

IMPLEMENTASI KRIPTOGRAFI KUNCI PUBLIK DENGAN ALGORITMA RSA

Muhammad Qadafi Khairuzzaman

STMIK Pontianak, Jalan Merdeka No. 372, Pontianak

Telp (0561) 735555, Fax (0561) 737777

e-mail: M.Qadafi.K@gmail.com

Abstrak

Kriptografi merupakan suatu teknik penyembunyian pesan dimana pesan tersebut hanya dapat diketahui oleh pengirim dan penerima suatu pesan, dimana pesan itu sering disebut dengan enkripsi. Saat ini enkripsi sudah banyak dikembangkan salah satunya adalah metode Rivest Shamir Adleman (RSA) yang menggunakan dua kunci yaitu kunci publik dan kunci privat, dimana kunci tersebut dapat diatur dengan suatu perhitungan bilangan prima sebagai pembangkit kunci untuk nilai e , d , dan n . Dimana perhitungan nilai prima tersebut akan menjadi panjang karakter dari pengiriman suatu pesan dan menjadi panjang bit pembentukan kunci maka semakin sukar untuk dipecahkan karena sulitnya memfaktorkan dua bilangan yang sangat besar dan itu dianggap aman meskipun tidak pernah dibuktikan aman tidaknya, maka dari itu dalam penelitian ini akan dibuat keamanan yang lebih baik lagi dengan membuat sebuah nilai untuk nilai e , p dan q secara acak. Dalam pengolahan kriptografi metode RSA ini menggunakan visual basic for application (VBA) yang telah difasilitasi oleh microsoft excel, yang dianggap lebih mudah penerapannya dan dianggap pengguna komputer pasti memiliki fasilitas microsoft excel.

Kata Kunci: Kriptografi, Enkripsi, Rivest Shamir Adleman (RSA), Visual Basic for application (VBA)

Abstract

Cryptography is a message hiding technique where the message can only be known by the sender and receiver of a message, where the message is often called encryption. At this time encryption has been developed, one of which is the Rivest Shamir Adleman (RSA) method which uses two keys, public key and private key, where the key can be set with a prime number calculation as the key generator for values of e , d , and n . Where the prime value calculation will be the length of the characters from sending a message and the bit length of the key formation, it is more difficult to solve because it is difficult to factor two very large numbers and it is considered safe even though it has never been proven to be safe or not, therefore in this study will be security is made even better by making a value for the value of e , p and q at random. In the process of cryptographic processing of the RSA method, it uses visual basic for application (VBA) which has been facilitated by Microsoft Excel, which is considered easier to implement and is considered to be a computer user who certainly has Microsoft Excel facilities.

Keyword : Cryptography, Encryption, Rivest Shamir Adleman (RSA), Visual Basic for application (VBA)

1. PENDAHULUAN

Semakin hari perkembangan teknologi dalam bidang komputer dan sistem informasi sangat berkembang dengan pesat. Dengan perkembangan teknologi tersebut dapat membantu dalam menyelesaikan suatu pekerjaan dengan cepat, akurat dan efisien. Salah satu perkembangan teknologi tersebut yaitu menghasilkan suatu keamanan data. Dimana setiap hari

kebutuhan transaksi pertukaran data semakin besar, setiap transaksi data tersebut diharapkan memiliki keamanan agar data tersebut tetap terjaga kerahasiannya dan tidak gampang untuk diketahui oleh pihak lain yang tidak berhak untuk mengetahui apa isi dari suatu informasi atau data tersebut.

Kriptografi adalah ilmu dan seni untuk menjaga keamanan pesan yang mempelajari teknik-teknik matematika yang berhubungan dengan aspek keamanan informasi seperti kerahasiaan, integrasi data, serta keaslian data [1]. Kriptografi bertujuan agar informasi yang bersifat rahasia, integrasi data, autentikasi dan nirpenyangkalan yang dikirim melalui suatu jaringan internet, tidak dapat diketahui dan dimanfaatkan oleh orang lain atau pihak yang tidak berkepentingan.

Dari sekian banyak algoritma kriptografi kunci publik yang pernah dibuat, algoritma yang paling populer adalah algoritma RSA. Algoritma RSA dibuat oleh 3 orang peneliti dari MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) pada tahun 1976, yaitu: Ron (R)ivest, Adi (S)hamir dan Leonard (A)dleman. Keamanan algoritma RSA terletak pada sulitnya memfaktorkan bilangan yang besar menjadi faktor-faktor prima. Pemfaktoran dilakukan untuk memperoleh kunci privat. Selama pemfaktoran bilangan besar menjadi faktor-faktor prima belum ditemukan algoritma yang tangguh atau handal, maka selama itu pula keamanan algoritma RSA tetap terjamin [2].

