani permasalahan tersebut adalah dengan teknik kriptografi yaitu menggunakan metode SHA-384.

3.1 Penerapan Metode SHA-384

Dalam penyelesaian metode SHA-384 untuk mendeteksi orisinalitas citra digital yaitu hasil scan ijazah diperlukan input atau yang pertama ditentukan adalah ukuran citra yang dideteksi yaitu 5 x 5. Jadi dalam penerapan untuk membuktikan bahwa ijasah tersebut asli atau sudah pernah dimanipulasi dengan memerlukan fungsi *hash* dan metode SHA384. Fungsi *hash* yaitu fungsi yang menerima masukan string yang panjangnya sembarang dan mengonversinya menjadi *string* keluaran yang panjangnya tetap. Seperti gambar di bawah ini:

Gambar 3. Input hasil scan ijazah dan area yang dideteksi

Untuk SHA-384, setiap blok pesan memiliki 1024 bit, yang direpresentasikan sebagai urutan enam belas 64-bit kata. SHA-384 menggunakan enam fungsi logis, dimana setiap fungsi beroperasi pada kata-kata 64-bit, yang direpresentasikan sebagai x, y, dan z. Hasil dari setiap fungsi adalah 64-bit kata yang baru. Berikut nilai desimal dari gambar yang dideteksi dengan ukuran 5 x 5:

247	248	250	250	251
250	250	251	251	251
251	252	252	252	253
253	253	252	252	252
253	253	252	252	253

Tabel 2. Input Hexadesimal

F7	F8	FA	FA	FB
FA	FA	FB	FB	FB
FB	FC	FC	FC	FD

FD	FD	FC	FC	FC
FD	FD	FC	FC	FD

Setelah nilai hexsadesimalnya diketahui, maka nilai tersebut konversikan ke bilangan biner. Seperti tabel dibawah ini:

Tabel 3. Biner dari area yang dideteksi

11110111	11111000	11111010	11111010	11111011
11111010	11111010	11111011	11111011	11111011
11111011	11111100	11111100	11111100	11111101
11111101	11111101	11111100	11111100	11111100
11111101	11111101	11111100	11111100	11111101

Berikut langkah- langkah perhitungan nilai *pixel* dari citra digital menggunakan metode SHA-384 yang terdiri dari 0 - 79 putaran.

1. Penambahan *padding* bit:

$$l + 1 + k = 896 \text{ mod } 1024$$

$$l \rightarrow 5 \times 5 = 25$$

$$25 \times 8 = 200$$

$$\text{Jadi, } l + 1 + k = 896 \text{ mod } 1024 \rightarrow 200 + 1 + k = 896 \text{ mod } 1024$$

$$k = 896 - 201 \text{ mod } 1024$$

$$k = 695 \text{ mod } 1024$$

$$k = 695$$

$$M = 11110111 \ 11111000 \ 11111010 \ 11111010 \ 1000000 \dots 0000$$

$$M = 11110111 \ 11111000 \ 11111010 \ 11111010 \ 1000000 \dots 0000 \dots 11001000$$

Lakukan penambahan bit sebanyak 695 dan penambahan panjang pesan sebanyak 64 bit

Tabel 4. Penambahan Bit dan Penambahan Pesan

$M^{(0)}$	11110111	11111000	11111010	11111010
	11111011	11111010	11111010	11111011
$M^{(1)}$	11111011	11111011	11111011	11111100
	11111100	11111100	11111101	11111101
$M^{(2)}$	11111101	11111100	11111100	11111100
	11111101	11111101	11111100	11111100
$M^{(3)}$	11111101	10000000	00000000	00000000
	00000000	00000000	00000000	00000000
$M^{(4)}$	00000000	00000000	00000000	00000000
	00000000	00000000	00000000	00000000
$M^{(5)}$	00000000	00000000	00000000	00000000
	00000000	00000000	00000000	00000000
$M^{(6)}$	00000000	00000000	00000000	00000000
	00000000	00000000	00000000	00000000
$M^{(7)}$	00000000	00000000	00000000	00000000
	00000000	00000000	00000000	00000000
$M^{(8)}$	00000000	00000000	00000000	00000000
	00000000	00000000	00000000	00000000
$M^{(9)}$	00000000	00000000	00000000	00000000
	00000000	00000000	00000000	00000000
$M^{(10)}$	00000000	00000000	00000000	00000000
	00000000	00000000	00000000	00000000
$M^{(11)}$	00000000	00000000	00000000	00000000
	00000000	00000000	00000000	00000000
$M^{(12)}$	00000000	00000000	00000000	00000000

	00000000	00000000	00000000	00000000
M ⁽¹³⁾	00000000	00000000	00000000	00000000
	00000000	00000000	00000000	00000000
M ⁽¹⁴⁾	00000000	00000000	00000000	00000000
	00000000	00000000	00000000	00000000
M ⁽¹⁵⁾	00000000	00000000	00000000	00000000
	00000000	00000000	00000000	11001000

