Jurnal CyberTech

Vol.4. No.5, Mei 2021, pp. xx~xx
P-ISSN : 9800-3456
E-ISSN : 2675-9802

Penerapan *Digital Signature* Menggunakan Metode DSA Untuk Verifikasi Surat Keterangan Keaslian Ijazah Di SMA RK Swasta Lubuk Pakam

Orlando Yosefyius Pardamean Naibaho *, Nurcahyo Budi Nugroho **, Nur Yanti Lumban Gaol **

* Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma
** Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma

Article Info

Article history:

Keyword:
Digital signature
Tanda tangan digital
SHA *(Secure Hash Algorithm)*
DSA *(Digital Signature Algorithm)*
Fungsi *Hash*

ABSTRACT

Dalam perkembangan teknologi yang begitu cepat, pemanfaatan jaringan internet meningkat pesat juga. Sehingga kejahatan dalam pemalsuan maupun penyadapan data tidak dapat dipungkiri. Salah satu dokumen penting yang sering dilakukan modifikasi atau pemalsuan adalah ijazah. Ditambah dengan permasalah yang dimana dalam setiap pengecekan ijazah membutuhkan waktu yang lama. Oleh sebab itu, SMA Swasta RK Lubuk Pakam membutuhkan aplikasi yang dapat menjamin keamanan keaslian jazah sehingga menghindari terjadinya duplikat maupun modifikasi ijazah. Dan supaya setiap instansi yang akan melakukan pengecekkan keaslian ijazah tidak perlu menunggu waktu yang lama untuk mendapatkan infromasi yang di mau. Sistem pengamanan yang diterapkan ialah penerapan digital signature menggunakan metode DSA. Sehingga dalam melakukan verifikasi ijazah waktu yang diperlukan akan lebih efektif dan efesien.. Dengan adanya kemudahan tersebut, maka authentication dan data integrity merupakan hal yang sangat penting untuk menjaga kerahasiaan dan keamanan data dokumen ijazah dari pihak tidak bertanggung jawab yang turut berkomunikasi guna memanfaatkan data untuk kepentingan pribadi. Pada permasalahan tersebut adapun cara untuk melakukan tindakan pencegahan yaitu dengan mengubah pesan menjadi sebuah kode. Ilmu pengetahuan yang dapat diterapkan untuk menjaga authentication dan data integrity tetap dalam keadaan aman yaitu kriptografi pada digital signature.

Hasil penelitian ini adalah sistem digital signature untuk memverifikasi surat keterangann keaslian ijazah dengan penerapan metode DSA (Digital Signature Algorithm). Pemanfaatan algoritma SHA-1 akan melindungi pesan saat proses distribusi yaitu dengan menghitung nilai hash pada dokumen ijazah dan algoritma DSA dapat memberikan jaminan othentikasi pengirim maupun penerima dokumen.

Copyright © 2021 STMIK Triguna Dharma.
All rights reserved.

Corresponding Author: *First Author
Orlando Yosefyius Pardamean Naibaho
Sistem Informasi
STMIK Triguna Dharma
Email: naibahoorlando89@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Digital Signature atau tanda tangan digital merupakan salah satu perkembangan utama dalam dunia keamanan jaringan dan data. Kebutuhan akan *digital signature* terus mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan komunikasi digital. Algoritma tanda tangan digital mengautentikasi integritas dari data yang ditandatangani dan identitas dari penandatangan. Autentikasi tanda tangan digital merupakan proses yang dilakukan dimana penerima pesan digital dapat mempercayai integritas dari pesan dan pengirim.

Faktanya tanda tangan digital telah diimplementasikan di berbagai sektor bisnis, terutama terkait hal pemerintahan. Pertama kalinya pemerintahan di Amerika Serikat menerbitkan versi elektronik baik dari hukum secara umum maupun privat. Universitas Chicago, juga telah menerapkan transkrip nilai mahasiswa yang disertai tanda tangan[1]. Hal ini membuktikan bahwa teknik autentikasi sangat diperlukan untuk pesan dalam bentuk manual maupun digital.

Disebabkan dengan kemajuan teknologi komunikasi yang ada, terdapat pula pihak-pihak yang tidak dikehendaki dengan sengaja ikut berkomunikasi, dengan kata lain terdapat pihak yang tidak bertanggung jawab turut memanfaatkan pesan guna kepentingan pribadi. Sehingga pihak tersebut dapat mengetahui isi pesan maupun dapat mengubah pesan. Beberapa masalah tesebut dialami oleh salah satu satu sekolah di sumatera utara pada pertengahan tahun 2020 yaitu tingkat keamanan dokumen siswa atau ijazah yang dikeluarkan sebagai bukti telah lulus masih terbilang sangat rendah, yaitu dengan kurangnya hal yang membuktikan keaslian dari dokumen siswa atau ijazah dari pihak Sekolah. Oleh karena itu, masalah keamanan data merupakan suatu aspek yang penting dari suatu data terutama untuk keaslian dan integritas dari data atau pesan tersebut. Oleh karena itu, masalah keamanan data merupakan suatu aspek yang penting dari suatu data terutama untuk keaslian dan integritas dari data atau pesan tersebut.