Saat ini pengguna sangat sulit mengfisiualisasikan suatu perhitungan pada algoritma RSA, dalam membuat enkripsi dan deskripsi data, dapat dibuat melalui media *microsoft office excel*. *Microsoft office excel* juga banyak menyediakan tools fungsi pendukung untuk merumuskan suatu perubahan kata menjadi berbagai macam perubahan dalam bentuk simbol atau lainnya dengan suatu bentuk formula dan fungsi tertentu dalam mengelolah perubahan kata menjadi bentuk yang lain. Didalam *microsoft office excel* juga terdapat *visual basic for application* (VBA) yang terdapat pada fungsi didalam *macro*. VBA merupakan kombinasi yang mengintegrasikan antara lingkungan pemrograman (*visual basic editor*) dan bahasa pemrograman (*visual basic*). Integrasi tersebut memudahkan pengguna untuk mendesain dan membuat program *visual basic*. VBA dalam bahasa ini dapat dibangun pada aplikasi *excel* untuk mengendalikan fungsi aplikasi melalui beberapa objek terprogram. VBA dapat diterapkan untuk otomasi pekerjaan yang dilakukan secara berulang dan relatif kompleks [3].

Studi terdahulu menghasilkan Implementasi Kriptografi Kunci Publik dengan Algoritma RSA-CRT pada Aplikasi Instant Messaging. Dengan menggunakan algoritma RSA dapat dimodifikasi dengan algoritma CRT (*Chinese Remainder Theorem*). Implementasi algoritma kriptografi RSA-CRT pada aplikasi instant messaging pada panjang bit n mulai dari 56 bit sampai 88 bit, proses dekripsi RSA-CRT dua kali lebih cepat dibandingkan proses dekripsi RSA [4]. Pada studi terdahulu yang kedua (2) menghasilkan Penerapan Algoritma Asimetris RSA Untuk Keamanan Data Pada Aplikasi Penjualan CV. Sinergi Computer Libuklinggau Berbasis Web. Dengan menggunakan Penerapan algoritma kriptografi RSA, penggunaan algoritma RSA kedalam sistem penjualan tersebut maka data yang disimpan di dalam database berupa penjumlahan angka sehingga isi datanya tidak dapat dimengerti oleh pihak lain [5]. Pada studi terdahulu yang ke tiga (3) menghasilkan sebuah Penerapan Algoritma RSA untuk Keamanan Pesan Instan Pada Perangkat Android. Dengan menggunakan penerapan algoritma RSA, yang bertujuan untuk memastikan pesan hanya dapat dibaca oleh penerima yang dituju. Jika pesan diterima oleh penerima yang tidak diinginkan maka pengiriman informasi akan susah dimengerti, karena pesan yang diterima hanya menunjukkan jumlah kode yang susah diuraikan. Pesan itu dikirim diterima oleh aplikasi server dan diteruskan ke penerima yang dituju [6]