2. Penjadwalan pesan

$$\begin{aligned}
 &M_t \quad 0 \leq t \leq 15 \\
 &W_t = \begin{cases} M_t & 0 \leq t \leq 15 \\ S_1^{(512)}(W_{t-2}) + W_{t-7} + S_0^{(512)}(W_{t-15}) + W_{t-16} & 16 \leq t \leq 79 \end{cases} \\
 &S_0^{(512)}(x) = \text{ROTR}^1(x) \oplus \text{ROTR}^8(x) \oplus \text{SHR}^7(x) \\
 &S_1^{(512)}(x) = \text{ROTR}^{19}(x) \oplus \text{ROTR}^{61}(x) \oplus \text{SHR}^6(x) \\
 &W_t = \text{pesan ke } t \text{ yang baru mulai dari 16 sampai 79} \\
 &W_{16} = S_1^{(512)}(W_{16-2}) + W_{16-7} + S_0^{(512)}(W_{16-15}) + W_{16-16} \\
 &W_{16} = S_1^{(512)}(W_{14}) + W_9 + S_0^{(512)}(W_1) + W_0 \\
 &S_0^{(512)}(W_1) = \text{ROTR}^1(W_1) \oplus \text{ROTR}^8(W_1) \oplus \text{SHR}^7(W_1) \\
 &\Rightarrow \begin{array}{cccccccccccccccc} 11110111 & 11110111 & 11110111 & 11111001 & 11111001 & 11111001 & 11111011 & 11111010 \\ 11111011 & 11111011 & 11111100 & 11111100 & 11111100 & 11111101 & 11111101 & 00000000 \\ 11111101 & 11111101 & 11111110 & 01111110 & 01111110 & 01111110 & 11111110 & 10000000 \end{array} \oplus \\
 &\begin{array}{cccccccccccccccc} 11111101 & 11111101 & 11111110 & 01111110 & 01111110 & 01111110 & 11111110 & 10000000 \end{array} \\
 &S_1^{(512)}(W_{14}) = \text{ROTR}^{19}(W_{14}) \oplus \text{ROTR}^{61}(W_{14}) \oplus \text{SHR}^6(W_{14}) \\
 &\Rightarrow \begin{array}{cccccccccccccccc} 00000000 & 00000000 & 00000000 & 00000000 & 00000000 & 00000000 & 00000000 & 00000000 \\ 00000000 & 00000000 & 00000000 & 00000000 & 00000000 & 00000000 & 00000000 & 00000000 \\ 00000000 & 00000000 & 00000000 & 00000000 & 00000000 & 00000000 & 00000000 & 00000000 \end{array} \oplus \\
 &\begin{array}{cccccccccccccccc} 00000000 & 00000000 & 00000000 & 00000000 & 00000000 & 00000000 & 00000000 & 00000000 \\ 00000000 & 00000000 & 00000000 & 00000000 & 00000000 & 00000000 & 00000000 & 00000000 \\ 11111101 & 11111101 & 11111110 & 01111110 & 01111110 & 01111110 & 11111110 & 10000000 \\ 11110111 & 11111000 & 11111010 & 11111010 & 11111011 & 11111010 & 11111010 & 11111011 \end{array} + \\
 &\begin{array}{cccccccccccccccc} 11110101 & 11110110 & 11111001 & 01111001 & 01111010 & 01111001 & 11111001 & 01111011 \end{array}
 \end{aligned}$$

Diatas adalah langkah penjadwalan pesan, untuk hasil keseluruhan dari penjadwalan pesan tersebut dibuat ke dalam tabel dengan melakukan langkah yang sama untuk mencari pesan berikutnya, hasilnya adalah seperti tabel di bawah berikut:

Tabel 5. Hasil Nilai Penjadwalan Pesan dari Biner ke Hexadesimal

W0=f7f8fafafbfafbf	W21=bb4cb53eeb7ea000	W42=e1f8f118d61d780	W63=f5f6f9797a02f97b
W1=fbfbfbfcfcfcfdfd	W22=c1be0a3a45bbc0c8	W43=efad621e771fc8a0	W64=f5f6f9797a79f97b
W2=fdcfcfcfdfdfcf	W23=70d10dc95a21f97b	W44=1f8f118d61d780c8	W65=1536f9797a79f97b
W3=fd80000000000000	W24=33c81ac764e6ddf5	W45=d8054b1e14ad2202	W66=12ef35dc271f4c48
W4=0000000000000000	W25=c97c2de7974aba7c	W46=40d8054b1e14ad00	W67=12ef35dc271f4780
W5=0000000000000000	W26=c81fd33a28227a80	W47=866d46dd1b754e00	W68=12ef35dc271f52c8
W6=0000000000000000	W27=b908026636458e00	W48=6d46dd1b754e0000	W69=10edb5dc271f40c8
W7=0000000000000000	W28=597244d8c81d4000	W49=ad621e771fc8a000	W70=12eff5fc271f40c8
W8=0000000000000000	W29=12ef35dc271f40c8	W50=cfab5138a9785175	W71=96af35dc271f46c8
W9=0000000000000000	W30=eb2884a16172a70b	W51=12ef35dc271f40d0	W72=f2ef35dc271f47c8
W10=0000000000000000	W31=2f5ca1f0d86d4534	W52=52ef35dc271f4040	W73=32ef35dc271f0000
W11=0000000000000000	W32=74bf6e1c4c49cf21	W53=33c81ac764e6dd80	W74=cf8b513829785100
W12=0000000000000000	W33=cf8b513829785175	W54=33c81ac764e6ddc8	W75=cf8b513829780000
W13=0000000000000000	W34=866d46dd1b754ec0	W55=a333c81ac764e6dd	W76=5b3f59784e7ae483
W14=0000000000000000	W35=11eb172ed451f880	W56=74bf6e1c4c49cfa9	W77=5b3f59784e7ae48c
W15=00000000000000c8	W36=65efad621e771fc8	W57=54bb6e5c4c49cf21	W78=5b3f59784e7ae480
W16=f5f6f9797a79f97b	W37=318622954a9a6d1b	W58=74bf6e1c4c49cf00	W79=1f8f118d61d780c8

