Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD
Volume 7 ; Nomor 2 ; Juli 2024 ; Page 176-183
E-ISSN : 2615-5133 ; P-ISSN : 2621-8976
https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jsk/index

Pengamanan Data Penjualan Menggunakan Algoritma RSA-CRT

Sutrimo[1], Iskandar Zulkarnain[2], Rina Mahyuni[3]

[1,3]Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma
[2]Sistem Komputer, STMIK Triguna Dharma
Email: [1]sutimomr94@gmail.com, [2]iskandarzulkarnain.tgd@gmail.com, [3]rinamahyuni14@gmail.com
Email Penulis Korespondensi: sutimomr94@gmail.com

Article History:
Received Jun 19th, 2024
Revised Jul 07th, 2024
Accepted Jul 29th, 2024

Abstrak

Breadshop transmart carrefour medan adalah toko roti yang menawarkan pilihan produk roti, pastry, dan cake untuk memenuhi kebutuhan keluarga. Selama ini breadshop memiliki data penjualan yang tersimpan di computer, yang mana data penjualan ini sangat penting bagi perusahaan dan sangat rentan untuk disalahgunakan. Saat ini pihak manajeman belum dapat menemukan cara bagaimana data tersebut aman, dan tidak disalahgunakan. Dalam menyelesaikan masalah yang ada di breadshop transmart carrefour medan salah satu cara yang tepat adalah mengamankan data tersebut dengan menggunakan algoritma RSA-CRT. Kriptografi dibuat untuk membantu pihak manajemen dalam mengamankan data penjualan agar tidak disalahgunakan. Algoritma RSA-CRT merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam pengaman data penjualan. Algoritma RSA-CRT merupakan salah satu algoritma yang keamanannya cukup kuat dalam mengamankan data. Hasil penelitian ini berupa aplikasi yang dapat mengamankan data penjualan yang berbentuk file .csv yang nantinya berguna untuk meningkatkan keamanan dari perusahaan.

Kata Kunci : Breadshop, Data Penjualan, Keamanan Data, Kriptografi, RSA-CRT

Abstract

Breadshop Transmart Carrefour Medan is a bakery that offers a selection of bread, pastry and cake products to meet family needs. So far, the breadshop has had sales data stored on the computer, which is very important for the company and very vulnerable to misuse. Currently, management has not been able to find a way to keep this data safe and not misuse it. In solving problems at the Transmart Carrefour Medan breadshop, one of the right ways is to secure the data using the RSA-CRT algorithm. Cryptography was created to help management secure sales data so that it is not misused. The RSA-CRT algorithm is one method that can be used to secure sales data. The RSA-CRT algorithm is an algorithm whose security is quite strong in securing data. The results of this research are in the form of an application that can secure sales data in the form of .csv files which will later be useful for increasing company security.

Keyword : *Breadshop, Sales Data, Data Security, Cryptography, RSA-CRT*

1. PENDAHULUAN

Setiap perusahaan memiliki data yang tersimpan di databasenya. Data transaksi tersebut setiap hari semakin banyak dan bertambah[1]. Salah satunya adalah data penjualan. Data penjualan menyimpan transaksi-transaksi penjualan yang sangat besar. Setiap record memberikan daftar barang apa saja yang dibeli oleh pelanggan dalam satu transaksi[2].

Begitu juga dengan Bread Shop Transmart Carrefour Medan, Bread Shop Transmart Carrefour Medan sendiri sudah menerapkan teknologi komputer dalam menyimpan datanya, salah satunya adalah data penjualan. Data tersebut tersimpan dalam bentuk file *Comma Separated Values* (*.CSV), file ini bisa dibuka diberbagai text editor, seperti Excel dan Notepad.