2. METODE PENELITIAN

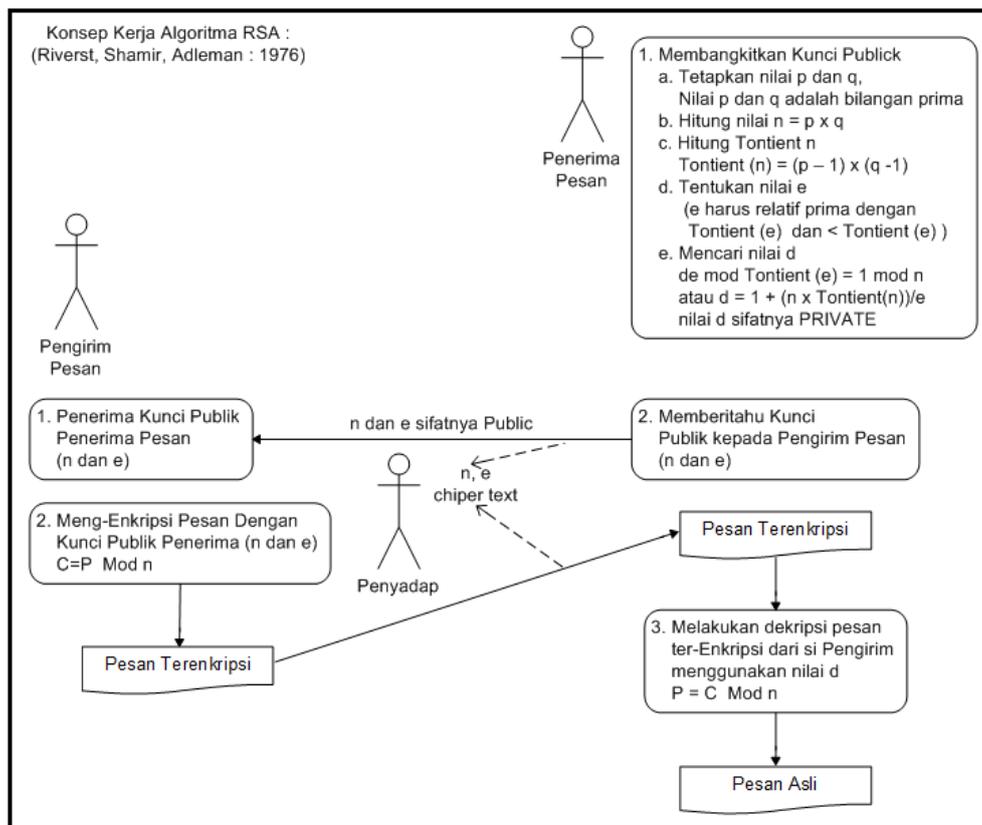
Metode penelitian yang digunakan penulis yaitu menggunakan *Research & Development*. Melibatkan pengguna dalam proses desain menyebabkan kebutuhan pengguna dapat terpenuhi dengan baik dan secara otomatis kebutuhan pengguna sebagai pengguna sistem semakin

meningkat. Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode penelitian Research and Development (R&D) [7]. Model pengembangan aplikasi yang digunakan adalah metode Rapid Application Development. Metode ini menggunakan 3 Tahapan yaitu rencana kebutuhan (*Requirement Planning*), proses desain sistem (*Design System*), dan implementasi (*Implementation*).

2.1 Kriptografi Kunci Publik RSA

Algoritma RSA menggunakan dua (2) buah kunci yaitu kunci Publik (e) dan kunci privat (d). Untuk melakukan enkripsi menggunakan kunci publik (e) sedangkan untuk dekripsi menggunakan kunci privat (d). Untuk keamanan algoritma RSA tetap tejamin kerahasiannya maka digunakan bilang prima yang besar [8].

Desain konsep kerja dari algoritma RSA dapat disimulasikan pada Gambar berikut ini:



Gambar 1. Konsep Kerja Algoritma RSA

Algoritma RSA memiliki besaran-besaran sebagai berikut [9]:

- | | |
|-----------------------------------|-----------------|
| 1. p dan q bilang prima | (rahasia) |
| 2. n = p x q | (tidak rahasia) |
| 3. $\phi(n) = (p-1) \times (q-1)$ | (rahasia) |
| 4. e (kunci enkripsi) | (tidak rahasia) |
| 5. d (kunci dekripsi) | (rahasia) |
| 6. m (plainteks) | (rahasia) |
| 7. c (cipherteks) | (tidak rahasia) |

Algoritma RSA dibagi menjadi 3 langkah [10]:

1. Pembangkit Kunci:

- a. Memilih dua buah bilangan prima sembarang untuk nilai, p dan q
 - b. Menghitung $n = p \times q$ (sebaiknya $p \neq q$, sebab $p = q$ maka $n = p^2$ sehingga p dapat diperoleh dengan menarik akar pangkat dua dari n)
 - c. Menghitung $\phi(n) = (p - 1) \times (q - 1)$
 - d. Memilih kunci publik, e , yang relatif prima terhadap $\phi(n)$
 - e. Membangkitkan kunci private dengan persamaan (7×7) , yaitu $e \times d = 1 \pmod{\phi(n)}$
2. Enkripsi:
- a. Pengirim mengambil kunci publik, e , dan nilai $mod\ n$
 - b. Pengirim menghitung $c = m^e \pmod n$. Mengirim c kepada penerima
1. Dekripsi:
- a. Penerima menggunakan kunci privatnya, d , dan $mod\ n$
 - b. Penerima menghitung $m = c^d \pmod n$

2.2. Macro Visual Basic For Application (VBA)

Microsoft Excel dilengkapi fasilitas *Macro*, yaitu kumpulan perintah atau fungsi yang digabung menjadi perintah utama untuk menyelesaikan kasus secara otomatis. *Macro* dibuat untuk mempercepat proses penyutingan, sheet, otomatisasi tugas atau pekerjaan dan mengombinasikan beberapa perintah. Fasilitas *Macro* dapat diaktifkan melalui grup code yang terdapat pada menu *Developer*, seperti ditunjukkan melalui gambar dibawah ini:



Gambar 2. Posisi Fasilitas *Macro*

2.3. Flowchart

Flowchart adalah suatu bagan dengan simbol-simbol tertentu yang menggambarkan urutan proses secara mendetail dan hubungan antara suatu proses dengan proses lainnya dalam suatu program.