W17=f5777777fc36abf5	W38=5a3f8dd006f72c72	W59=74bf6e1c4c49c021
W18=8f728a8e53a45bbc	W39=463afebfd12dc3c6	W60=74a16e1c4c49cf21
W19=43e23c4a5202fd40	W40=40d8054b1e14ad22	W61=f5f6f9797a790000
W20=b333c81ac764e6dd	W41=162974cce6f10202	W62=15d6f9797a79f97b

3. *Initial hash value*

Menginisialisasi 8 variabel kerja a, b, c, d, e, f, g dan h

Tabel 6: Menginisialisasi

a=cbbb9d5dc1059ed8	b=629a292a367cd507	c=9159015a3070dd17	d=152fec8f70e5939
e=67332667ffc00b31	f=8eb44a8768581511	g=db0c2e0d64f98fa7	h=47b5481dbefa4fa4

$$H0^{(0)} = \text{cbbb9d5dc1059ed8}$$

$$H1^{(0)} = \text{629a292a367cd507}$$

$$H2^{(0)} = \text{9159015a3070dd17}$$

$$H3^{(0)} = \text{152fec8f70e5939}$$

$$H4^{(0)} = \text{67332667ffc00b31}$$

$$H5^{(0)} = \text{8eb44a8768581511}$$

$$H6^{(0)} = \text{db0c2e0d64f98fa7}$$

$$H7^{(0)} = \text{47b5481dbefa4fa4}$$

Berikut ini cara pencarian nilai *initial hash* selanjutnya:

$$T_1 = h + \sum_1^{(512)}(e) + \text{Ch}(e, f, g) + K_t^{(512)} + W_t$$

$$T_2 = \sum_0^{(512)}(a) + \text{Maj}(a, b, c)$$

$$h = g$$

$$e = d + T_1$$

$$b = a$$

$$g = f$$

$$d = c$$

$$a = T_1 + T_2$$

$$f = e$$

$$c = b$$

keterangan:

$$\text{Ch}(x, y, z) = (x \wedge y) \oplus (x \wedge z)$$

$$\text{Maj}(x, y, z) = (x \wedge y) \oplus (x \wedge z) \oplus (y \wedge z)$$

$$\sum_0^{(512)}(x) = \text{ROTR}^{28}(x) \oplus \text{ROTR}^{34}(x) \oplus \text{ROTR}^{39}(x)$$

$$\sum_1^{(512)}(x) = \text{ROTR}^{14}(x) \oplus \text{ROTR}^{18}(x) \oplus \text{ROTR}^{41}(x)$$

Penyelesaian:

Yang pertama kita mencari nilai dari T_1 dan T_2 , dalam pencarian nilai T_1 dan T_2 kita harus mencari nilai dari $\sum_1^{(512)}(e)$, nilai $\text{Ch}(e, f, g)$, $\sum_0^{(512)}(a)$, $\text{Maj}(a, b, c)$ dan nilai $K_t^{(512)}$ seperti langkah dibawah ini. Namun nilai K (konstanta) tersebut sudah ketentuan seperti yang ada di bab 2.

$$T_1 = h + \sum_1^{(512)}(e) + \text{Ch}(e, f, g) + K_t^{(512)} + W_t$$

$$T_1 = 47b5481dbefa4fa4 + \sum_1^{(512)}(e) + \text{Ch}(e, f, g) + K_t^{(512)} + f7f8fafafbfafafb$$

$$\sum_1^{(512)}(e) = \text{ROTR}^{14}(e) \oplus \text{ROTR}^{18}(e) \oplus \text{ROTR}^{41}(e)$$

$$11001001\ 10011001\ 11111111\ 11110000\ 00000010\ 11001100\ 01000000\ 00000000$$

$$10011001\ 10011111\ 11111111\ 00000000\ 00101100\ 11000100\ 00000000\ 00000000$$

$$10000000\ 00010110\ 01100010\ 00000000\ 00000000\ 00000000\ 00000000\ 00000000$$

$$\oplus$$

$$11010000\ 00010000\ 01100010\ 11110000\ 00101110\ 00001000\ 01000000\ 00000000$$