Yang bertanggung jawab atas file tersebut adalah manajer departemen. Namun komputer tersebut tidak hanya dikendalikan oleh satu orang saja, melainkan setiap karyawan bisa memakai komputer tersebut. Penyadapan, manipulasi, pemalsuan data, dan pencurian informasi dapat terjadi selama masa bekerja[3].Kasus manipulasi data penjualan ini pernah terjadi di *Bread Shop Transmart Carrefour Medan*. Pihak karyawan dengan sengaja mengubah jumlah total penjualan dalam perhari hanya untuk mendapatkan keuntungan pribadi. Tentu hal ini sangat merugikan pihak perusahaan dan juga

Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD
Volume 7 ; Nomor 2 ; Juli 2024 ; Page 176-183
E-ISSN : 2615-5133 ; P-ISSN : 2621-8976
https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jsk/index

merugikan Manajer Departemen selaku pihak yang bertanggung jawab atas data penjualan tersebut. Untuk menjaga data tersebut dari manipulasi dan penyalahgunaan, maka dibutuhkan suatu sistem yang dapat melindungi data penjualan tersebut agar tidak bisa dimanipulasi oleh pihak yang tidak bertanggungjawab.

Menurut Ashari Arief dan Ragil Saputra Kriptografi adalah suatu ilmu yang mempelajari teknik matematika yang berhubungan dengan keamanan informasi seperti kerahasiaan data, integritas data, otentikasi entitas, dan otentikasi asal data[4]. Kriptografi akan merahasiakan informasi dengan menyandikannya ke dalam bentuk yang tidak dapat dimengerti lagi maknanya[5].

Penelitian ini akan menggunakan algoritma kriptografi Rivest, Shamir, Adleman (RSA) yang mengimplementasikan sistem kriptografi kunci publik. RSA merupakan algoritma kriptografi yang sangat sering dipakai karena sangat susah untuk dibobol. RSA adalah kependekan kata dari huruf depan 3 orang yang menemukan algoritmanya, pada tahun 1977 di MIT (*Massachussets Institute of Technology*) yaitu Ron Rivest, Adi Shamir dan Len Adleman[6]. Namun keamanan algoritma RSA terdapat pada sulitnya memfaktorkan bilangan yang besar menjadi faktor-faktor prima[7]. Teorema sisa China atau CRT (*Chinese Remainder Theorem*) merupakan suatu algoritma yang berfungsi untuk mengurangi perhitungan aritmatika modular dengan modulus besar untuk perhitungan yang sama untuk masing-masing faktor dari modulus[4]. CRT dapat memperpendek ukuran bit eksponen dekripsi d (merupakan kunci publik RSA atau RSA-CRT) dengan cara menyembunyikan d pada sistem kongruen sehingga mempercepat waktu dekripsi serta dapat digunakan bersama algoritma RSA yang disebut RSA-CRT[7].

Adapun penelitian dengan menggunakan algoritma RSA-CRT sudah pernah dilakukan sebelumnya, yaitu dengan judul penelitian Implementasi Kriptografi Kunci Publik dengan Algoritma RSA-CRT pada Aplikasi Instant Messaging[7].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Kriptografi

Kriptografi (Cryptography) berasal dari bahasa Yunani, terdiri dari dua suku kata yaitu kripto dan graphia. Kripto artinya menyembunyikan, sedangkan graphia artinya tulisan. Kriptografi adalah ilmu yang mempelajari teknik-teknik matematika yang berhubungan dengan aspek keamanan informasi, seperti kerahasian data, keabsahan data, integritas data, serta autentikasi data.

2.2 Algoritma RSA-CRT

RSA merupakan algoritma kriptografi kunci publik atau sering disebut kunci asimetrik (kunci enkripsi dan kunci dekripsi berbeda)[8]. Algoritma ini merupakan teknik kriptografi yang memanfaatkan bilangan prima (bilangan yang hanya habis dibagi oleh bilangan itu sendiri) dalam hal ini algoritma RSA memanfaatkan 2 bilangan prima yang nantinya akan menghasilkan sebuah kunci publik (key public) dan sebuah kunci rahasia (key private)[9]. Kunci publik boleh diketahui oleh siapa saja dan digunakan untuk proses enkripsi. Sedangkan kunci pribadi hanya pihak - pihak tertentu saja yang boleh mengetahuinya dan digunakan untuk proses dekripsi[10]. Keamanan algoritma RSA terletak pada sulitnya memfaktorkan bilangan yang besar menjadi faktor-faktor prima [11]. RSA menjadi sistem kriptografi kunci publik yang terpopuler karena merupakan sistem pertama yang sekaligus dapat digunakan untuk key distribution, confidentiality dan digital signature[12].