Tujuan membuat *flowchart* ialah untuk :

1. Menggambarkan urutan atau tahapan dari penyelesaian masalah
2. Menggambarkan permasalahan secara sederhana, terurai, rapi dan jelas

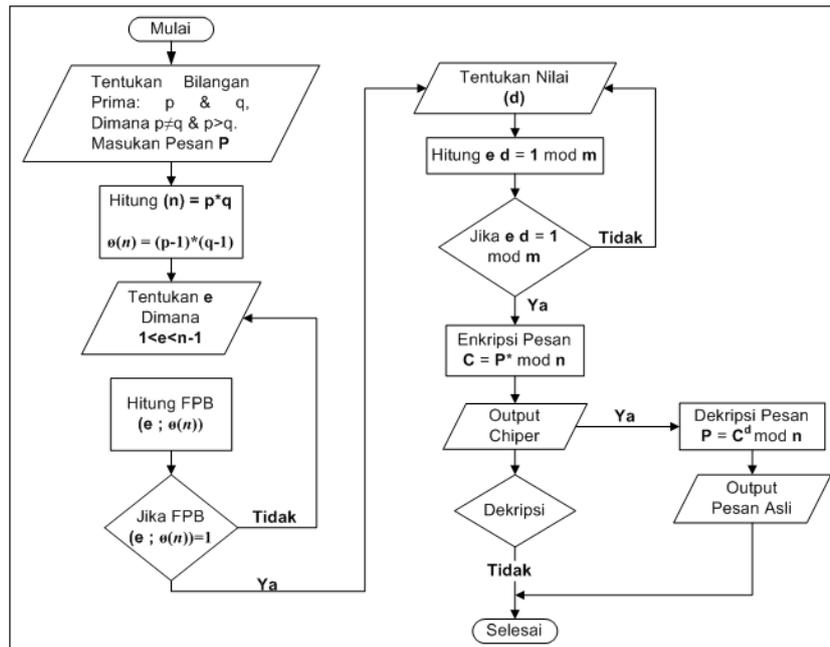
Adapun cara dalam membuat *flowchart* adalah sebagai berikut :

1. Input berupa bahan mentah
2. Proses pengolahan
3. *Output* berupa bahan jadi

Flowchart algoritma *RSA* adalah suatu metode keamanan untuk melindungi suatu informasi dengan menggunakan kata-kata sandi yang hanya bisa dimengerti oleh orang yang berhak mengakses informasi tersebut dengan menggunakan suatu kunci pembangkit berupa kunci publik dan kunci privat.

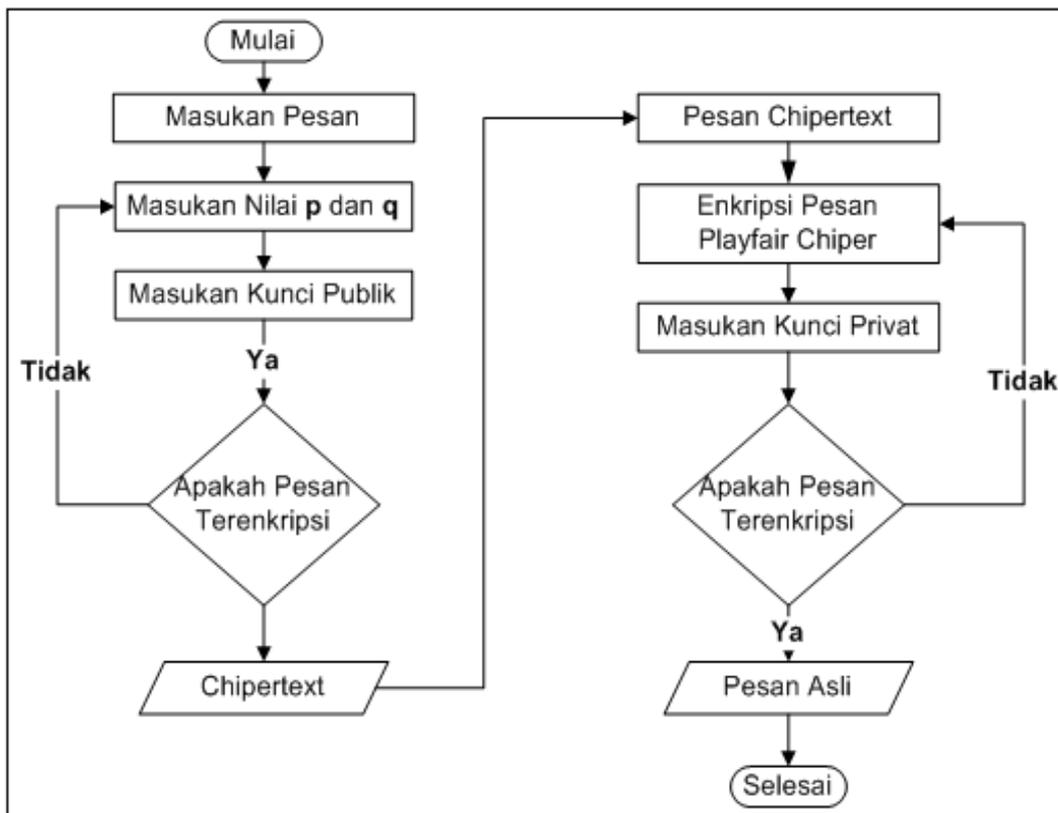
Berikut adalah gambaran mengenai *flowchart* proses algoritmas *RSA* dan *flowchart* proses *plain* dan *chiper* pada algoritma *RSA*.