Oleh karena itu diperlukan suatu cara untuk menjaga pesan yang terdapat pada dokumen siswa atau ijazah tetap dalam keadaan asli hingga sampai kepada penerima. Adapun cara untuk melakukan tindakan pencegahan yaitu dengan mengubah pesan menjadi sebuah kode yang hanya dapat dipahami oleh pengirim dan penerima pesan. Ilmu pengetahuan yang dapat diterapkan untuk menjaga kerahasiaan pesan tetap dalam keadaan aman adalah kriptografi. Kriptografi adalah untuk menjaga rahasia plaintekt (kunci atau kedua-dua) dari seorang penyusup, yang disebut musuh (*adversaries)*, penyerang (*attacker*), penyusup (*interceptors*), penyelundup (*interlopers*), pengacau (*intruders*), lawan (*oppnents*) yang diasumsikan memiliki akses penuh untuk berkomunikasi antara pengirim dan penerima[2].

Kriptografi merupakan teknik dalam bidang ilmu matematika yang berhubungan dengan hal-hal terkait informasi seperti integritas data, kerahasiaan serta otentikasi guna aspek keamanan[3]. Namun, tidak cukup dengan mengubah pesan menjadi sandi karena tidak menutup kemungkinan pesan tetap dapat diubah oleh pihak ke tiga. Untuk memperkuat kerahasiaan serta keabsahan dari pesan tersebut, yaitu menggunakan sebuah *digital signature* atau disebut dengan tanda tangan digital yang memodifikasi dari sistem kriptografi kunci publik (*public key*), sama hal seperti tanda tangan manual hanya saja perbedaannya yaitu pengirim menyertakan tanda tangan berupa kode sandi dalam bentuk *string* yang terbentuk dari kunci publik dan kunci privat yang telah ditentukan berdasarkan dengan pesan yang akan dikirim. Maka tanda tangan itulah yang nanti dapat digunakan untuk memverifikasi keabsahan pesan pada surat keterangan keaslian ijazah.

Ada beberapa algoritma dalam pembentukan tanda tangan digital, diantaranya: RSA (*Rivest-Shamir-Adleman*) *Signature Scheme,* ElGamal *Signature Scheme, Schnorr Signature Scheme,* dan DSA (*Digital Signature Algorithm*). Adapun terdapat perbedaan yang sangat mendasar diantara skema tersebut salah satu yaitu pada proses pembentukan tanda tangan DSA (*Digital Signature Algorithm*) yang membutuhkan penambahan fungsi *hash* pada proses penandatanganan yang akan digunakan untuk mereduksi pesan asli menjadi suatu *message digest* (nilai *hash*) yang berupa *string* pendek dengan panjang tetap sesuai ketentuan masing-masing[4].

Kedepanya hal baru yang ada di Sekolah SMA RK Swasta Lubuk Pakam adalah sistem *digital signature* berbasis web yang mengadopsi Metode DSA (*Digital Signature Algorithm*) yang mampu menyelesaikan masalah khusus verifikasi surat keterangan keaslian ijazah. Berdasarkan kondisi tersebut maka mengangkat judul penelitian **"PENERAPAN *DIGITAL SIGNATURE* MENGGUNAKAN METODE DSA UNTUK VERIFIKASI SURAT KETERANGAN KEASLIAN IJAZAH DI SMA SWASTA RK LUBUK PAKAM"**.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah model spiral. Model spiral merupakan salah satu diantara bentuk evolusi dengan metode iterasi natural yang mengadopsi dua model perangkat lunak yaitu penggabungan model *prototyping* dengan aspek sistimatis yang merupakan pengembangan dari model *waterfall*[5].

Terdapat 6 tahap wilayah tugas dalam model pengembangan sistem spiral, antara lain :

1. *Liaison* (Komunikasi Pelanggan)
   Identifikasi atau mengkomunikasikan antara pihak administrasi keuangan dan kebutuhan-kebutuhan yang terdapat pada *e-invoice*, serta yang di butuhkan di dalam sistem *digital signature*.
2. *Planning* (Perencanaan)
   Kegiatan untuk menetapkan tujuan dari sistem yang akan dibangun beserta cara-cara untuk mencapai tujuan dari sistem tersebut.
3. *Risk Analysis* (Analisis Resiko)
   Merupakan keadaan ketidakpastian mengenai suatu keadaan yang akan terjadi di masa depan berdasarkan keputusan atau pun tindakan yang diambil dengan berbagai pertimbangan pada saat ini.
4. *Engineering* (Perekayasaan)
   Hal-hal yang dibutuhkan untuk melakukan pembangunan guna mewakili satu atau lebih dari sistem tersebut.
5. *Construction and release* (Konstruksi dan Peluncuran)
   Merupakan tugas yang dibutuhkan untuk melakukan perancangan, pengujian, pemasangan dan pemberian pelayanan kepada pengguna yaitu administrasi keuangan Teknoweb Indonesia.
6. *System Evaluation* (Evaluasi Sistem)
   Yaitu tugas-tugas untuk mendapatkan umpan balik dari pengguna sebagai bahan evaluasi.

