Jurnal CyberTech
Vol., No., Februari 2020, pp.
ISSN: ❒

Kombinasi Kriptografi *Affine Cipher* dengan Algoritma AES (*Advanced Encryption Standart*) Untuk Pengamanan Data Gaji Karyawan Pada CV. Interyasa Lubuk Pakam

M. Idris Affandy[*] , Usti Fatimah Sari Sitorus Pane [**], Ita Mariami[***]
[*]Program Studi Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma
[**]Program Studi Sistem Komputer Dan Sistem Informasi Dosen Pembimbing, STMIK Triguna Dharma

Article Info

Article history:

-

Keyword:
Kriptografi, Affine Cipher, AES, Advanced Encryption Standart, Data Gaji, Pengamanan Data.

ABSTRACT

Gaji merupakan suatu hal yang sudah sangat pokok pada kegiatan finansial pada sebuah instansi perusahaan karena hal tersebut berpengaruh terhadap kinerja para karyawan. Data gaji merupakan salah satu data yang bersifat rahasia yang hanya dapat dilihat oleh pihak-pihak tertentu, seperti bendahara dan kepala kantor.

CV. Interyasa Lubuk Pakan adalah salah satu perusahaan yang harus menjaga data gaji karyawannya agar tidak disalahgunakan atau dimanipulasi oleh orang-orang yang tidak bertanggung jawab dan tentu akan menimbulkan kerugian besar bagi perusahaan.

Dalam hal ini diperlukan sebuah sistem dalam pengamanan data yang dapat melakukan penyandian dan pengacakan sebuah Informasi yang berbasis komputer. Pengamanan ini dilakukan dengan menerapkan sebuah algoritma kriptografi yang bertujuan untuk mengenkripsi dan dekripsi sebuah pesan text. Algoritma kriptografi yang digunakan adalah kombinasi antara kriptografi Affine Cipher dengan algoritma AES (Advanced Encryption Standard). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem keamanan data gaji karyawan dapat mengamankan data gaji dengan sangat baik dan menghindari terjadinya penyalahgunaan atau manipulasi data oleh orang-orang yang tidak memiliki wewenang atas data tersebut.

First Author
Nama : M. Idris Affandy
Kampus : STMIK Triguna Dharma
Program Studi : Sistem Informasi
E-Mail : midris.affandy98@gmail.com

1. PENDAHULUAN

CV. Interyasa Lubuk Pakam merupakan perusahaan cabang dari Jakarta yang ada di daerah Lubuk Pakam, perusahaan tersebut bergerak dalam bidang Cas & Credit untuk barang *Elektronik* maupun *Furniture*, di dalam CV. Interyasa, gaji yang diterima oleh karyawan sesuai dengan UMR bahkan bisa lebih dari UMR setiap bulannya, dan pemberian bonus diadakan tiap bulannya berdasarkan beberapa kriteria, antara lain kedisiplinan, kejujuran, semangat kerja dan dari faktor lainnya. Data gaji karyawan merupakan salah satu data rahasia yang hanya dapat di kelola oleh bendahara atau Management maupun Direktur disuatu perusahaan.

Pengelolaan data gaji karyawan di CV. Interyasa Lubuk Pakam masih menggunakan cara yang manual yaitu dengan menggunakan kertas dan tulis tangan dalam penulisannya oleh pihak perusahaan, oleh karna itu data tersebut pastinya akan sangat rawan terjadinya manipulasi data serta penyalahgunaan data tersebut, yang tentunya akan sangat merugian pihak perusahaan. Oleh karena itu, pihak perusahaan berusaha untuk mengamankan data tersebut agar terhindar dari penyalahgunaan dan manipulasi data oleh orang-orang yang tidak bertanggung jawab, yang tentunya dapat merugikan perusahaan tersebut.

Dalam hal ini dibutuhkan sebuah sistem keamanan untuk mengamankan data gaji karyawan di CV. Interyasa Lubuk Pakam. Keamanan pada sistem ini menggunakan ilmu kriptografi klasik yang berkolaborasi dengan algoritma kriptografi *modern* dalam teknik penyandiannya, dan metode yang di gunakan adalah kombinasi dari kriptografi *Affine Cipher* dengan algoritma *Advanced Encryption Standar*.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Gaji

Menurut J. Prayudha, Saniman, and Ishak, 2019 'Gaji dapat diartikan sebagai pembayaran atas jasa yang telah dikeluarkan oleh karyawan dan dibayarkan berdasarkan dengan hari kerja, dan jam kerja karyawan, baik secara langsung (*cash*) maupun tidak langsung (*transfer*).'

Menurut A. P. Widyassari, 2017, 'Gaji juga merupakan salah suatu bentuk pembayaran yang bersifat periodik dari pimpinan kepada karyawannya yang telah dinyatakan dalam suatu kontrak kerja. Dari aspek penerapan usaha, gaji dapat dianggap sebagai beban yang dibutuhkan untuk memperoleh SDM (sumber daya manusia) untuk melangsungkan pekerjaan dari perusahaan, dan karenanya disebut sebagai biaya gaji.'

2.2 Kriptografi

Menurut R. Sadikin, 2019, 'Kriptografi berawal dari bahasa Yunani, kripto yang berarti rahasia dan graphia yang berarti catatan atau tulisan. Sedangkan berdasarkan dari istilahnya, kriptografi yakni ilmu dan seni untuk mengamankan pesan pada saat dikirim dari satu tempat ketempat yang lain. Kata "seni" tersebut berawal dari kenyataan sejarah yaitu pada masa-masa awal mula sejarah kriptografi ada setiap orang mungkin mempunyai cara yang berbeda dan unik dalam melindungi pesannya'.