1. *Flowchart* proses algoritma *RSA*



Gambar 3. Flowchart Proses Algoritma RSA

2. flowchart proses plain dan chiper pada algoritma RSA



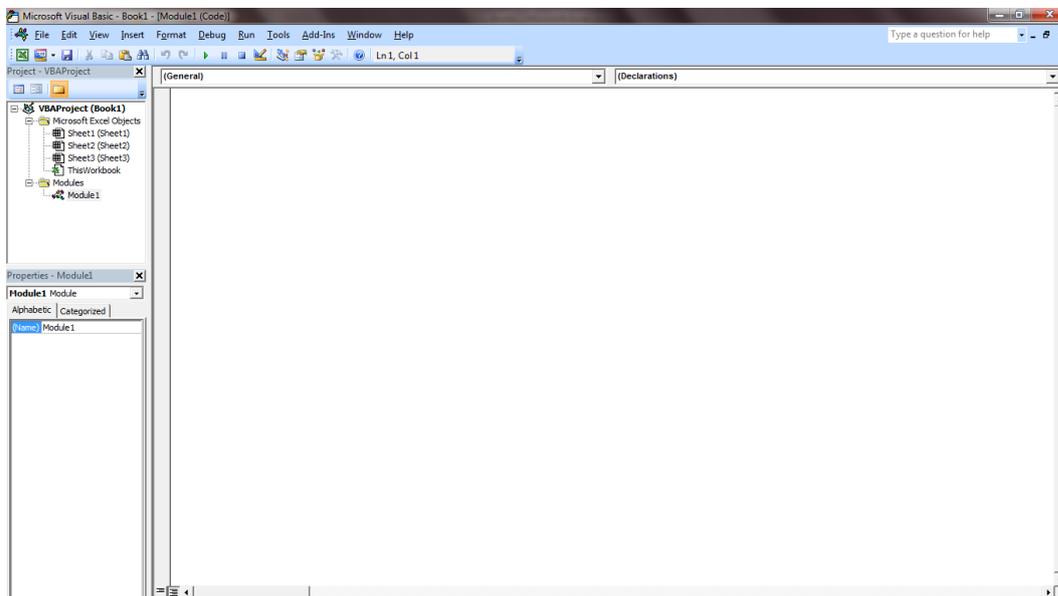
Gambar 4. flowchart Proses Plain dan Chiper Pada Algoritma RSA

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Membuat Algoritma Hitung Modulus Pada Macro Visual Basic For Application (VBA) Microsoft Office Excel

Membuat formula dan fungsi tertentu untuk hitung *modulus* pada *macro visual basic for application* (VBA) *microsoft office excel* bertujuan untuk menampilkan rumusan *modulus* otomatis dikarenakan rumusan hitung *modulus* (*hitungmod*) untuk suatu perubahan nilai karakter utama dari suatu kosakata yang menjadi suatu pesan belum tersedia. Berikut langkah-langkah dalam pembuatan formula atau rumusan dalam *macro visual basic for application* (VBA) *microsoft office excel*:

1. Membuka Tampilan *Microsoft Office Excel*
2. Setelah tampilan *Microsoft Office Excel* telah tampil, untuk menampilkan tampilan program rekaman macro, tekan tombol **ALT+F11** atau bisa dengan cara, pilih menu : **Developer + Record Macro + Isikan Macro Name dengan Nama (hitungmod) + OK.** akan tampil *Form Macro* seperti gambar dibawah ini:
Apabila tampilan *Form Macro* seperti gambar 4 dibawah, maka dapat lakukan, pilih Menu **Insert + Module**, tampilan *form macro* akan berubah seperti gambar dibawah ini:

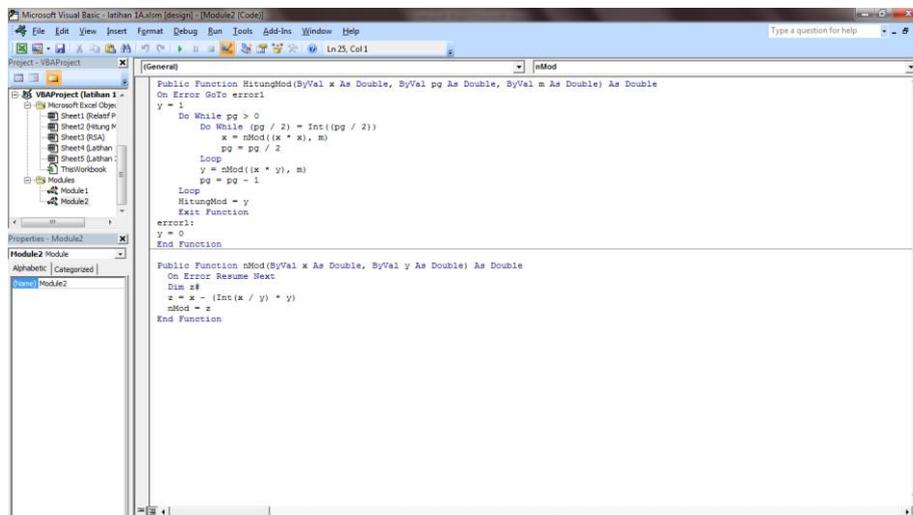


Gambar 5. Form Macro

3. Ketikkan formula atau rumusan seperti dibawah ini untuk pembuatan perintah **hitungmod**.

```
Public Function HitungMod(ByVal x As Double, ByVal pg As Double, ByVal m As Double) As Double
On Error GoTo error1
y = 1
Do While pg > 0
Do While (pg / 2) = Int((pg / 2))
x = nMod((x * x), m)
pg = pg / 2
Loop
y = nMod((x * y), m)
pg = pg - 1
Loop
HitungMod = y
Exit Function
error1:
y = 0
End Function
```

```
Public Function nMod(ByVal x As Double, ByVal y As Double) As Double
    On Error Resume Next
    Dim z#
    z = x - (Int(x / y) * y)
    nMod = z
End Function
```



Gambar 6. Form Macro Yang Telah Diketikan Formula Atau Rumusan Untuk Menampilkan Perintah Hitungmod

3.2. Mengelolah Kunci

Pada alur proses mengelolah kunci dafi menentukan nilai $P = 17$ dan niai $Q = 13$, dimana nilai P dan Q ini akan menjadi sebuah nilai n dan nilai $\phi(n)$. Nilai n berfungsi untuk menentukan panjang karakter dari sebuah kata yang dirahasiakan. Nilai $\phi(n)$ berfungsi untuk mentukan faktor bilangan prima. Dafi memiliki kunci publik: $e = 5$ yang berfungsi sebagi kunci enkripsi.

Proses pengolahan sebuah nilai n dan nilai $\phi(n)$:

1. Menghitung nilai (n) :

Nilai P x Nilai Q

Rumus dalam *Excel* : $=P * Q$

$17 \times 13 = 221$

Jadi nilai $n = 221$

Maka maksimum panjang karakter karakter untuk mengirim pesan yaitu : **221** karakter.

2. Menghitung nilai $\phi(n)$

Nilai $(P-1)$ x Nilai $(Q-1)$

Rumus dalam *Excel* : $=(P-1) * (Q-1)$

$(17-1) \times (13-1) = 192$

Jadi nilai $\phi(n) = 192$

Maka faktor bilangan prima dari nilai $\phi(n) = 192$

3. Mencari nilai (d), menentukan Kunci **Dekripsi** atau kunci **Privat**

Nilai: $(1+(K * \phi(n)) / e$

Rumus dalam *Excel* : $=(1+(K * \phi(n)) / e$

$(1+(1 \times 192) / 5$

Hasil perhitungan nilai d diatas cari nilai **Bilang Bulat** untuk menjadi Kunci **Dekripsi** atau kunci **Privat**, dengan cara tandai niali hasil perhitungan pertama kemuan tarik kebawah sampai menemukan **Bilangan Bulat**.