3. ANALISA DAN HASIL

Adapun dalam analisa ini menggunakan kombinasi dari dua metode diantaranya yaitu SHA-1 dan DSA. Pemanfaatan algoritma SHA-1 akan melindungi pesan saat proses distribusi yaitu dengan menghitung nilai *hash* pada dokumen surat keterangan keaslian ijazah dan algoritma DSA dapat memberikan jaminan *othentikasi* pengirim maupun penerima dokumen.

3.1. SHA-1 (*Secure Hash Algorithm)*

SHA (*Secure Hash Algorithm)* merupakan fungsi *hash* satu-arah yang diciptakan oleh NIST (*National Institute of Standards and Technology*) digunakan bersama DSS (*Digital Signature Standard*). Oleh NSA (*National Security Agency*) telah menyatakan bahwa SHA digunakan sebagai standard fungsi *hash* satu-arah yang didasarkan pada MD5 yang dibuat oleh Ronald L. Rivest dari MIT (*Massachusetts Institute of Technology*). Adapun SHA terbagi menjadi 5 yaitu SHA-1,SHA-224, SHA-256, SHA-384, SHA-512[2],[6].

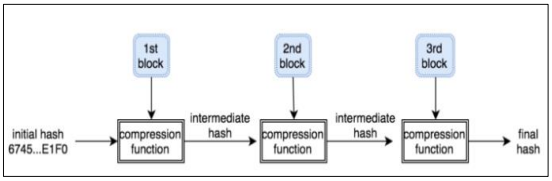
Tabel 1**.** Macam-macam SHA

Algoritma		**Naskah (bit)**	**Blok (bit)**	**Kata (bit)**	**Nilai *hash*/ *message digest* (bit)**
SHA-1	SHA-1	<264	512	32	160
SHA-2	SHA-256 / 224	<264	512	32	256
	SHA-384	<2128	1024	64	384

	SHA-521	<2128	1024	64	512
SHA-3	SHA-3 (*Keccak*)	Beragam	Beragam	Beragam	Beragam

penulis menggunakan fungsi SHA-1 dikarenakan memiliki nilai *hash* terkecil diantara lainnya dan lebih panjang dari MD5. SHA-1 dapat menerima masukan berupa pesan dengan ukuran panjang maksimum 264 bit atau setara dengan 2.147.483.648 gigabyte dan dapat menghasilkan berupa nilai *hash* dengan panjang 160 bit. Nilai *hash* tersebut yang nantinya akan digunakan kedalam DSA untuk menghitung tanda tangan digital pada sebuah pesan. Nilai *hash* pada pesan yang diperoleh oleh *receiver* akan menghasilkan nilai yang sama dengan *sender*, saat menghitung pesan tersebut pada fungsi SHA-1[2],[4],[7].

Pada SHA-1 tidak dapat menemukan dua pesan yang berbeda menghasilkan nilai *hash* yang sama atau tidak mungkin menemukan pesan aslinya jika diberikan suatu nilai *hash*-nya. Pesan (M) dengan panjang (L) bit yaitu $1 \leq L \leq 2^{64}$. Seperti halnya MD5, algoritma SHA-1 pun sudah ditemukan kolisinya. yaitu Rijmen dan dan Oswald yang pertama kali mempublikasikan serangan pada versi SHA-1 yang direduksi (hanya menggunakan 53 putaran dari 80 putaran) pada tahu 2005 dan menemukan kolisi dengan kompleksitas sekitar 280 operasi. Pada bulan Februari 2005, Xiayoun Wang, Yiqun Lisa Yin, dan Hongbo Yo mempublikasikan serangan yang dapat menemukan kolisi pada versi penuh SHA-1 dan membutuhkan sekitar 264 operasi [8]. Rizki Wicaksono, seorang *hacker* alumni informatika ITB mendemonstrasikan cara membentuk dua file PDF berbeda dengan nilai *hash* SHA-1 yang dihasilkan sama[9].