$$\text{d01062f02e084000}$$

$$\text{Ch}(e, f, g) = (e \wedge f) \oplus (e \wedge g)$$

$$67332667ffc00b31 \wedge 8eb44a8768581511 = 630020768400111$$

$$67332667ffc00b31 \wedge db0c2e0d64f98fa7 = 4300260564c00b21$$

$$630020768400111 \oplus 4300260564c00b21 = 453024020c800a30$$

$$T_1 = 47b5481dbefa4fa4 + \text{d01062f02e084000} + 453024020c800a30 + 428a2f98d728ae22 + f7f8fafafbfafafb$$

$$= 9778f9a3cca642f1$$

$$T_2 = \sum_0^{(512)}(a) + \text{Maj}(a, b, c)$$

$$\sum_0^{(512)}(a) = \text{ROTR}^{28}(a) \oplus \text{ROTR}^{34}(a) \oplus \text{ROTR}^{39}(a)$$

$$11011100\ 00010000\ 01011001\ 11101101\ 10000000\ 00000000\ 00000000\ 00000000$$

$$00000100\ 00010110\ 01111011\ 01100000\ 00000000\ 00000000\ 00000000\ 00000000$$

$$10000010\ 11001111\ 01101100\ 00000000\ 00000000\ 00000000\ 00000000\ 00000000$$

$$\oplus$$

$$01011010\ 11001001\ 01001110\ 10001101\ 10000000\ 00000000\ 00000000\ 00000000$$

$$5ac94e8d80000000$$

$$\text{Maj}(a, b, c) = (a \wedge b) \oplus (a \wedge c) \oplus (b \wedge c)$$

$$\text{cbbb9d5dc1059ed8} \wedge \text{629a292a367cd507} = 429a090800049400$$

$$\text{cbbb9d5dc1059ed8} \wedge \text{9159015a3070dd17} = 8119015800009c10$$

$$A \ 9159015a3070dd17 = 0018010a3070d507$$

$$c39b095a3074dd17 \oplus$$

$$T_2 = 5ac94e8d80000000 + c39b095a3074dd17$$

$$= 1e6457e7b074dd17$$

Tabel 7. hasil Menginisialisasi 5 variabel

a / e	b / f	c / g	d / h
Int	cbbb9d5dc1059ed8 67332667ffc00b31	629a292a367cd507 8eb44a8768581511	9159015a3070dd17 db0c2e0d64f98fa7
T1	b5dd518b7d1b2008 aca8e67cc3b49c2a	cbbb9d5dc1059ed8 67332667ffc00b31	629a292a367cd507 db0c2e0d64f98fa7
T2	d01062f02e084000 9778f9a3cca642f1	cbbb9d5dc1059ed8 67332667ffc00b31	629a292a367cd507 8eb44a8768581511
T3	c39b095a3074dd17 5ac94e8d80000000	b5dd518b7d1b2008 aca8e67cc3b49c2a	cbbb9d5dc1059ed8 67332667ffc00b31
T4	1e6457e7b074dd17 429a090800049400	d01062f02e084000 9778f9a3cca642f1	b5dd518b7d1b2008 aca8e67cc3b49c2a
T5	8119015800009c10 0018010a3070d507	c39b095a3074dd17 5ac94e8d80000000	d01062f02e084000 9778f9a3cca642f1
T6	d0403c398fc40002 00091f460be46c52	1e6457e7b074dd17 429a090800049400	c39b095a3074dd17 5ac94e8d80000000
T7	0ae07c86b1181c75 cdf3bff2883fc9d9	8119015800009c10 0018010a3070d507	1e6457e7b074dd17 1e6457e7b074dd17
T8	96f60209b6dc35ba 5e41214388186c14	d0403c398fc40002 00091f460be46c52	8119015800009c10 0018010a3070d507
T9	cdf3bff2883fc9d9 f47e8353f804745	0ae07c86b1181c75 5e41214388186c14	d0403c398fc40002 00091f460be46c52
T10	9a3fb4d38ab6cf06 f14998dd5f70767e	cdf3bff2883fc9d9 f47e8353f804745	0ae07c86b1181c75 cdf3bff2883fc9d9
T11	2deecc6b39d64d78 a77b7c035dd4c161	9a3fb4d38ab6cf06 f14998dd5f70767e	96f60209b6dc35ba 5e41214388186c14
T12	d375471bde1ba3f2 4bb9e66d1145bfdc	2deecc6b39d64d78 a77b7c035dd4c161	cdf3bff2883fc9d9 f47e8353f804745
T13	da34d6673d452dcf 8e30ff09ad488753	d375471bde1ba3f2 4bb9e66d1145bfdc	9a3fb4d38ab6cf06 f14998dd5f70767e
T14	3e2644567b709a78 0ac2b11da8f571c6	da34d6673d452dcf 8e30ff09ad488753	2deecc6b39d64d78 a77b7c035dd4c161
T15	c4562769a37d02c0 0062e70a1ef705c1	3e2644567b709a78 0ac2b11da8f571c6	d375471bde1ba3f2 4bb9e66d1145bfdc
T16	481b8a6ee5e07031 9356ac3ec3e51459	c4562769a37d02c0 0062e70a1ef705c1	da34d6673d452dcf 8e30ff09ad488753
T17	b889ed34abd7aa37 1d05d9ba779a1a78	481b8a6ee5e07031 9356ac3ec3e51459	3e2644567b709a78 0ac2b11da8f571c6
T18	05f3fba454e5de3d caed4b5fa322b984	b889ed34abd7aa37 1d05d9ba779a1a78	c4562769a37d02c0 0062e70a1ef705c1
T19	dc8049afa6acd502 8407818e9b28cc12	05f3fba454e5de3d caed4b5fa322b984	481b8a6ee5e07031 9356ac3ec3e51459
T20	af4e23eb622d0df4 64b5ae5424598428	dc8049afa6acd502 8407818e9b28cc12	b889ed34abd7aa37 1d05d9ba779a1a78