Menurut Ilhamsyah, 2017, 'Kriptografi yakni suatu teknik keamanan dalam melindungi suatu data dengan menggunakan sebuah kode yang hanya dimengerti oleh orang yang berhak mengakses data tersebut'.

2.3 *Affine Cipher*

Affine Cipher merupakan perluasan dari metode terdahulu yaitu Caesar Cipher, yang memakai konsep mengalihkan *plaintext* dengan nilai dan menambahkannya dengan pergeseran P menghasilkan cipherteks C dinyatakan dengan fungsi kongruen. Sandi affine merupakan sandi monoalfabetik yang menggunakan teknik substitusi yang menggunakan fungsi linier. Rumus enkripsi *Affine Cipher* adalah $C = mP + b \ (mod\ n)$, sedangkan rumus dekripsinya adalah $P \equiv m\ -1\ (C - b)\ (mod\ n)$.

2.4 *Advanced Encryption Standart*

AES (*Advanced Encryption Standart*) merupakan sistem penyandian blok yang berkarakter non-Faistel, karna AES memakai komponen yang slelau mempunyai invers dengan panjang blok 128, 192 dan 256 bit. Penyandian AES menggunakan proses yang iteratif atau disebut juga ronde.

Pada tahun 90-an, setelah beberapa tahun standart penyandian simetris DES (*Data Encryption Standart*) dianggap tidak aman lagi, lembaga standart Amerika Serikat National Institute of Standart and Technology (NIST) membuat sayembara untuk menggantikan DES dengan sebuah sistem penyandian *Advanced Encryption Standart* pada tanggal 12 September 1997. Kemudian NIST memberi beberapa spesifikasi untuk AES, yakni memiliki panjang blok 128 bit, serta mampu men support panjang kunci 128, 192 dan 256.

2.4.1 Proses Ekspansi Kunci

Proses Ekspansi Kunci Algoritma AES mengambil kunci *cipher* dan melakukan rutin ekspansi kunci untuk membentuk *key schedule*. Ekspansi kunci menghasilkan total Nb (Nr+1) word. Algoritma ini membutuhkan set awal *key* yang terdiri dari Nb *word*, dan setiap *RoundKey* Nr membutuhkan data kunci sebanyak Nb *word*. Hasil *key schedule* terdiri dari array 4 byte word linear yang dinotasikan dengan [wi].

2.4.2 Proses Enkripsi

Proses enkripsi di dalam algoritma AES terdiri dari 4 jenis Transformasi byte, yaitu *SubBytes*, *Shiftrows*, *MixColumn*, dan Add*RoundKey*. Pada awal proses enkripsi, masukkan yang telah disalin ke dalam state mengalami Transformasi byte Add*RoundKe*. Setelah itu, state akan mengalami Transformasi *SubBytes*, *Shiftrows*, *MixColumns*, dan Add*RoundKey* secara berulang-ulang sebanyak Nr. Proses ini dalam algoritma AES disebut sebagai *RoundKey* function. Sedangkan *RoundKey* yang terakhir state tidak menjalani Transformasi *MixColumns*.

Langkah kerja enkripsi adalah sebagai berikut:

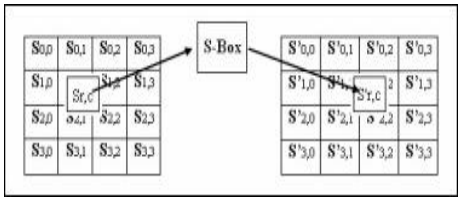
a. Transformasi *SubBytes*

SubBytes merupakan Transformasi *byte* dimana setiap elemen pada state akan dipetakan dengan menggunakan sebuah tabel substitusi (S-Box). Tabel substitusi S-Box akan dipaparkan dalam Gambar 1.

x \ y	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f
0	63	7c	77	7b	f2	6b	6f	c5	30	01	67	2b	fe	d7	ab	76
1	ca	82	c9	7d	fa	59	47	f0	ad	d4	a2	af	9c	a4	72	c0
2	b7	fd	93	26	36	3f	f7	cc	34	a5	e5	f1	71	d8	31	15
3	04	c7	23	c3	18	96	05	9a	07	12	80	e2	eb	27	b2	75
4	09	83	2c	1a	1b	6e	5a	a0	52	3b	d6	b3	29	e3	2f	84
5	53	d1	00	ed	20	fc	b1	5b	6a	cb	be	39	4a	4c	58	cf
6	d0	ef	aa	fb	43	4d	33	85	45	f9	02	7f	50	3c	9f	a8
7	51	a3	40	8f	92	9d	38	f5	bc	b6	da	21	10	ff	f3	d2
8	cd	0c	13	ec	5f	97	44	17	c4	a7	7e	3d	64	5d	19	73
9	60	81	4f	dc	22	2a	90	88	46	ee	b8	14	de	5e	0b	db
a	e0	32	3a	0a	49	06	24	5c	c2	d3	ac	62	91	95	e4	79
b	e7	c8	37	6d	8d	d5	4e	a9	6c	56	f4	ea	65	7a	ae	08
c	ba	78	25	2e	1c	a6	b4	c6	e8	dd	74	1f	4b	bd	8b	8a
d	70	3e	b5	66	48	03	f6	0e	61	35	57	b9	86	c1	1d	9e
e	e1	f8	98	11	69	d9	8e	94	9b	1e	87	e9	ce	55	28	df
f	8c	a1	89	0d	bf	e6	42	68	41	99	2d	0f	b0	54	bb	16