Gambar 1. Contoh *Hash* SHA-1 Memproses 3 Blok *Input*

3.2. DSA (*Digital Signature Algorithm)*

Pada bulan Agustus 1991, NIST mengumumkan bakuan (*Standard*) untuk sebuah tanda tangan digital yang disebut sebagai DSS (*Digital Signature Standard*). DSS merupakan standart sedangkan DSA (*Digital Signature Agorithm*) merupakan algoritma. Dimana suatu standart tersebut menggunakan algoritma DSA untuk penandatanganan pesan dan SHA digunakan untuk membangkitkan *message digest* yang diperoleh dari pesan[10].

DSS terbagi menjadi dua komponen, yaitu :

1. Algorima tanda tangan digital yang disebut dengan DSA (*Digital Signature Algorithm*).
2. Fungsi *hash* standart yaitu SHA (*Secure Hash Algorithma*).

Adapun batasan bahwa nilai p pada pesan mempunyai panjang 512 sampai dengan 1024 bit dan q mempunyai panjang 160 bit. Hal ini menyebabkan DSA hampir tidak mungkin diimplementasikan dalam perangkat lunak. Panjang bit yang besar ini dimaksudkan agar upaya untuk memecahkan parameter yang lain sangat sulit dilakukan. *Compiler c* hanya sanggup menyatakan bilangan bulat hingga 2^{32}. Oleh karena itu, bila DSA diimplementasikan dalam perangkat lunak, batasan panjang bit p dan q diubah hingga maksimal nilai p dan q adalah 2^{32}[3]. DSA menggunakan fungsi *hash* SHA yang bersifat satu-arah untuk mengubah pesan asli menjadi pesan yang berukuran 160 bit[11].

3.3 Penerapan Dengan Metode

Berikut ini adalah data yang digunakan sebagai sampel dalam penelitian yaitu[12]:

Data pada tabel merupakan data yang sudah menjadi ketentuan ketika siswa sudah resmi lulus dari sekolah, dimana setiap siswa yang sudah resmi lulus akan memiliki nomor urut ijazah yang berbeda-beda salah satu contohnya no urut ijazah 206.

Data awal yang diperoleh selanjutnya akan dilakukan tahap *hashing* dengan penerapan SHA-1, yaitu :

1. *Padding* (Penambahan Pesan)

K + [panjang pesan] + 1 ≡ 448 mod 512…………………………………………………………..[3.1]

Pada data sampel No urut ijazah (M) memiliki sebuah pesan teks “206” dengan nilai ASCII “50 48 54” memiliki panjang 8x8=64 bit, diikuti penambahan bit “1” dan bit “0” sebanyak 448 – (64+1) = **383** (Kongruen) [4],[13]**,** kemudian Tambahkan 64 bit representasi dari panjang pesan asli dalam bentuk biner.

Tabel 3. Hasil *Padding* Pesan

Padding Pesan							
00110101	00110000	00100000	00110100	00111000	00100000	00110101	00110100
10000000	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000
00000000	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000
00000000	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000
00000000	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000
00000000	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000
00000000	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000
00000000	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000	01000000

2. *Parsing* (Penguraian pesan)

Selanjutnya uraikan pesan(M) kedalam N blok yang terdiri dari 512 bit, $Y^{(0)}, Y^{(1)} \dots . Y^{(N)}$. Setiap blok *input* dari 512 bit terdiri dari 32 bit kata. Masing-masing kata yang terdiri dari 32 bit mencakup 16 bit kata. 32 bit pertama dari blok pesan *i* dinotasikan ${W_0}^{(i)}$, 32-bit berikutnya ${W_1}^{(i)}$ dan seterusnya sampai ${W_{15}}^{(i)}$ [2],[3]. Namun dalam kasus ini panjang pesan yang dihasilkan tidak lebih dari 512 bit, sehingga hanya menghasilkan 1 blok yaitu $Y^{(0)}$. Adapun tahap selanjutnya adalah membagi blok menjadi 32 bit mencakup 16 bit kata sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil *Parsing* Pesan

Parsing Pesan			
W_0	00110101001100000010000000110100	W_8	00000000000000000000000000000000
W_1	00111000001000000011010100110100	W_9	00000000000000000000000000000000
W_2	10000000000000000000000000000000	W_{10}	00000000000000000000000000000000
W_3	00000000000000000000000000000000	W_{11}	00000000000000000000000000000000
W_4	00000000000000000000000000000000	W_{12}	00000000000000000000000000000000
W_5	00000000000000000000000000000000	W_{13}	00000000000000000000000000000000
W_6	00000000000000000000000000000000	W_{14}	00000000000000000000000000000000
W_7	00000000000000000000000000000000	W_{15}	00000000000000000000000001000000

Selanjutnya W_{16} sampai dengan W_{79} dihasilkan dari persamaan berikut :

$W_t = ROTL^1(W_{t-16} \oplus W_{t-14} \oplus W_{t-8} \oplus W_{t-3})$. ………………...[3.2]

Tabel 5. *Message Schadule* (W_t)