Pada Algoritma RSA-CRT terdiri dari tiga proses, yaitu proses pembentukan kunci, proses enkripsi dan proses dekripsi[6]:

1. Proses Pembangkit kunci
   Proses pertama adalah pembentukan kunci publik dan kunci privat dengan Langkah-langkah sebagai berikut:

a. Menentukan 2 bilangan prima secara sembarang untuk menentukan p dan q, dimana nilai p≠q. Nilai p dan q adalah rahasia.
b. Hitung nilai modulus (n)
   $n = p.q$
c. Hitung nilai Ø(n)
   $Ø(n)= (p – 1) \times (q -1)$
d. Memilih e sebagai kunci publik yang relatif prima dengan Ø(n)
e. Menentukan nilai d dengan rumus :
   $d= (1+(k \times 2952))/5 \quad k= 1, 2, 3…$
f. Menentukan nilai dP
   $dP=e -1 \bmod (p-1) = d \bmod (p-1)$
g. Menentukan nilai dQ
   $dQ=e -1 \bmod (q-1) =d \bmod (q-1)$
h. Menentukan nilai qInv
   $qInv=(k \times q \bmod p)=1, k= 1, 2, 3…$
   Dari perhitungan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa:

Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD
Volume 7 ; Nomor 2 ; Juli 2024 ; Page 176-183
E-ISSN : 2615-5133 ; P-ISSN : 2621-8976
https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jsk/index

1. Kunci Publik adalah pasangan dari (e,n).
2. Kunci Privat adalah pasangan dari (dP,dQ,QInv,p,q).

2. Proses Enkripsi

Proses Enkripsi adalah mengubah plaintext (M) menjadi chipertext (C) menggunakan kunci public, Dalam proses ini plaintext diubah kedalam kode ASCII lalu di enkripsi kunci publik dari pasangan (e,n).

Proses enkripsinya sebagai berikut :

C= M e (mod n)

3. Proses Dekripsi

Proses Dekripsi adalah tahapan ini mengembalikan chipertext (C) menjadi plaintext(M). Proses dekripsinya sebagai berikut:

a. Menentukan nilai m1
   m1 = c dP mod p
   untuk memangkatkan nilai besar ini dipakai CRT dengan membagi-bagi nilai pemangkatanya.
b. Menentukan nilai m2
   m2 = c dQ mod q
   untuk memangkatkan nilai besar ini dipakai CRT dengan membagi-bagi nilai pemangkatanya
c. Menentukan nilai h
   H = qInv (m1-m2) mod p
d. Menghitung hasil dekripsi
   M = m2 + h x q

2.3 Kerangka Kerja Algoritma RSA-CRT

Metode yang digunakan untuk mengamankan data penjualan di Breadshop Transmart Carrefour Medan adalah Metode Rivest Shamir Adleman (RSA) – CRT.

Berikut kerangka kerja dari Metode Rivest Shamir Adleman (RSA) – CRT :

Gambar 1. Kerangka Kerja Algoritma RSA-CRT

Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD
Volume 7 ; Nomor 2 ; Juli 2024 ; Page 176-183
E-ISSN : 2615-5133 ; P-ISSN : 2621-8976
https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jsk/index

Dari kerangka kerja di atas terlihat bahwa perlu proses pembangkit kunci sebelum proses enkripsi dilakukan.
Dalam mengamankan data penjualan, yang akan diamankan adalah file berbentuk Comma Separated Values (*.CSV). Dan dalam perhitungan manual yang di contohkan pada tesis ini, pesan yang di enkripsi adalah "SUTRIMO" yang dimana kode ASCII nya adalah "83 85 84 82 73 77 79".

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penerapan Metode RSA-CRT

Dalam mengamankan data penjualan, yang akan diamankan adalah file berbentuk Comma Separated Values (*.CSV). Dan dalam perhitungan manual yang di contohkan pada tesis ini, pesan yang di enkripsi adalah "SUTRIMO" yang dimana kode ASCII nya adalah "83 85 84 82 73 77 79".