Gambar 1 Tabel Subtitusi Untuk Transformasi *SubBytes*

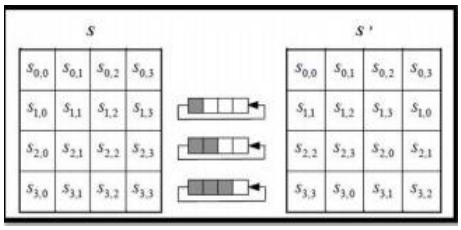
Untuk setiap byte pada array state, misalkan S[r, c] = xy, yang dalam hal ini xy adalah digit heksadesimal dari nilai S[r, c], maka nilai substitusinya, dinyatakan dengan S'[r, c], adalah elemen di dalam tabel subtitusi yang merupakan perpotongan baris x dengan kolom y. Gambar 2 mengilustrasikan pengaruh pemetaan byte pada setiap byte dalam state.



Gambar 2 Pengaruh Pemetaan pada Setiap *Byte* dalam *State*

b. *Shiftrows*

Transformasi *Shiftrows* pada dasarnya adalah proses pergeseran bit dimana bit paling kiri akan dipindahkan menjadi bit paling kanan (rotasi bit). Proses pergeseran *Shiftrows* ditunjukkan dalam Gambar 3 berikut:



Gambar 3 Transformasi *Shiftrows*

c. *MixColumns*

MixColumn mengoperasikan setiap elemen yang berada dalam satu kolom pada *state*. Secara lebih jelas, Transformasi *MixColumns* dapat dilihat pada perkalian matriks berikut ini:

$$\begin{bmatrix} S'_{0,C} \\ S'_{1,C} \\ S'_{2,C} \\ S'_{3,C} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 02 & 03 & 01 & 01 \\ 01 & 02 & 03 & 01 \\ 01 & 01 & 02 & 03 \\ 03 & 01 & 01 & 02 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_{0,C} \\ S_{1,C} \\ S_{2,C} \\ S_{3,C} \end{bmatrix}$$

Gambar 4 Persamaan Transformasi *MixColumns*

Keluaran dari hasil perkalian matriks diatas bisa dianggap seperti perkalian pada gambar berikut:

$$s'_{0,c} = (\{02\} \bullet s_{o,c}) \oplus (\{03\} \bullet s_{1,c}) \oplus s_{2,c} \oplus s_{3,c}$$
$$s'_{1,c} = s_{0,c} \oplus (\{02\} \bullet s_{1,c}) \oplus (\{03\} \bullet s_{2,c}) \oplus s_{3,c}$$
$$s'_{2,c} = s_{0,c} \oplus s_{1,c} \oplus (\{02\} \bullet s_{2,c}) \oplus (\{03\} \bullet s_{3,c})$$
$$s'_{3,c} = (\{03\} \bullet s_{0,c}) \oplus s_{1,c} \oplus s_{2,c} \oplus (\{02\} \bullet s_{3,c})$$

Gambar 5 Perkalian matriks *MixColumns*

d. *AddRoundKey Key*

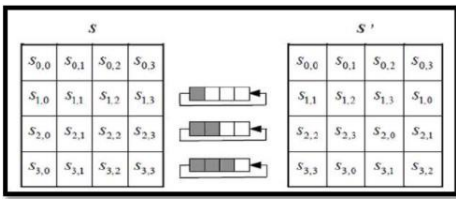
Add*RoundKey Key* melakukan XOR antara state sekarang dengan *RoundKey* key.

2.4.3 Proses Dekripsi

Transformasi *cipher* dapat dibalikkan dalam arah yang untuk menghasilkan inverse cipher yang mudah dimengerti untuk algoritma AES. Transformasi *byte* yang digunakan pada *invers cipher* adalah *InvShiftrows*, Inv*SubBytes*, *InvMixColumns*, dan *AddRoundKey*.

a. *InvShiftrows*

Transformasi *invers* terhadap *Shiftrows* disebut *InvShiftrows* yang merupakan Transformasi *byte* yang berkebalikan dengan Transformasi *SubRows*. Ilustrasi transformasi *InvShiftrows* terdapat pada Gambar 8 sebagai berikut



Gambar 6 Transformasi *InvShiftrows*

b. *InvSubBytes*

InvSubBytes juga merupakan transformasi *byte* yang berkebalikan dengan Transformasi *SubBytes*. Pada *InvSubByte* tiap elemen pada state dipetakan dengan menggunakan tabel *Inverse* S-Box