W_t (Hexadesimal)							
W_{16}	6a604069	W_{32}	754ccc73	W_{48}	73cc5151	W_{64}	1105acac
W_{17}	70406a68	W_{33}	8383cf40	W_{49}	e34d9809	W_{65}	ecdc52bc
W_{18}	00000081	W_{34}	101a901a	W_{50}	5f834c94	W_{66}	dd1e7c9c
W_{19}	d4c080d2	W_{35}	43189357	W_{51}	ce6076c1	W_{67}	be84e249
W_{20}	e080d4d0	W_{36}	9d097d65	W_{52}	46112059	W_{68}	1c76bf26
….	…….	….	……..	…..	………	…..	……..
W_{31}	6a8ecf1d	W_{47}	defaf3a5	W_{63}	582aa5a8	W_{79}	ee33e6ef

3. Penetapan Nilai Awal

Pada SHA-1 terdapat 5 nilai *buffer* juga dapat disebut dengan nilai awal atau nilai penyangga yang akan diproses dengan pesan. Penetapan nilai hash awal H_0 yaitu 32-bit kata sebanyak lima buah, dalam heksadesimal yang terdiri dari 8 karakter sebagai berikut :

$a = H_0$ = 67452301 (01100111010001010010001100000001)
$b = H_1$ = EFCDAB89 (11101111110011011010101110001001)
$c = H_2$ = 98BADCFE (10011000101110101101110011111110)
$d = H_3$ = 10325476 (00010000001100100101010001110110)
$e = H_4$ = C3D2E1F0 (11000011110100101110000111110000)

4. Pengolahan Pesan Dalam Blok Berukuran 512 bit

Adapun operasi dasar pada setiap blok yaitu :

- e ← d
- d ← c
- c ← CLS_{30}(b)
- $b \leftarrow a$
- $a \leftarrow (CLS_5(a) + f_t(b,c,d) + e + W_t + K_t)$,

Keterangan :

- a, b, c, d, e = Lima buah *buffer*
- t = Putaran, $0 \leq t \leq 79$
- f_t = Fungsi logika dengan operasi *bitwise*

Tabel 6. Fungsi Logika f_t pada setiap putaran

Putaran	$f_t(b,c,d)$	K_t
0 .. 19	$(b \wedge c) \vee (\sim b \wedge d)$	5a827999
20 .. 39	$b \oplus c \oplus d$	6ed9eba1
40 .. 59	$(b \wedge c) \vee (b \wedge d) \vee (c \wedge d)$	8f1bbcdc
60 .. 79	$b \oplus c \oplus d$	ca62c1d6

- CLS_s = *Circular Left Shift* sebanyak s bit
- W_t = *word* diturunkan dari blok dengan panjang 512 bit dari 32 bit yang sedang diproses.
- K_t = Konstanta penambah.
- $+$ = Operasi penjumlahan modulo 2^{32}

Tabel 7. Hasil Setiap Putaran

	A	B	C	D	E
Init	67452301	efcdab89	98badcfe	10325476	c3d2e1f0
T=0	d4e4b8e7	67452301	7bf36ae2	98badcfe	10325476
T=1	3b681f3b	d4e4b8e7	59d148c0	7bf36ae2	98badcfe
…	…	…	….	…	…
T=79	e3b56c9d	a0a7c386	f8df354c	0dc965a3	fa2d6cec

Selanjutnya lakukan penjumlahan hasil putaran dengan *buffer* yaitu sebagai berikut :

H_0 = 67452301 + e3b56c9d = 4afa8f9e
H_1 = efcdab89 + a0a7c386 = 90756f0f
H_2 = 98badcfe + f8df354c = 919a124a
H_3 = 10325476 + 0dc965a3 = 1dfbba19
H_4 = c3d2e1f0 + fa2d6cec = be004edc

Sehingga akan menghasilkan 160 bit *message digest* dengan lebar 20 *byte* dan menghasilkan 40 digit karakter. Adapun *message digest* dari "206" yaitu **4afa8f9e 90756f0f 919a124a 1dfbba19 be004edc**, Maka selanjutnya menerapkan metode DSA .

5. Pembangkit Sepasang Kunci
   a. p dan q adalah bilangan prima, dimana p dengan panjang L bit atau $512 \leq L \leq 1024$ dengan kelipatan 64, $(p-1)\ Mod\ q = 0$.
      $\boldsymbol{p} = 38977$ dan $\boldsymbol{q} = 2436$
      $(38977-1)\ Mod\ 2436 = 0$
   b. Menghitung parameter $g = h^{(p-1)/q}\ Mod\ p$ yang bersifat *public*, dimana $1 < h < p-1$ dan $h^{(p-1)/q}\ Mod\ p > 1$.
      $h = 100$
      $\boldsymbol{g} = 100^{(38977-1)/2436}\ Mod\ 38977 = 4820$
   c. Menentukan nilai sembarang untuk parameter x atau kunci *private* yang merupakan bilangan bulat, dimana $x < q$.
      $\boldsymbol{x} = \mathbf{203}$ **(Sebagai kunci *Private*)**
   d. Menghitung nilai pada kunci *public* $y = g^x\ Mod\ p$.
      $y = 4820^{203}\ Mod\ 38977$
      $\boldsymbol{y} = \mathbf{20297}$ **(Sebagai kunci *Public*)**