4. Menentukan Faktor Persekutuan Terbesar (FPB)
Rumus dalam Excel : $=GCD(e; \phi(n))$
 $=GCD(5; 192)$
Dalam pembuatan rumus ini untuk pemisah parameter antara nilai e dan nilai $\phi(n)$ bisa menggunakan : simbol **Titi Kommas (;)** atau **Koma (,)**. dari hasil perhitungan tersebut jika hasil nilai tersebut **1** maka **Relatif Prima**, jika nilai diatas **1** maka **Bukan Relatif Prima**. Karena untuk menghitung nilai dalam algoritma **RSA**, Nilai yang dihasilkan harus relatif prima. Jika nilai yang dicari tidak relatif prima, maka Nilai e, p dan q , bisa diganti dengan nilai bilangan prima yang lain.

5. Membuat Hasil Relatif Prima Secara Otomatis
Rumus dalam Excel : $=IF(Nilai FPB=1;"Relatif Prima";"Bukan Relatif Prima)$
Dari hasil formula atau rumusan diatas apabila nilai **FPB=1**, maka otomatis akan tertulis kalimat: **Relatif Prima** dikolom **Hasil**.

Berikut adalah gambaran untuk mengelolah perhitungan nilai : $(n, \phi(n), d, FPB$ dan **Hasil Relatif Prima**). Gambaran tersebut dapat disimulasikan pada gambaran hasil perhitungan dengan menggunakan *Microsoft Excel* pada gambar dibawah ini:

Nilai e	Nilai phi(n)	FPB	Hasil
5	192	1	Relatif Prima

k	d
1	38,6
2	77 ← Kunci Private 1
3	115,4
4	153,8
5	192,2
6	230,6
7	269 ← Kunci Private 2
8	307,4
9	345,8
10	384,2

Gambar 7. Mengelolah Perhitungan Nilai : $(n, \phi(n), d, FPB$ dan Hasil Relatif Prima)

3.3. Mengelolah Pesan

Pada pembahasan ini, membuat simulasi pengiriman pesan antara Dafi dan David, pesan tersebut berupa *Password* untuk membuka loker dokumen perusahaan yang harus dirahasiakan. Dafi menggunakan Nilai $e = 5$ dan Nilai $n = 221$ sebagai nilai untuk melakukan enkripsi/plain. Dafi juga mengim nilai d kepada David sebagai kunci privat. David juga menggunakan nilai $n = 221$ untuk memadukan nilai d digunakan untuk membuka dekripsi/chiper dari pesan yang Dafi kirim. Simulasi tersebut akan digambarkan dalam bentuk enkripsi/plain dan dekripsi/chiper dengan menggunakan media *Microsoft Excel*.

1. Enkripsi/Plain

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	Nilai Plain :		n	e														
2			221	5														
3																		
4	Plain :	B	3	R	4	N	k	4	5									
5			66	51	82	52	78	107	52	53	--> Rumus	=CODE(data masing-masing karakter utama)/=CODE(C4)						
6			53	51	114	52	91	48	52	66	--> Rumus	=Hitungmod(data masing-masing karakter utama;Nilai e; Nilai n)						
7																		
8	Hasil Perubahan :	5	3	r	4	[0	4	B									
9																		
10	Hasil Perubahan Plain :																	
11		5	3	r	4	[0	4	B									
12	Data asli telah berubah menjadi sebuah Kode Baru																	
13																		
14																		
15																		

Gambar 8. Enkripsi/Plain

Pesan Asli Dengat Kata : **B3R4Nk45**
Perubaha Kata Dari : **B3R4Nk45** menjadi **53r4[04B**

2. Dekripsi/Chiper

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	Nilai Chiper :		n	d																
2			221	77																
3																				
4	Pesan :	5	3	r	4	[0	4	B											
5																				
6	Chiper :		53	51	114	52	91	48	52	66	-->Rumus	=CODE(Dari Masing_masing Karakter Utama Dari Pesa Yang Dikirim)/=CODE(C4)								
7			66	51	82	52	78	107	52	53	-->Rumus	=Hitungmod(data masing-masing karakter utama dari nilai yang telah menjadi kode angka;Nilai d; Nilai n)/=HitungMod(C6;\$D\$2;\$C\$2)								
8																				
9			B	3	R	4	N	k	4	5	-->Rumus	=CHAR(Hasil Nilai Hitungmod)/=CHAR(C7)								
10																				
11	Hasil Perubahan Chiper :		B	3	R	4	N	k	4	5										
12																				
13																				