Implementasinya sebagai berikut :

1. Pembangkit kunci RSA-CRT

Ambil bilangan prima untuk p dan q :

p=37
q=83

Hitung nilai modulus (n)

n=p x q
n=37 x 83
n=3071

Hitung nilai $\emptyset n=p-1 \ x \ (q-1)$

ø(n)=(p-1) x (q-1)
ø(n)=(37-1) x (83-1)
ø(n)=36 x 82
ø(n)=2952

Memilih kunci publik yang relative prima dengan $\emptyset n$, maka e=5

Menentukan nilai d dengan rumus :

d= (1+(k x 2952))/5 k= 1, 2, 3…
k=1= (1+(1 x 2952))/5 k=590,6 tidak bulat
k=2= (1+(2 x 2952))/5 k=1181 bulat

Dari perhitungan diatas diperoleh nilai d yang bulat adalah 1181.

2. Perhitungan menggunakan CRT :

Menentukan nilai dP

dP=e^(-1) mod (p-1)=d mod (p-1)
dP=1181 mod (37-1)
dP=1181 mod 36
dP=29

Menentukan nilai dQ

dQ=e^(-1) mod (q-1)=d mod (q-1)
dQ=1181 mod (83-1)
dQ=1181 mod 82
dQ=33

Menentukan qInv dengan rumus :

qInv=(k x q mod p)=1,k= 1, 2, 3…
k=1=(1 x 83 mod 37)=9, hasilnya belum 1
k=2=(2 x 83 mod 37)=18, hasilnya belum 1
k=3=(3 x 83 mod 37)=27, hasilnya belum 1
.
.
k=33=(33 x 83 mod 37)=1

Maka, qInv berhasil didapatkan yaitu 33.

Kunci public dan kunci private RSA-CRT

Maka kunci public adalah :

K_(public)=(e,n)
K_(public)=(5,3071)

Dan kunci private adalah :

Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD
Volume 7 ; Nomor 2 ; Juli 2024 ; Page 176-183
E-ISSN : 2615-5133 ; P-ISSN : 2621-8976
https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jsk/index

K_private=(dP,dQ,qInv,p,q)
K_private=(29,33,33,37,83)

3. Input pesan dan Enkripsi pesan dengan RSA-CRT

Berdasarkan perhitungan diatas, maka dapat dilakukan proses enkripsi untuk menghasilkan chiphertext dengan rumus C m^e mod n, yaitu :

Tabel 1. Perhitungan Enkripsi

Plaintext	ASCII *code*	Rumus $C = m^e \bmod n$
S	83	$83^5 \bmod 3071 = 996$
U	85	$85^5 \bmod 3071 = 1692$
T	84	$84^5 \bmod 3071 = 914$
R	82	$82^5 \bmod 3071 = 1244$
I	73	$73^5 \bmod 3071 = 2256$
M	77	$77^5 \bmod 3071 = 1686$
O	79	$79^5 \bmod 3071 = 387$

4. Deksipsi dengan RSA-CRT

Pada algoritma RSA tradisional, proses dekripsi sangat sederhana dengan rumus M=C^d mod n dengan implementasi M=996^1181 mod 3071. Namun, jika dilihat nilai pemangkatannya yang sangat besar, maka mustahil diperoleh hasilnya dalam waktu yang singkat karena pada penggunaan kalkulator saja akan mengalami error. Oleh karena itulah hal ini menyebabkan besarnya waktu yang dibutuhkan saat diimplementasikan pada proses komputasi. Maka disinilah dibutuhkan modifikasi algoritma ini dengan CRT untuk menurunkan nilai eksponensialnya.

Berikut adalah proses dekripsi chiphertext dengan RSA-CRT :

a. Menentukan chiphertext

Chiphertext yang akan di enkripsi adalah berupa hasil enkripsi yaitu “996 1692 914 1244 2256 1686 387”.

b. Menentukan nilai m1

Untuk mencari nilai m1 digunakan rumus m_1= C^dP mod p, dengan perhitungannya adalah :

Tabel 2. Perhitungan mencari nilai m_1

Chiphertext	Rumus $m_1 = C^{dP} \bmod p$	m_1
996	$996^{29} \bmod 37$	9
1692	$1692^{29} \bmod 37$	11
914	$914^{29} \bmod 37$	10
1244	$1244^{29} \bmod 37$	8
2256	$2256^{29} \bmod 37$	36
1686	$1686^{29} \bmod 37$	3
387	$387^{29} \bmod 37$	5

Dari proses perhitungan di atas, dihasilkan nilai m1 yaitu “9 11 10 8 36 3 5”.