T21	7196e8fa538ba4bf 046735513cdd14d3	af4e23eb622d0df4 64b5ae5424598428	dc8049afa6acd502 8407818e9b28cc12	05f3fba454e5de3d caed4b5fa322b984
T22	1f0720944dbeb6a4 a41eb7e5a27588e3	7196e8fa538ba4bf 046735513cdd14d3	af4e23eb622d0df4 64b5ae5424598428	dc8049afa6acd502 8407818e9b28cc12
T23	d6d4f8608b8ab199 24b9c216f915da60	1f0720944dbeb6a4 a41eb7e5a27588e3	7196e8fa538ba4bf 046735513cdd14d3	af4e23eb622d0df4 64b5ae5424598428
T24	88761eb67845978e 9fe22e39448d50ed	d6d4f8608b8ab199 24b9c216f915da60	1f0720944dbeb6a4 a41eb7e5a27588e3	7196e8fa538ba4bf 046735513cdd14d3
T25	7d40e6be47d85702 d9c900e01968c33e	88761eb67845978e 9fe22e39448d50ed	d6d4f8608b8ab199 24b9c216f915da60	1f0720944dbeb6a4 a41eb7e5a27588e3
T26	7d0d988df5768598 2ec2e522a7c7d12c	7d40e6be47d85702 d9c900e01968c33e	88761eb67845978e 9fe22e39448d50ed	d6d4f8608b8ab199 24b9c216f915da60
T27	6bc425af294bbf79 6a8143b1716ee33d	7d0d988df5768598 2ec2e522a7c7d12c	7d40e6be47d85702 d9c900e01968c33e	88761eb67845978e 9fe22e39448d50ed
T28	af36382c8fd716be a8f8b0033187a916	6bc425af294bbf79 6a8143b1716ee33d	7d0d988df5768598 2ec2e522a7c7d12c	7d40e6be47d85702 d9c900e01968c33e
T29	810ebee951c64ca1 16a64f5997b9cca6	af36382c8fd716be a8f8b0033187a916	6bc425af294bbf79 6a8143b1716ee33d	7d0d988df5768598 2ec2e522a7c7d12c
T30	c1af358833cb03c0 d4883c0c21dda190	810ebee951c64ca1 16a64f5997b9cca6	af36382c8fd716be a8f8b0033187a916	6bc425af294bbf79 6a8143b1716ee33d
T31	d5471e3dc7171224 0aaf99c59e7fadbd	c1af358833cb03c0 d4883c0c21dda190	810ebee951c64ca1 16a64f5997b9cca6	af36382c8fd716be a8f8b0033187a916
T32	fb90a8a76dea1bfe 65234d5b5049e665	d5471e3dc7171224 0aaf99c59e7fadbd	c1af358833cb03c0 d4883c0c21dda190	810ebee951c64ca1 16a64f5997b9cca6
T33	f517b690d940a294 e4dd663f44d313bc	fb90a8a76dea1bfe 65234d5b5049e665	d5471e3dc7171224 0aaf99c59e7fadbd	c1af358833cb03c0 d4883c0c21dda190
T34	b70883992932880d dc5dd7c12b1cb6e3	f517b690d940a294 e4dd663f44d313bc	fb90a8a76dea1bfe 65234d5b5049e665	d5471e3dc7171224 0aaf99c59e7fadbd
T35	8575839b0f08472b bd7176bd099bb2f2	b70883992932880d dc5dd7c12b1cb6e3	f517b690d940a294 e4dd663f44d313bc	fb90a8a76dea1bfe 65234d5b5049e665
T36	eec6fca5aa657661 7be0b7e70bdabe53	8575839b0f08472b bd7176bd099bb2f2	b70883992932880d dc5dd7c12b1cb6e3	f517b690d940a294 e4dd663f44d313bc
T37	bb3fcd7585b59e32 2201c7cbd34e31fe	eec6fca5aa657661 7be0b7e70bdabe53	8575839b0f08472b bd7176bd099bb2f2	b70883992932880d dc5dd7c12b1cb6e3
T38	0e109efc47927341 d43e5686506fa05d	bb3fcd7585b59e32 2201c7cbd34e31fe	eec6fca5aa657661 7be0b7e70bdabe53	8575839b0f08472b bd7176bd099bb2f2
T39	807f45784852303f 082ee70d3f352aac	0e109efc47927341 d43e5686506fa05d	bb3fcd7585b59e32 2201c7cbd34e31fe	eec6fca5aa657661 7be0b7e70bdabe53
T40	d9c523173b1a1e05 e301dca32c44ca05	807f45784852303f 082ee70d3f352aac	0e109efc47927341 d43e5686506fa05d	bb3fcd7585b59e32 2201c7cbd34e31fe
T41	b6df019ca515cafb 754b3a461a665640	d9c523173b1a1e05 e301dca32c44ca05	807f45784852303f 082ee70d3f352aac	0e109efc47927341 d43e5686506fa05d
T42	a7dcaffdbefb9d4a 9e46e9f915099c34	b6df019ca515cafb 754b3a461a665640	d9c523173b1a1e05 e301dca32c44ca05	807f45784852303f 082ee70d3f352aac
T43	d9c523173b1a1e05 e301dca32c44ca05	a7dcaffdbefb9d4a 9e46e9f915099c34	b6df019ca515cafb 754b3a461a665640	807f45784852303f 082ee70d3f352aac
T44	b4838c1c28fee7bc f5794711faa60f63	d9c523173b1a1e05 e301dca32c44ca05	a7dcaffdbefb9d4a 9e46e9f915099c34	807f45784852303f 082ee70d3f352aac
T45	1e99cae9d4cf0409 a2a475deac0e8b42	b4838c1c28fee7bc f5794711faa60f63	d9c523173b1a1e05 e301dca32c44ca05	807f45784852303f 082ee70d3f352aac
T46	371f12f333f7e5b9 ae70c7d11ea84a83	1e99cae9d4cf0409 a2a475deac0e8b42	b4838c1c28fee7bc f5794711faa60f63	807f45784852303f 082ee70d3f352aac