x \ y	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f
0	52	09	6a	d5	30	36	a5	38	bf	40	a3	9e	81	f3	d7	fb
1	7c	e3	39	82	9b	2f	ff	87	34	8e	43	44	c4	de	e9	cb
2	54	7b	94	32	a6	c2	23	3d	ee	4c	95	0b	42	fa	c3	4e
3	08	2e	a1	66	28	d9	24	b2	76	5b	a2	49	6d	8b	d1	25
4	72	f8	f6	64	86	68	98	16	d4	a4	5c	cc	5d	65	b6	92
5	6c	70	48	50	fd	ed	b9	da	5e	15	46	57	a7	8d	9d	84
6	90	d8	ab	00	8c	bc	d3	0a	f7	e4	58	05	b8	b3	45	06
7	d0	2c	1e	8f	ca	3f	0f	02	c1	af	bd	03	01	13	8a	6b
8	3a	91	11	41	4f	67	dc	ea	97	f2	cf	ce	f0	b4	e6	73
9	96	ac	74	22	e7	ad	35	85	e2	f9	37	e8	1c	75	df	6e
a	47	f1	1a	71	1d	29	c5	89	6f	b7	62	0e	aa	18	be	1b
b	fc	56	3e	4b	c6	d2	79	20	9a	db	c0	fe	78	cd	5a	f4
c	1f	dd	a8	33	88	07	c7	31	b1	12	10	59	27	80	ec	5f
d	60	51	7f	a9	19	b5	4a	0d	2d	e5	7a	9f	93	c9	9c	ef
e	a0	e0	3b	4d	ae	2a	f5	b0	c8	eb	bb	3c	83	53	99	61
f	17	2b	04	7e	ba	77	d6	26	e1	69	14	63	55	21	0c	7d

Gambar 7 Tabel Subtitusi Untuk Transformasi *InvSubBytes*

c. *InvMixColumns*

Setiap kolom dalam state dikalikan dengan matrik perkalian dalam AES. Perkalian dalam matrik dapat ditulis dengan persamaan seperti pada Gambar 10 sebagai berikut

$$\begin{bmatrix} s'_{0,c} \\ s'_{1,c} \\ s'_{2,c} \\ s'_{3,c} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0E & 0B & 0D & 09 \\ 09 & 0E & 0B & 0D \\ 0D & 09 & 0E & 0B \\ 0B & 0D & 09 & 0E \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_{0,c} \\ s_{1,c} \\ s_{2,c} \\ s_{3,c} \end{bmatrix}$$

Gambar 8 Persamaan Matrik InvMixColums.

d. *InvAddRoundKey*

Transformasi *Inverse AddRoundKey Key* tidak berbeda dengan Transformasi *AddRoundKey Key* karna dalam Transformasi ini hanya dilakukan operasi penambahan sederhana dengan operasi *bitwise* XOR

3. ANALISA DAN HASIL

3.1 Algoritma Sistem

Algoritma sistem merupakan penjelasan langkah-langkah dalam penyelesaian masalah dalam perancangan sistem keamanan data gaji karyawan dengan menggunakan kriptografi *Affine Cipher* dengan algoritma AES. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan keamanan data gaji karyawan.

3.3.1 Proses Enkripsi *Affine Cipher*

Rumus enkripsi dari *Affine Cipher* adalah C = ((a x p) + b) mod n, dimana a dan b sebagai key 1 dan key 2, dalam sampel disini digunakan kunci (5,2) dimana a = 5 dan b = 2, p sebagai indeks dari *plaintext* dan n jumlah karakter ASCII.

Kemudian ubah *plaintext* menjadi *Form*at ASCII, dimana *plaintext* nya adalah Rp. 1.926.500, berikut ini adalah penyelesaiannya:

R	p	.		1	.	9	2	6	.	5	0	0
82	112	46	32	49	46	57	50	54	46	53	48	48

Kemudian p di pecah menjadi tiap karakter *plaintext*. Berikut ini adalah tabel Pi:

Tabel 3.2 Karakter Pi dan Kode ASCII

Pi	**Keterangan**	**Kode ASCII**
P1	R	82
P2	P	112
P3	.	46
P4	Spasi	32
P5	1	49
P6	.	46
P7	9	57
P8	2	50
P9	6	54
P10	.	46
P11	5	53
P12	0	48
P13	0	48

Setelah di bagi perkarakater, selanjutnya di enkripsi dengan rumus seperti ini Ci = ((a x p) + b) mod 172, yaitu sebagai berikut:

C1 = ((5 x 81) + 2) mod 172
= (410 + 2) mod 172
= 412 mod 172
= 68
C2 = ((5 x 112) + 2) mod 172 = 46
C3 = ((5 x 46) + 2) mod 172 = 60
C4 = ((5 x 32) + 2) mod 172 = 162
C5 = ((5 x 49) + 2) mod 172 = 75
C6 = ((5 x 46) + 2) mod 172 = 60
C7 = ((5 x 57) + 2) mod 172 = 115
C8 = ((5 x 50) + 2) mod 172 = 80
C9 = ((5 x 54) + 2) mod 172 = 100
C10 = ((5 x 46) + 2) mod 172 = 60
C11 = ((5 x 53) + 2) mod 172 = 95
C12 = ((5 x 48) + 2) mod 172 = 70
C13 = ((5 x 48) + 2) mod 172 = 70

Maka setelah di enkripsi hasilnya yaitu, 68 46 60 162 75 60 115 80 100 60 95 70 70, dan dalam karakter ASCII adalah:

68	46	60	162	75	60	115	80	100	60	95	70	70
D	.	<	¢	K	<	s	P	d	<	_	F	F

Setelah cipherteks didapatkan dari proses enkripsi *Affine Cipher* kemudian enkripsi lagi cipherteks tersebut dengan algoritma AES.