c. Mencari nilai m2

Untuk mencari nilai m2 digunakan rumus m_2= C^dQ mod q, dengan perhitungannya adalah :

Tabel 3. Tabel Perhitungan mencari nilai m_2

Chiphertext	Rumus $m_2 = C^{dQ} \bmod q$	m_2
996	$996^{33} \bmod 83$	0
1692	$1692^{33} \bmod 83$	2
914	$914^{33} \bmod 83$	1
1244	$1244^{33} \bmod 83$	82
2256	$2256^{33} \bmod 83$	73
1686	$1686^{33} \bmod 83$	77
387	$387^{33} \bmod 83$	79

Dari proses perhitungan di atas, dihasilkan nilai m2 yaitu “0 2 1 82 73 77 79”.

d. Menentukan nilai h

Untuk mencari nilai h digunakan rumus h=qInv (m_1-m_2) mod p, dengan perhitungannya adalah :

Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD
Volume 7 ; Nomor 2 ; Juli 2024 ; Page 176-183
E-ISSN : 2615-5133 ; P-ISSN : 2621-8976
https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jsk/index

Tabel 4. Tabel Perhitungan mencari nilai h

Chiphertext	*Rumus* $h = qInv\ (m_1 - m_2)\ mod\ p$	h
996	$33\ (9 - 0)\ mod\ 37$	1
1692	$33\ (11 - 2)\ mod\ 37$	1
914	$33\ (10 - 1)\ mod\ 37$	1
1244	$33\ (8 - 82)\ mod\ 37$	0
2256	$33\ (36 - 73)\ mod\ 37$	0
1686	$33\ (3 - 77)\ mod\ 37$	0
387	$33\ (5 - 79)\ mod\ 37$	0

Dari proses perhitungan di atas, dihasilkan nilai h yaitu "1 1 1 0 0 0 0".

e. Menghitung hasil dekripsi dengan plaintext

Untuk mencari nilai dekripsi digunakan rumus M= m_2+h x q dengan perhitungannya adalah :

Tabel 5. Tabel Perhitungan mencari nilai Dekripsi

Chiphertext	*Rumus* $M = m_2 + h\ x\ q$	Dekripsi
996	$0 + 1x83$	83
1692	$2 + 1x83$	85
914	$1 + 1x83$	84
1244	$82 + 0x83$	82
2256	$73 + 0x83$	73
1686	$77 + 0x83$	77
387	$79 + 0x83$	79

Dari proses perhitungan di atas, didaptkan hasil dekripsi yaitu "83 85 84 82 73 77 79". Dan apabila dalam bentuk ASCII karakter yaitu "SUTRIMO".

3.2 Implementasi Sistem

Pada Penerapan Kriptografi Untuk Keamanan Data penjualan pada Bread Shop Transmart Carrefour Medan menggunakan algoritma RSA-CRT terdapat beberapa bagian antarmuka.

1. Tampilan Form Login

Form login merupakan halaman yang pertama kali terbuka saat menjalankan aplikasi. Berikut tampilan dari form login yang sudah dirancang.

Gambar 1. Tampilan Form login

2. Tampilan Form Enkripsi

Tampilan enkripsi disediakan untuk admin melakukan enkripsi file. Berikut tampilan enkripsi file.

Gambar 2. Tampilan Form Enkripsi

Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD
Volume 7 ; Nomor 2 ; Juli 2024 ; Page 176-183
E-ISSN : 2615-5133 ; P-ISSN : 2621-8976
https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jsk/index

3. Tampilan Form Dekripsi
   Tampilan dekripsi disediakan untuk admin melakukan dekripsi file. Berikut tampilan dekripsi file.

Gambar 3. Tampilan Form Dekripsi

4. Tampilan Form Tentang
   Pada form ini terdapat nama aplikasi, nama pembuat aplikasi dan juga NIRM. Berikut ini tampilannya.