T47	b81e85d427045550 5f3c64b7546e2cec	371f12f333f7e5b9 ae70c7d11ea84a83	1e99cae9d4cf0409 a2a475deac0e8b42	b4838c1c28fee7bc f5794711faa60f63
T48	e08471946c17b0b6 c45dd4a2d2fea059	b81e85d427045550 5f3c64b7546e2cec	371f12f333f7e5b9 ae70c7d11ea84a83	1e99cae9d4cf0409 a2a475deac0e8b42
T49	bf8d9453b9876b0a 59d0238ce137abd7	e08471946c17b0b6 c45dd4a2d2fea059	b81e85d427045550 5f3c64b7546e2cec	371f12f333f7e5b9 ae70c7d11ea84a83
T50	714e2adf4e23ff24 48253e21b26d8cf9	bf8d9453b9876b0a 59d0238ce137abd7	e08471946c17b0b6 c45dd4a2d2fea059	b81e85d427045550 5f3c64b7546e2cec
T51	6c27893a31b0e07e ccf99a80f92bf004	714e2adf4e23ff24 48253e21b26d8cf9	bf8d9453b9876b0a 59d0238ce137abd7	e08471946c17b0b6 c45dd4a2d2fea059
T52	ae993474363efe68 587f308d58681928	6c27893a31b0e07e ccf99a80f92bf004	714e2adf4e23ff24 48253e21b26d8cf9	bf8d9453b9876b0a 59d0238ce137abd7
T53	ccf99a80f92bf002 a7bbd65bf64f58c8	ae993474363efe68 587f308d58681928	6c27893a31b0e07e ccf99a80f92bf004	714e2adf4e23ff24 48253e21b26d8cf9
T54	e52a24fae4e8fc9b 042c2dc9a5bf558a	ccf99a80f92bf002 a7bbd65bf64f58c8	ae993474363efe68 587f308d58681928	6c27893a31b0e07e ccf99a80f92bf004
T55	7799c75acc748c0f 19316bebc88e01f2	e52a24fae4e8fc9b 042c2dc9a5bf558a	ccf99a80f92bf002 a7bbd65bf64f58c8	ae993474363efe68 587f308d58681928
T56	eb85d19201c89694 9ced24983eec8723	7799c75acc748c0f 19316bebc88e01f2	e52a24fae4e8fc9b 042c2dc9a5bf558a	ccf99a80f92bf002 a7bbd65bf64f58c8
T57	24a1124262a331c7 06edacae6e7b54ad	eb85d19201c89694 9ced24983eec8723	7799c75acc748c0f 19316bebc88e01f2	e52a24fae4e8fc9b 042c2dc9a5bf558a
T58	56fb5883f1c87a05 617bbf70bb165211	24a1124262a331c7 06edacae6e7b54ad	eb85d19201c89694 9ced24983eec8723	7799c75acc748c0f 19316bebc88e01f2
T59	f5198a41eb80e022 3dc764f89e54043a	56fb5883f1c87a05 617bbf70bb165211	24a1124262a331c7 06edacae6e7b54ad	eb85d19201c89694 9ced24983eec8723
T60	a57784945550cf92 eac5516336bc8882	f5198a41eb80e022 3dc764f89e54043a	56fb5883f1c87a05 617bbf70bb165211	24a1124262a331c7 06edacae6e7b54ad
T61	69c8f40eb38b6022 177589502dd39aa2	a57784945550cf92 eac5516336bc8882	f5198a41eb80e022 3dc764f89e54043a	56fb5883f1c87a05 617bbf70bb165211
T62	97901f333e662fdc 4472b2e331ddf4b4	69c8f40eb38b6022 177589502dd39aa2	a57784945550cf92 eac5516336bc8882	f5198a41eb80e022 3dc764f89e54043a
T63	89dc825e7235c74b 7a499ae05da50bf2	97901f333e662fdc 4472b2e331ddf4b4	69c8f40eb38b6022 177589502dd39aa2	a57784945550cf92 eac5516336bc8882
T64	356d08d982e2ead4 40c28c34b1bbe906	89dc825e7235c74b 7a499ae05da50bf2	97901f333e662fdc 4472b2e331ddf4b4	69c8f40eb38b6022 177589502dd39aa2
T65	75476f5456e82f9c 3024702447f76224	356d08d982e2ead4 40c28c34b1bbe906	89dc825e7235c74b 7a499ae05da50bf2	97901f333e662fdc 4472b2e331ddf4b4
T66	7416ca18d9e265e0 11200c2d47c082f8	75476f5456e82f9c 3024702447f76224	356d08d982e2ead4 40c28c34b1bbe906	89dc825e7235c74b 7a499ae05da50bf2
T67	e7748fbf744a5240 0d7ab03208f1d7a5	7416ca18d9e265e0 11200c2d47c082f8	75476f5456e82f9c 3024702447f76224	356d08d982e2ead4 40c28c34b1bbe906
T68	b4cb0df332d108ab 8fe3d28097f18618	e7748fbf744a5240 0d7ab03208f1d7a5	7416ca18d9e265e0 11200c2d47c082f8	75476f5456e82f9c 3024702447f76224
T69	6db5469fa19c0e27 16beec0fec168e79	b4cb0df332d108ab 8fe3d28097f18618	e7748fbf744a5240 0d7ab03208f1d7a5	7416ca18d9e265e0 11200c2d47c082f8
T70	0928b75c925f91e2 79f4be3c5a372911	6db5469fa19c0e27 16beec0fec168e79	b4cb0df332d108ab 8fe3d28097f18618	75476f5456e82f9c 3024702447f76224
T71	44ea14d8e450c844 5319374fb88dd485	0928b75c925f91e2 79f4be3c5a372911	6db5469fa19c0e27 16beec0fec168e79	7416ca18d9e265e0 11200c2d47c082f8
T72	3a38fa3775d7007c e26f3a21e9a27691	44ea14d8e450c844 5319374fb88dd485	0928b75c925f91e2 79f4be3c5a372911	75476f5456e82f9c 3024702447f76224