3.3.2 Proses Enkripsi AES

Dalam proses enkripsi algoritma AES, ada dua tahapan yaitu ekspansi kunci dan enkripsi

1. Proses Ekspansi Kunci

Kunci ronde *(RoundKey key*) dibutuhkan untuk proses enkripsi dan dekripsi pada algoritma Advanced Encryption Standard. Maksimal panjang kunci adalah sebanyak 16 digit dan jumlah kunci ronde yang diperlukankan adalah 10 kunci yang akan diperoleh dari proses ekspansi kunci. Pada kasus ini, kunci yang akan digunakan yaitu "TrigunaIndonesia".

a. Urutkan kunci kedalam blok berukuran 128 bit (16 kode ASCII). Lalu ubah kunci kedalam bentuk heksadecimal

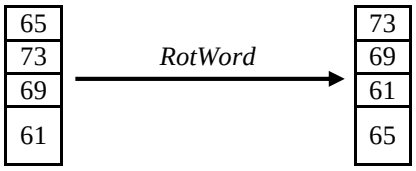
T	r	i	g	u	n	a	I	n	d	o	n	e	s	i	a
54	72	69	67	75	6E	61	49	6E	64	6F	6E	65	73	69	61

b. Langkah selanjutnya yaitu susun kunci ke dalam state berukuran 4 × 4 seperti dibawah ini :

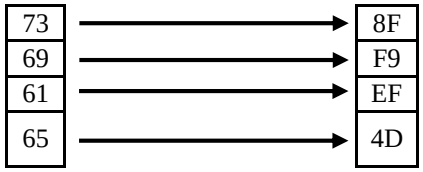
RoundKey Key Ke-0

54	72	69	67
75	6E	61	49
6E	64	6F	6E
65	73	69	61

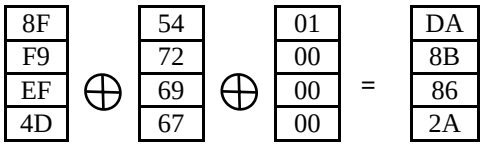
c. Kemudian, lakukan fungsi RotWord, yaitu dengan menggeser setiap bit pada kolom ke-4 ke atas 1 kali dari kunci ronde ke-0.



d. Hasil dari RotWord disubtitusikan dengan nilai pada tabel S-Box (*SubBytes*).

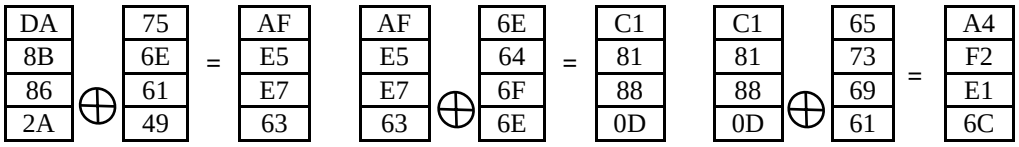


e. Tahap akhir yaitu lakukan proses XOR antara kolom pertama dari kunci ronde ke-0, hasil dari *SubBytes* lalu di-XOR-kan lagi dengan RCon.



f. Untuk mendapatkan kolom kedua, diperoleh dengan proses XOR antara Wi dengan kolom kedua dari kunci ronde ke-0. Sedangkan untuk mendapatkan kolom ketiga dan keempat kunci ronde ke-1, dilakukan proses seperti memperoleh kolom kedua.

Kolom ke-2 Kolom ke-3 Kolom ke-4



g. Dari seluruh proses diatas, maka diperoleh kunci untuk ronde ke-1 yaitu :

DA	AF	C1	A4
8B	E5	81	F2
86	E7	88	E1
2A	63	0D	6C

Untuk mendapatkan kunci ronde ke-2 sampai ke-10, proses diatas diulang 10 kali. Dibawah ini adalah hasil ekpansi kunci hingga ronde ke 10:

RoundKey Key Ke-1

DA	AF	C1	A4
8B	E5	81	F2
86	E7	88	E1
2A	63	D	6C

RoundKey Key Ke-2

51	FE	3F	9B
73	96	17	E5
D6	31	B9	58
63	0	D	61

…..

RoundKey Key Ke-10

8C	72	4D	D6
19	8F	98	7D
39	08	B1	E9
77	77	7A	1B

2. Proses Enkripsi

Plaintext yang akan digunakan yaitu “D.<¢K<sPd<_FF”. Kemudian urutkan kedalam blok lalu ubah kedalam bilangan heksadesimal.

D	.	<	¢	K	<	s	P	D	<	_	F	F			
44	2E	3C	A2	4B	3C	73	50	64	3C	5F	46	46	20	20	20

Susun 16 byte pertama dari *plaintext* yang telah diubah kedalam state 4x4:

44	4B	64	46
2E	3C	3C	20
3C	73	5F	20
A2	50	46	20

Lakukan XOR antara *plaintext* dengan *RoundKey Key* 0. Proses ini dinamakan Add*RoundKey* Key.

44	4B	64	46
2E	3C	3C	20
3C	73	5F	20
A2	50	46	20

⊕

54	75	6E	65
72	6E	64	73
69	61	6F	69
67	49	6E	61

=

10	3E	A	23
5C	52	58	53
55	12	30	49
C5	19	28	41

Proses Add*RoundKey Key* diatas masih sebagai pra-*RoundKey* dan akan menjadi masukan untuk ronde ke1 yang akan diproses dengan 4 Transformasi yaitu *SubBytes*, *Shiftrows*, *MixColumns* dan Add*RoundKey* Key. Hasil dari pra-*RoundKey* disubtitusikan dengan nilai pada tabel S-Box (*SubBytes*).