Gambar 9. Dekripsi/Chiper

Pesan yang diterima : **53r4[04B**
Pesan yang telah diubah ke kata aslinya : **B3R4Nk45**

4. KESIMPULAN

Penelitian ini dilakukan atas dasar tujuan yaitu mengimplementasikan algoritma RSA yang bisa memudahkan pengguna dalam melakukan proses enkripsi dan deskripsi menggunakan Macro VBA Microsoft Excel. Aplikasi ini dirancang oleh penulis sesederhana mungkin agar user dapat mengaksesnya dengan mudah dan dari segi tampilan dibuat sebaik mungkin agar mudah digunakan. Hasil dari penelitian ini adalah implementasi algoritma kriptografi kunci publik dengan algoritma RSA dengan menggunakan visual basic for application (VBA) dalam Microsoft office excel, proses dekripsi menggunakan algoritma RSA untuk 221 karakter.

5. SARAN

Dalam pengembangan aplikasi selanjutnya agar ditambah pada bagian tampilannya yang tidak hanya teks pada cells, dan bila perlu menggunakan form menggunakan component dari Excel. Kemudian diharapkan pada aplikasi terdapat fitur-fitur yang memudahkan pengguna mempelajari proses algoritma RSA.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada STMIK Pontianak yang telah memberi dukungan financial terhadap penelitian ini. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi banyak orang, saat ini maupun yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Munir, R. (2006). Kriptografi. Informatika, Bandung.
- [2]. Arifin, Z. (2016). Studi kasus penggunaan algoritma RSA sebagai algoritma kriptografi yang aman. *Informatika Mulawarman: Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 4(3), 7-14.
- [3]. Roman, S. (2002). *Writing Excel macros with VBA*. " O'Reilly Media, Inc."
- [4]. Arief, A., & Saputra, R. (2016). Implementasi Kriptografi Kunci Publik dengan Algoritma RSA-CRT pada Aplikasi Instant Messaging. *Scientific Journal of Informatics*, 3(1), 46-54.
- [5]. Susanto, S., & Trisusilo, A. A. (2018). PENERAPAN ALGORITMA ASIMETRIS RSA UNTUK KEAMANAN DATA PADA APLIKASI PENJUALAN CV. SINERGI COMPUTER LUBUKLINGGAU BERBASIS WEB. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 9(2), 1043-1052.
- [6]. Zaenuddin, M. A., & Mulyana, D. I. (2016). Penerapan Algoritma RSA Untuk Keamanan Pesan Instan Pada Perangkat Android. *CKI ON SPOT*, 9(2).
- [7]. Sugiyono, 2010, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*, Alfabeta, Bandung.
- [8]. Wahyuni, A. (2011). Keamanan Pertukaran Kunci Kriptografi dengan Algoritma Hybrid: Diffie-Hellman dan RSA. *Majalah Ilmiah Informatika*, 2(2).
- [9]. Devha, C. P. (2013). *Pengamanan Pesan Rahasia Menggunakan Algoritma Kriptografi Rivest Shamir Adleman (RSA)* (Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia).
- [10]. Listiyono, H. (2012). Implementasi Algoritma kunci public pada algoritma RSA.
- [11]. Alvianto, A. R., & Darmaji, D. (2015). Pengaman Pengiriman Pesan Via SMS dengan Algoritma RSA Berbasis Android. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 4(1), A1-A6.
- [12]. Wulansari, D., Alamsyah, F. A. S., & Susanto, H. (2016). Mengukur Kecepatan Enkripsi dan Dekripsi Algoritma RSA pada Pengembangan Sistem Informasi Text Security. no. Snik, 85-91.
- [13]. Falani, A. Z., & Zunaidy, M. (2014). *Sistem Pengaman File dengan Menggunakan Metode RSA Kriptografi & Digital Signature*. Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Narotama, Surabaya.
- [14]. Kurniawan, S. T. C., Dedih, D., & Supriyadi, S. (2018). Implementasi Kriptografi Algoritma Rivest Shamir Adleman dengan Playfair Cipher pada Pesan Teks Berbasis Android. *Jurnal Online Informatika*, 2(2), 102-109.