6. Proses Enkripsi (Tanda Tangan Pada Dokumen)
   Input : Pesan (M) dan kunci *private* (x)
   Output : Pesan (M) dan tanda tangan (r, s)
   a. Ubah nilai *hash* dari **206 (**hexadesimal**)** kedalam bentuk bilangan bulat (desimal), yaitu sebagai berikut :
      H(m) = 4afa8f9e90756f0f919a124a1dfbba19be004edc
      H(m) = **428053014354117578508610761906229859966888464092**
   b. Menentukan bilangan acak $k < q$
      $\boldsymbol{k}$ = 571
   c. Menghitung r dan s tanda-tanda dari pesan, yaitu sebagai berikut :
      $\boldsymbol{r} = (g^k \bmod p) \bmod q$
      $= (4820^{571} \bmod 38977\ ) \bmod 2436$
      $=$ **67**
      $\boldsymbol{s} = (k^{-1}\ (\mathrm{H(m)} + x * r)) \bmod q$. k^{-1} merupakan invers k mod q.
      $\boldsymbol{k^{-1}}$ = **1843**
      $\boldsymbol{s} = \big(1843(428053014354117578508610761906229859966888464092 + 203 * 67)\big) \bmod 2436$ = **1307**
   d. Pesan (M) dapat dikirim beserta tanda tangan r dan s.
      Yaitu data **surat keterangan keaslian ijazah** beserta **digital signature 671307**

7. Proses Dekripsi (Validasi pada Dokumen)
   Teorema 1 : (Pembuktian *v = r'*)
   Jika *M' = M*, *r' = r*, dan *s' = s* pada verifikasi tandatangan, maka *v = r'*.
   a. $\boldsymbol{s^{-1}} =$ Invers s mod q
      $=$ Invers 1307 mod 2436 $=$ $\mathbf{479}$
   b. $\boldsymbol{w}\ \ = s^{-1} \bmod q$
      $= 479 \bmod 2436 =$ $\mathbf{479}$
   c. **u1** = (H(m) * w) mod q

= (428053014354117578508610761906229859966888464092 * 479) mod 2436 = **1992**

d. **u2** = (r * w) mod q
= (67 * 479) mod 2436 = **425**

e. **v** = (($g^{u1} * y^{u2}$) mod p) mod q)
= (($4820^{1992} * 20297^{425}$) mod 38977) mod 2436)
= **67**

Karena v = r', maka tanda tangan dinyatakan asli.

3.4 Tampilan Halaman Menu Utama

Saat pertama kali menjalankan sistem, maka halaman menu utama yang akan pertama kali tampil. Dimana dalam halaman utama ini, dapat diakses oleh semua user. Adapun aktifitas yang dapat dilakukan didalam halaman ini adalah membuka form verifikasi dan juga login. Dibawah ini merupakan tampilan halaman menu utama adalah sebagai berikut:

Gambar 2. Tampilan Halaman Menu Utama

3.5 Tampilan Form Login

Form Login adalah form yang dibuat untuk membatasi hak akses user lain dengan tata usaha. Untuk dapat masuk ke dalam menu pengolahan data ijazah, maka tata usaha harus melakukan login terlebih dahulu dengan menginputkan username dan password yang sudahtersimpan di dalam database dengan benar. Berikut ini adalah tampilan form login adalah sebagai berikut:

Gambar 3. Tampilan Form Login

3.6 Tampilan Form Verifikasi

Halaman Menu Utama Pengolahan Data Ijazah merupakan halaman yang tampil ketikatata usaha berhasil login. Dalam halaman ini terdapat menu – menu aktifitas yang dapat dilakukan tata usaha dalam mengolah data ijazah. Berikut ini adalah tampilan halam menuutama pengolahan data ijazah yaitu sebagai berikut:

Gambar 4. Tampilan Form Verifikasi

3.7 Pembentukan *Digital Signature* Surat Keterangan Keaslian Ijazah

Proses ini bertujuan untuk menguji atau memeriksa aplikasi yang dibangun sesuai dengan kebutuhan terkait masalah yang diteliti. Langkah awal yang dilakukan adalah dengan memasukkan data-data yang diperlukan untuk dokumen surat keterangan ijazah berupa data siswa. Pengisian data-data tersebut sejalan dengan pembentukan *digital signature* dan mengkonversikannya ke QR *Code*. No ijazah dan nilai tanda tangan digital sepenuhnya dilakukan berurutan oleh sistem. Tahapan tanda tangan ini dapat dilihat pada gambar berikut:

Gambar 5. Dokumen Valid

3.8 *Output* Sistem *Digital Signature*

Setelah data-data diisi dan di proses, sistem akan menyimpan ke penyimpanan (*database*). Lalu untuk mengunduhnya admin diharuskan melihat data file dengan mengklik data nama siswa. Data yang akan diunduh akan berupa *file* PDF seperti pada gambar berikut:

YAYASAN PERGURUAN KATOLIK DON BOSCO – KEUSKUPAN AGUNG MEDAN
SMA SWASTA RK SERDANG MURNI
JL. P. SIANTAR NO. 146 Telp./Fax (061) 7951427 Lubuk Pakam – 20517
Email : smarkserdangmurnilubukpakam@yahoo.com

NSS : 3040701160 NDS : 3007010005 NPSN : 10219163 AKREDITASI : A (Amat Baik)

SURAT KETERANGAN KEASLIAN IJAZAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Drs. Masner
NIP : -
Pangkat/Gol : -
Jabatan : Kepala Sekolah
Unit : SMA Swasta RK Serdang Murni Lubuk Pakam

Dengan ini menerangkan bahwa :

Nama lengkap : Orlando Naibaho
No. Ijazah : 12345662321
Tempat Tanggal Lahir : Medan, 25-08-1999
Alamat : Jl. Bunga Luhur
Tahun Lulus : 2017

Menyatakan bahwa benar ijazah yang bersangkutan adalah **ASLI** terhitung sejak tahun 2017.
Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya dan apabila dikemudian hari ternyata surat pernyataan ini tidak benar maka yang berkaitan wajib menerima sanksi hukum sesuai peraturan yang berlaku.

Lubuk Pakam, 2021
Pemohon, Yang Menyatakan,
Kepala Sekolah

(.....) Drs. Masner

Kode Signature :

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
REPUBLIK INDONESIA

IJAZAH

SEKOLAH MENENGAH ATAS
PROGRAM ILMU PENGETAHUAN ALAM
TAHUN PELAJARAN 2015/2016

Yang bertanda tangan di bawah ini, Kepala Sekolah Menengah Atas ... Swasta ..... RK Serdang Murni Lubuk Pakam, Kabupaten Deli Serdang ..... menerangkan bahwa:

nama : RIDO SIBARANI
tempat dan tanggal lahir : Sibesser, 26 Juli 1998
nama orang tua/wali : Bersara Sibarani
nomor induk siswa : 9436
nomor induk siswa nasional : 9988374438
nomor peserta ujian nasional : 3-16-07-09-014-026-7
sekolah asal : SMA Swasta RK Serdang Murni Lubuk Pakam

LULUS

dari satuan pendidikan setelah memenuhi seluruh kriteria sesuai dengan peraturan perundang-undangan.

Kabupaten Deli Serdang, 07 Mei 2016
Kepala Sekolah,
Drs. MASNER
NIP -

DN-07 Ma/06 0015737

Gambar 6. *Output* Sistem *Digital Signature*

3.9 *Scan* QR *code*

Sebelum Surat Keterangan Keaslian Ijazah didistribusikan kepada siswa, admin melakukan pemeriksaan keaslian guna mengetahui integritas data sebelum adanya keluhan yang disampaikan terkait *digital signature*. Untuk dapat membaca QR *Code* diperlukan bantuan dari pihak ketiga seperti Google Lens. Google Lens akan membaca QR *Code* dan mengeluarkan teks hasil scan QR *Code*.

Gambar 7. *Scan* QR *code*

Pengecekan dengan memasukkan digit kode verifikasi dari hasil *scan* Google Lens ke *form* verifikasi. Adapun dapat dilihat pada gambar berikut:

Gambar 8. Verifikasi Surat Keterangan Keaslian Ijazah

Jika digit kode verifikasi dan layanan yang dimasukkan benar dan terdaftar, maka Surat Keterangan Keaslian Ijazah masih terjaga integritasnya dengan memunculkan informasi "Surat Keterangan Asli" dan menampilkan Surat keterangan keaslian ijazah. Jika digit kode verifikasi dan layanan yang dimasukkan tidak valid, sistem akan memuncukkan informasi "Surat Keterangan Tidak Asli" dan kembali menampilkan form verifikasi.

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Berdasarkan pengujian sistem dapat melakukan proses membuat tanda tangan pada Surat Keterangan Keaslian Ijazah.
2. Berdasarkan pengujian sistem dapat melakukan verifikasi sehingga mampu mendeteksi keabsahan dari Surat Keterangan Keaslian Ijazah.
3. Berdasarkan pengujian sistem dapat diimplementasikan dengan menerapkan algoritma DSA.
4. Berdasarkan hasil penelitian sistem *digital signature* dapat membantu untuk mengatasi masalah yang terjadi pada SMA Swasta RK Lubuk Pakam.
5. Berdasarkan hasil penelitian sistem *digital signature* dapat mendeteksi adanya perubahan pada seluruh isi Surat Keterangan Keaslian Ijazah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada program studi S1 Sistem Informasi STMIK Triguna Dharma yang telah memberikan dukungan dalam penyelesaian tulisan ini.