10	3E	0A	23
5C	52	58	53
55	12	30	49
C5	19	28	41

→

CA	B2	67	26
4A	00	6A	ED
FC	C9	04	3B
A6	D4	34	83

1. Lakukan *Shiftrows* pada hasil dari subtitusi *SubBytes* yang dieksekusi lewat pergeseran siklik secara memutar dengan geseran yang acak pada tiga baris terakhir state (baris pertama, r = 0, tidak digeser). Baris ke dua digeser secara siklik ke kiri sekali, baris ke tiga dua kali, dan baris ke empat tiga kali.

CA	B2	67	26
4A	~~00~~	~~6A~~	~~ED~~
FC	~~C9~~	~~04~~	~~3B~~
A6	~~D4~~	~~34~~	~~83~~

CA	B2	67	26
~~00~~	~~6A~~	~~ED~~	4A
~~04~~	~~3B~~	FC	C9
~~83~~	A6	D4	34

2. Transformasi *MixColumns* dengan mengoperasikan state kolom demi kolom pada state kolom, dengan mengkoversikan setiap kolom sebagai polinomial.

CA	B2	67	26

08	5C	CA	6F

00	6A	ED	4A
04	3B	FC	C9
83	A6	D4	34

→

45	8D	6D	C6
5C	5F	0E	B9
5C	CB	0B	81

3. Langkah terakhir untuk mendapatkan enkripsi putaran pertama, lakukan XOR antara hasil *MixColumns* dengan *RoundKey Key* Ke-1, proses ini disebut *AddRoundKey Key*.

08	5C	CA	6F
45	8D	6D	C6
5C	5F	0E	B9
5C	CB	0B	81

⊕

DA	AF	C1	A4
8B	E5	81	F2
86	E7	88	E1
2A	63	D	6C

=

D2	F3	0B	CB
CE	68	EC	34
DA	B8	86	58
76	A8	06	ED

Lakukan proses diatas sampai 10 putaran (*RoundKey*). Berikut adalah hasil enkripsi hingga *RoundKey* ke 10:

RoundKey Ke-1

D2	F3	0B	CB
CE	68	EC	34
DA	B8	86	58
76	A8	06	ED

RoundKey Ke-2

FE	FF	D4	20
D5	9A	37	2C
51	6E	79	A5
0C	C3	A0	79

…

RoundKey Ke-10

6E	D6	7D	47
62	C2	DD	9A
B9	B9	DD	42
A7	74	EE	5E

Dan hasil dari enkripsi AES menghasilkan *cipherteks* "nb¹§ÖÂ¹t}ÝÝîGšB^".

3.3.3. Proses Dekripsi AES

Proses-proses Transformasi pada dekripsi dalam metode *Advanced Encryption Standart* yaitu *InvSubBytes, InvShiftrows, InvMixColumns dan AddRoundKey Key.* Add*RoundKey Key* merupakan Transformasi yang bersifat self-invers. Kunci yang digunakan sama dengan yang digunakan pada proses enkripsi. Berikut adalah proses dekripsi dari hasil *ciphertext* yang telah diperoleh dari proses enkripsi sebelumnya.

N	b	¹	§	Ö	Â	¹	t	}	Ý	Ý	î	G	š	B	^
6E	62	B9	A7	D6	C2	B9	74	7D	DD	DD	EE	47	9A	42	5E

Kemudian susun 16 byte pertama dari *ciphertext* yang telah diubah ke bentuk heksadesimal kedalam state 4x4:

6E	D6	7D	47
62	C2	DD	9A
B9	B9	DD	42
A7	74	EE	5E

Lakukan XOR antara *cipherteks* dengan *RoundKey Key* Ke-10. Proses ini dinamakan *AddInvRoundKey Key*.

6E	D6	7D	47
62	C2	DD	9A
B9	B9	DD	42
A7	74	EE	5E

⊕

20	8E	21	85
B1	77	8D	C5
93	99	AB	4E
F7	1C	E4	EC

=

4E	58	5C	C2
D3	B5	50	5F
2A	20	76	0C
50	68	0A	B2

1. Lakukan *InvShiftrows* pada hasil initial-*RoundKey* dari AddInv*RoundKey Key* yang dieksekusi lewat pergeseran siklik secara memutar. Baris ke dua digeser secara siklik ke kiri tiga kali, baris ke tiga dua kali, baris ke empat sekali.

4E	58	5C	C2
D3	B5	50	5F
2A	20	76	0C
50	68	0A	B2

→

4E	58	5C	C2
5F	D3	B5	50
76	0C	2A	20
68	0A	B2	50

2. Hasil dari *InvShiftrows* disubtitusikan dengan nilai pada tabel 〖S-Box〗^(-1) (Inv*SubBytes*).

4E	58	5C	C2
5F	D3	B5	50
76	0C	2A	20

→

B6	5E	A7	A8
84	A9	D2	6C
0F	81	95	54

68	0A	B2	50

F7	A3	3E	6C

3. XOR kan hasil dari *InvSubBytes* dengan *RoundKey Key* Ke-9. Proses ini disebut *AddInvRoundKey Key*.

B6	5E	A7	A8
84	A9	D2	6C
0F	81	95	54
F7	A3	3E	6C

⊕

44	AE	AF	A4
68	C6	FA	48
A3	0A	32	E5
BE	EB	F8	08

=

F2	F0	08	0C
EC	6F	28	24
AC	8B	A7	B1
49	48	C6	64

4. Hasil dari *AddInvRoundKey Key* diTransformasi kan oleh *InvMixColumns* dengan mengoperasikan state kolom demi kolom. Operasi ini dilakukan pada state kolom, dengan mengkoversikan setiap kolom sebagai polinomial.