T73	5ec3802b9ecfef33 88146da76ff6f23a	3a38fa3775d7007c e26f3a21e9a27691	44ea14d8e450c844 5319374fb88dd485	0928b75c925f91e2 79f4be3c5a372911
T74	7001201948fb3d71 e1053fc85f9e56be	5ec3802b9ecfef33 88146da76ff6f23a	3a38fa3775d7007c e26f3a21e9a27691	44ea14d8e450c844 5319374fb88dd485
T75	5f2eead69efb4233 8901cffe7a74db98	7001201948fb3d71 e1053fc85f9e56be	5ec3802b9ecfef33 88146da76ff6f23a	3a38fa3775d7007c e26f3a21e9a27691
T76	5cdf6c58fc052572 4779767cc2ec5321	5f2eead69efb4233 8901cffe7a74db98	7001201948fb3d71 e1053fc85f9e56be	5ec3802b9ecfef33 88146da76ff6f23a
T77	4abe0af6a67db2fe 500f7b61186f6c2e	5cdf6c58fc052572 4779767cc2ec5321	5f2eead69efb4233 8901cffe7a74db98	7001201948fb3d71 e1053fc85f9e56be
T78	abab4b0ca75a17c7 d42c3a57cfa78513	4abe0af6a67db2fe 500f7b61186f6c2e	5cdf6c58fc052572 4779767cc2ec5321	5f2eead69efb4233 8901cffe7a74db98
T79	14e986342ddced0f 8347f5736531b3ec	abab4b0ca75a17c7 d42c3a57cfa78513	4abe0af6a67db2fe 500f7b61186f6c2e	5cdf6c58fc052572 4abe0af6a67db2fe

Setelah menginisialisasi 8 variabel tersebut, selanjutnya hasil akhir dari perhitungan dijumlahkan dengan nilai *value*.