REFERENSI

[1] R. Perdana, D. Anbiya, And A. Grahitandaru, "Penerapan Tanda Tangan Digital Pada Gambar Formulir C1.Plano-Kwk Di Pilkada Sulawesi Selatan," *Teknol. Inf. Dan Ilmu Komput.*, Vol. 6, No. 5, Pp. 475–484, 2019, Doi: 10.25126/Jtiik.201961471.

[2] R. Munir, Kriptografi, 2nd Ed. Yogyakarta: Informatika Bandung, 2019.

[3] J. Simarmata, S. Sriadhi, And R. Rahim, Kriptografi, 1st Ed. Yogyakarta: Andi, 2019.

[4] F. Nurhasanah And R. Sulaiman, "Pembuatan Tanda Tangan Digital Menggunakan Digital Signature Algorithm," *J. Mipa Univ. Negeri Surabaya*, 2011.

[5] R. Ndaumanu, "Perancangan Sistem Informasi Persediaan Obat Pada Apotek Rumah Sakit Menggunakan Metode Spiral," *J. Komput. Dan Inform.*, Vol. 8, No. 1, Pp. 18–27, 2020, Doi: 10.35508/Jicon.V8i1.2187.

[6] A. Cahyono, "Aplikasi Digital Signature Untuk Pengaman E-Document Di Pg. Pesantren Baru Menggunakan Algoritma Dsa," *Artik. Ilm.*, Vol. 2, Pp. 227–249, 2018.

[7] H. Wibowo, N. Cahyani, And V. Suryani, "Implementasi Digital Signature Algorithm (Dsa) Dalam Keamanan Sms Pada Mobile Device," *J. Ilm.*, Pp. 1–7, 2010.

[8] "Schneier On Security," *Schneier.Com*, 2015. Http://Www.Schneier.Com/Blog/Archives/2005/02/Sha_Ibroken.Html (Accessed Jan. 02, 2021).

[9] R. Wicaksono, "Membuat-Sha1-Collision-File," *Ilmuhacking.Com*, 2017. Http://Www.Ilmuhacking.Com/Cryptography/Membuat-Sha1-Collision-File/ (Accessed Jan. 02, 2021).
[10] M. Ihwani, "Model Keamanan Informasi Berbasis Digital Signature," *Cess (Journal Comput. Eng. Syst. Sci.*, Vol. 1, No. 1, Pp. 15–20, 2016
[11] P. Chyan, "Penerapan Sistem Kriptografi Enkripsi Jamak Dan Tanda Tangan Digital Dalam Mendukung Keamanan Informasi," *J. Temat.*, Vol. 6, No. 1, Pp. 39–46, 2018
[12] SMA RK Swasta Lubuk Pakam, Data *Surat Keterangan Keaslian Ijazah.*
[13] R. Munir, "Digital Signature Standard," *Encycl. Cryptogr. Secur.*, Pp. 347–347, 2011, Doi: 10.1007/978-1-4419-5906-5_145.

BIBLIOGRAFI PENULIS

Nama : Orlando Yosefyius Pardamean Naibaho
Nirm : 2017020324
Program Studi : Sistem Informasi STMIK Triguna Dharma
Deskripsi : Mahasiswa Stambuk 2017 pada program Studi Sistem Informasi yang Memiliki Minat dan fokus dalam bidang keilmuan Pemrograman dan Desain Grafis

Nurcahyo Budi Nugroho, S.Kom., M.Kom. Merupakan dosen tetap STMIK Triguna Dharma bidang Sistem Informasi, fokus bidang keilmuan beliau ialah Pemograman, beliau aktif megampu mata kuliah dibidang Program Website, Dekstop dan Mobile, aktif dalam mengembangkan mutu mahasiswa dalam bidang Pemrograman dan Teknik Algoritma Pemrograman.

Nur Yanti Lumban Gaol, S.Kom., M.Kom.
NIDN : 0120069102
Program Studi : Sistem Informasi
Deskripsi : Dosen Tetap STMIK Triguna Dharma yang aktif mengajar dan fokus pada bidang keilmuan SPK, Data Mining, Arsitektur Komputer, Analisa Perancangan Sistem Informasi.
Telah menulis jurnal berjudul : Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Tanaman Buah Citrus (Lemon) Mengggunakan Metode Certainty Factor.
Prestasi : Pemenang Hibah Dikti Tahun 2021, Juara II Tari Tradisional STMIK Triguna Dharma di Universitas Sumatera Utara