F2	F0	08	0C
EC	6F	28	24
AC	8B	A7	B1
49	48	C6	64

→

CF	A8	BD	CA
AC	AA	C7	5A
7C	6B	90	96
E4	35	AB	FB

Proses diatas diulang sampai 10 kali putaran (*RoundKey*). Berikut adalah hasil dari dekripsi hingga *RoundKey* ke 10:

RoundKey Ke-1

CF	A8	BD	CA
AC	AA	C7	5A
7C	6B	90	96
E4	35	AB	FB

RoundKey Ke-2

A4	B8	53	8D
11	08	71	CC
F5	2D	0B	6C
A2	DB	F2	39

….

RoundKey Ke-10

44	4B	64	46
2E	3C	3C	20
3C	73	5F	20
A2	50	46	20

Dan hasil dekripsi dari AES menghasilkan *plaintext* "D.<¢K<sPd<_FF ^". Setelah *plaintext* di dapat, kemudian dekripsi lagi dengan *Affine Cipher*.

3.3.4 Proses Dekripsi *Affine Cipher*

Rumus dekripsi dari *Affine Cipher* adalah 〖P=(a〗^1 (c-b)mod n) dimana a dan b sebagai key 1 dan key 2, proses dekripsi *Affine Cipher* menggunakan kunci yang sama, yaitu kunci (5,2) dimana a = 5, b = 2 dan a^1 = 69, c sebagai indeks dari cipherteks dan n jumlah karakter ASCII.

Kemudian yang harus di lakukan adalah merubah *ciphertext* menjadi *Form*at ASCII, dimana cipherteks nya adalah "D.<¢K<sPd<_FF", berikut ini adalah penyelesaiannya:

D	.	<	¢	K	<	s	P	d	<	_	F	F
68	46	60	162	75	60	115	80	100	60	95	70	70

Kemudian c di pecah menjadi tiap karakter *plaintext*. Berikut ini adalah tabel Ci:

Tabel 3.5 Karakter Ci dan Kode ASCII

Ci	**Keterangan**	**Kode ASCII**
C1	D	68
C2	.	46
C3	<	60
C4	¢	162
C5	K	75
C6	<	60
C7	S	115
C8	P	80
C9	D	100
C10	<	60
C11	_	95
C12	F	70
C13	F	70

Setelah di bagi perkarakater, selanjutnya di dekripsi dengan rumus seperti ini 〖P=(a)〗^1 (c-b) mod 172), yaitu sebagai berikut:

P1 = (69 x (68 - 2)) mod 172
= (69 x 66) mod 172
= 4554 mod 172
= 82
P2 = (69 x (46 - 2)) mod 172 = 112
P3 = (69 x (60 - 2)) mod 172 = 46
P4 = (69 x (162 - 2)) mod 172 = 32
P5 = (69 x (75 - 2)) mod 172 = 49
P6 = (69 x (60 - 2)) mod 172 = 46
P7 = (69 x (115 - 2)) mod 172 = 57
P8 = (69 x (80 - 2)) mod 172 = 50
P9 = (69 x (100 - 2)) mod 172 = 54
P10 = (69 x (60 - 2)) mod 172 = 46
P11 = (69 x (95 - 2)) mod 172 = 53
P12 = (69 x (70 - 2)) mod 172 = 48
P13 = (69 x (70 - 2)) mod 172 = 48

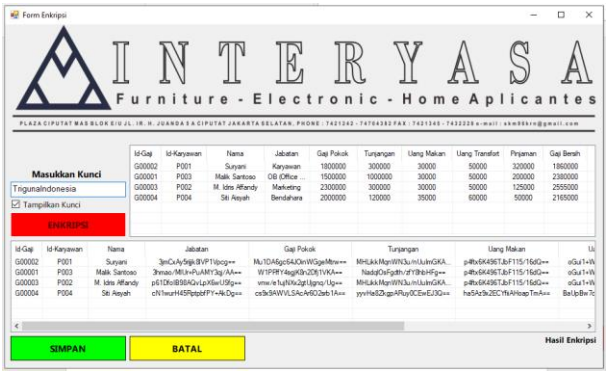
Maka, setelah di dekripsi hasilnya yaitu, 82 112 46 32 49 46 57 50 54 46 53 48 48, kemudian ubah kedalam karakter ASCII seperti dibawah ini:

82	112	46	32	49	46	57	50	54	46	53	48	48
R	p	.		1	.	9	2	6	.	5	0	0

4 PENGUJIAN DAN IMPLEMENTASI

4.1 *Form* Enkripsi

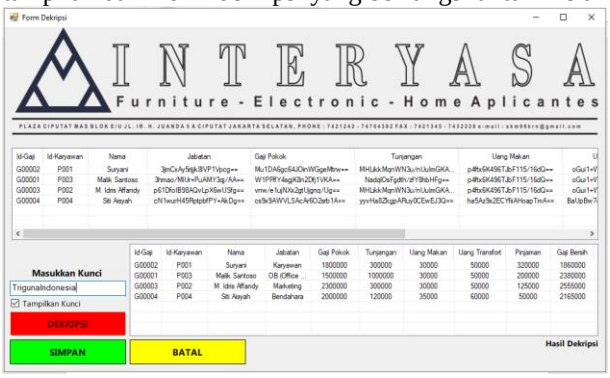
Berikut ini merupakan tampilan dari *Form* enkripsi yang berfungsi untuk melakukan proses enkripsi data:



Gambar 9 Tampilan *Form* Enkripsi

4.2 *Form* Dekripsi

Berikut ini merupakan tampilan dari *Form* dekripsi yang berfungsi untuk melakukan proses dekripsi data:



Gambar 10 Tampilan *Form* Dekripsi

5. KESIMPULAN

Berdasarakan perumusan dan pembahasan bab-bab sebelumnya dapat diambil beberapa kesimpulan dan beberapa saran.