$$\begin{aligned}
 H0^{(1)} &= cbbb9d5dc1059ed8 + 14e986342ddced0f = e0a52391eee28be7 \\
 H1^{(1)} &= 629a292a367cd507 + abab4b0ca75a17c7 = e457436ddd6ecce \\
 H2^{(1)} &= 9159015a3070dd17 + 4abe0af6a67db2fe = dc170c50d6ee9015 \\
 H3^{(1)} &= 152fec8d7f0e5939 + 5cdf6c58fc052572 = 720f5931f3137eab \\
 H4^{(1)} &= 67332667ffc00b31 + 8347f5736531b3ec = ea7b1bdb64f1bf1d \\
 H5^{(1)} &= 8eb44a8768581511 + d42c3a57cfa78513 = 62e084df37ff9a24 \\
 H6^{(1)} &= db0c2e0d64f98fa7 + 500f7b61186f6c2e = 2b1ba96e7d68fbd5 \\
 H7^{(1)} &= 47b5481dbefa4fa4 + 4abe0af6a67db2fe = 92735314657802a2
 \end{aligned}$$

Tabel 8. Hasil Nilai SHA-384

e0a52391eee28be7
e457436ddd6ecce
dc170c50d6ee9015
720f5931f3137eab
ea7b1bdb64f1bf1d
62e084df37ff9a24
2b1ba96e7d68fbd5
92735314657802a2

Berdasarkan dari perhitungan sampel di atas diperoleh nilai SHA-384 berbentuk bilangan hexadesimal 8 karakter 128 byte, yaitu :

$$= e0a52391eee28be7e457436ddd6eccdc170c50d6ee9015720f5931f3137eabea7b1bdb64f1bf1d62e084df37ff9a242b1ba96e7d68fbd592735314657802a2$$

Jadi nilai *hash value* yang terakhir adalah nilai yang didapat merupakan sidik jari dari sampel file ijazah tersebut. Jika terjadi perubahan sedikit saja maka nilai ini akan berubah sehingga jika nilainya berubah maka file ijazah tersebut telah di manipulasi. Berikut nilai *hash* keseluruhan citra digital yang asli:

$$= 4e557758c950346501d7451becb46292e238de2f32b0e8f22099a27e2b4ba25b2917f985e7b5f731fabe222ff04cb6a1$$

Tabel 9. hasil pengujian dengan beberapa parameter

Parameter	Citra Asli	Citra Modifikasi	Hash citra asli	Hash citra modifikasi	Hasil
Mengubah ukuran citra digital			4e557758c950346501d7451becb46292e238de2f32b0e8f22099a27e2b4ba25b2917f985e7b5f731fabe222ff04cb6a1	64dd6b1e9df56f11952c42b16ef19fa567dc2631436295d8bc82bd8c7b2242810b1f802f4029473c4368f085d9bf5d61	Terdeteksi

Penambahan titik pada citra digital			4e557758c950346 501d7451becb462 92e238de2f32b0e 8f22099a27e2b4b a25b2917f985e7b 5f731fabe222ff04 cb6a1	7900b02c82c9a5257 2e88ef56f5994bda3a cdf2a1a98ce359f949 766f537833dab3124 b111d0fb455ec7838 46090083a	Terdeteksi
Mengubah kontras			4e557758c950346 501d7451becb462 92e238de2f32b0e 8f22099a27e2b4b a25b2917f985e7b 5f731fabe222ff04 cb6a1	01d17b8c3e3822888 f922585bc0577e8db 5f257aab16129df780 ed69abf9ff1d8a5750 ea6d7f848e738f113e 4101284d	Terdeteksi

Berdasarkan dari tabel diatas, hasil pengujian dari algoritma SHA-384 dalam mendeteksi orisinal hasil scan ijazah menunjukkan bahwa 100% berhasil. Pengujian tersebut menunjukkan bahwa perubahan sekecil apapun yang dilakukan akan terdeteksi keaslian atau modifikasi dari citra digital tersebut dan perubahannya sangat besar perbedaannya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan selama proses pengujian. Hasil yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan untuk orisinalitas citra digital hasil scan ijazah dengan menggunakan metode SHA-384, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses autentikasi citra ijazah dengan cara mendapatkan digital *signature* file citra ijazah berbentuk *hash*.
2. Penerapan metode SHA-384 digunakan untuk encoding nilai piksel citra *input* scan ijazah dan menjadikan hasil *hash* sebagai nilai baru pada piksel citra ijazah.
3. Algoritma SHA-384 berhasil mendeteksi perubahan yang terjadi pada citra dengan tingkat keberhasilan 100%.

5. REFERENCES

- [1] william stallings, "cryptography and network security principles and practices 4th edition," 2005.
- [2] munir, penggunaan tanda tangan digital untuk menjaga integritas berkas perangkat lunak. yogyakarta, 2005.
- [3] Oorschot, P, and Vansyone. S Menrzes A, Handbook of Applied Cryptography. taylor & francis, 2010.
- [4] M Lavanya, "RFID Systems Equipped With OTP Security Design Using Sha-384 Algorithm," no. 5, pp. 147-150, 2016.
- [5] Rifki Sadikin, Kriptografi untuk Keamanan Jaringan dan Implementasinya dalam Bahasa Java. Yogyakarta: Andi, 2012.