1. Dalam mengatasi masalah yang terjadi pada CV. Interyasa Lubuk Pakam untuk pengamanan data gaji karyawan yaitu dengan melihat begitu pentingnya data gaji karyawan di CV. Interyasa Lubuk Pakam sehingga data tersebut harus dirahasikan dengan menggunakan kombinasi kriptografi *Affine Cipher* dengan algoritma AES (*Advanced Encryption Standart*).
2. Dalam merancang aplikasi menggunakan kombinasi kriptografi *Affine Cipher* dengan algoritma AES (*Advanced Encryption Standart*) yang dapat digunakan dalam pengamanan data gaji karyawan pada CV. Interyasa, yaitu dengan membuat pemodelan sistem seperti use case diagram, activity diagram dan class diagram, kemudian membuat flowchart dari algortima sistem, selanjutnya membangun *database* untuk menampung dan menyimpan data, terakhir melakukan pengkodingan dengan pemrograman VB.Net.
3. Sistem yang telah dirancang selanjutnya diuji dan diimplementasikan dengan memasukkan data-data sampel sesuai dengan yang ada pada bab-bab sebelumnya, kemudaian jika hasil outputnya sesuai dengan data manual maka dalam pengujian ini sistem berjalan dengan baik, baik dalam hal menambahkan data ke *database*, perintah update untuk merubah data di *database*, dan perintah delete untuk menghapus data di *database*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas izin-Nya yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan jurnal ilmiah ini. Pada kesempatan ini diucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua Orang Tua tercinta yang selama ini memberikan do'a dan dorongan baik secara moril maupun materi sehingga dapat terselesaikan pendidikan dari tingkat dasar sampai bangku perkuliahan dan terselesaikannya jurnal ini.

REFERENSI

1. F. N. Pabokory, I. F. Astuti, and A. H. Kridalaksana, "Implementasi Kriptografi Pengamanan Data Pada Pesan Teks, Isi File Dokumen, Dan File Dokumen Menggunakan Algoritma Advanced Encryption Standard," In*Form*. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput., vol. 10, no. 1, p. 20, 2016.
2. E. R. Agustina and A. Kurniati, "Pemanfaatan Kriptografi dalam Mewujudkan Keamanan Informasi pada e-Voting di Indonesia," Agustina, Esti Rahmawati Kurniati, Agus, vol. 2009, no. semnasIF, pp. 22–28, 2009.
3. J. Prayudha, Saniman, and Ishak, "Implementasi Keamanan Data Gaji Karyawan Pada PT . Capella Medan Menggunakan Metode Advanced Encryption Standard (AES)," vol. 18, no. 2, 2019.
4. B. Silaban and T. Limbong, "Aplikasi Pembelajaran Pengenalan Kriptografi Algoritma *Affine Cipher* Dan Vigenere Cipher Menggunakan Metode Computer Assisted Instruction," Media Inf. Anal. dan Sist., vol. 2, no. 2, pp. 14–20, 2017.
5. A. F. Marisman and A. Hidayati, "Pembangunan Aplikasi Pembanding Kriptografi Den-Gan Caesar Cipher Dan Advance Encryption Standard (AES) Untuk File Teks," pp. 213–222, 2015..
6. A. P. Widyassari, "Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kinerja Karyawan untuk Kenaikan Gaji pada PT AAA," Intensif, vol. 1, no. 2, pp. 92–101, 2017..
7. Ilhamsyah, "Jurnal Coding Sistem Komputer Untan Jurnal Coding Sistem Komputer Untan ISSN : 2338-493X," vol. 05, no. 1, pp. 68–79, 2017.
8. R. Sadikin, Kriptografi untuk Keamanan Jaringan dan Implementasinya dalam Bahasa Java, I. ANDI Yogyakarta, 2018.
9. A. Septiarini, "Sistem Kriptografi Untuk Text Message Menggunakan Metode Affine," J. In*Form*. Mulawarman, vol. 6, no. 1, pp. 50–53, 2011.
10. A. Arif and P. Mandarani, "Rekayasa Perangkat Lunak Kriptografi Menggunakan Algoritma Advanced Encryption Standard (AES) 128 Bit Pada Sistem Keamanan Short Message Service (SMS) Berbasis Android," Teknoif, vol. 4, no. 1, pp. 1–10, 2016..

BIOGRAFI PENULIS

	**M. Idris Affandy,** Laki – laki kelahiran Stabat, 20 November 1998, anak terakhir dari dua bersaudara ini merupakan seorang mahasiswa STMIK Triguna Dharma yang sedang dalam proses menyelesaikan skripsi.
	**Usti Fatimah Sari Sitorus Pane, S.Kom., M.Kom**, Beliau merupakan dosen tetap STMIK Triguna Dharma Medan dan aktif sebagai pengajar pada bidang ilmu Sistem Komputer.
	**Ita Mariami, SE., Msi**, Beliau merupakan dosen tetap STMIK Triguna Dharma Medan dan aktif sebagai pengajar pada bidang ilmu Sistem Informasi.