Gambar 4. Tampilan Form Tentang

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan tentang penerapan algoritma RSA-CRT untuk keamanan data penjualan pada breadshop transmart carrefour me telah dikemukakan, maka dapan diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu penggunaan algoritma RSA-CRT telah berhasil digunakan diaplikasi dengan baik, sehingga data penjualan dapat terjaga, dan meningkatkan kemanan pada breadshop transmart carrefour, lalu penerapan Kriptografi untuk Keamanan Data Penjualan pada Breadshop Transmart Carefour Medan menggunakan algoritma RSA-CRT dirancang melalui proses yang diawali dengan mencari masalah, lalu menemukan solusinya, kemudian merancang sebuah sistem yang dapat memecahkan masalah tersebut, serta aplikasi Kriptografi untuk Keamanan Data Penjualan pada Breadshop Transmart Carefour Medan menggunakan algoritma RSA-CRT yang telah dirancang tentu saja dapat diaplikasikan untuk menjaga data penjualan yang berbentuk file Comma Separated Values (*.CSV) dari pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab dengan tujuan untuk mengambil keuntungan pribadi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih diucapkan kepada kedua orang tua serta keluarga yang selalu memberi motivasi, Doa dan dukungan moral maupun materi, serta pihak-pihak yang telah mendukung dalam proses pembuatan karya ilmiah ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Kiranya bisa memberi manfaat bagi pembaca dan dapat meningkatkan kualitas penelitian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Maulana and A. A. Fajrin, "Penerapan Data Mining Untuk Analisis Pola Pembelian Konsumen Dengan Algoritma Fp-Growth Pada Data Transaksi Penjualan Spare Part Motor," *Klik - Kumpul. J. Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 1, p. 27, 2018, doi: 10.20527/klik.v5i1.100.

[2] M. B. Program *et al.*, "Algoritma Asosiasi Dengan Algoritma Apriori Untuk Analisa Data Penjualan," *J. Pilar Nusa Mandiri*, vol. XII, no. 2, pp. 121–129, 2016, [Online]. Available: http://ejournal.nusamandiri.ac.id/index.php/pilar/article/view/266.

[3] A. Farissi and M. Fachrurrozi, "Algoritma RSA Kombinasi dan Skema QR Code untuk Mengamankan Data Penjualan Tiket Online," *Pros. Annu. Res. Semin. 2017 Comput. Sci. ICT*, vol. 3, no. 1, pp. 3–7, 2017, [Online]. Available: http://download.garuda.ristekdikti.go.id/article.php?article=1491009&val=8154&title=ALGORITMA RSA KOMBINASI DAN SKEMA QR CODE UNTUK MENGAMANKAN DATA PENJUALAN TIKET ONLINE%0Ahttp://www.seminar.ilkom.unsri.ac.id/index.php/ars/article/view/1762.

[4] R. Herteno, W. Ramadansyah, O. Soesanto, R. A. Nugroho, and A. Rusadi, "Steganografi Untuk Pesan Terenkripsi Menggunakan Algoritma Kriptografi Rsa-Crt Di Android," *Klik - Kumpul. J. Ilmu Komput.*, vol. 6, no. 1, pp. 16–26, 2019.

[5] S. Sitinjak and Y. Fauziah, "Aplikasi Kriptografi File Menggunakan Algoritma Blowfish," *semnasIF*, vol. 2010, no. 1979–2328, pp. 78–86, 2010.

[6] M. K. Harahap and R. Rina, "Kombinasi Kriptografi RSA dengan Linear Congruential Generator," *SinkrOn*, vol. 3, no. 1, p. 267, 2018, doi: 10.33395/sinkron.v3i1.211.

[7] A. Arief and R. Saputra, "Implementasi Kriptografi Kunci Publik dengan Algoritma RSA-CRT pada Aplikasi Instant Messaging," *Sci. J. Informatics*, vol. 3, no. 1, pp. 46–54, 2016, doi: 10.15294/sji.v3i1.6115.

[8] B. Fachri and F. H. Harahap, "Simulasi Penggunaan Intrusion Detection System (IDS) Sebagai Keamanan Jaringan dan Komputer," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 4, no. 2, p. 413, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i2.2037.

[9] A. Ginting, R. R. Isnanto, and I. P. Windasari, "144706-ID-implementasi-algoritma-kriptografi-rsa-u," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 3, no. 2, pp. 253–258, 2015, [Online]. Available: https://media.neliti.com/media/publications/144706-ID-implementasi-algoritma-kriptografi-rsa-u.pdf.

[10] C. N. Prabiantissa, G. E. Yuliastuti, S. Agustini, and D. H. Sulaksono, "Proteksi Data X-Ray Paru-Paru Pasien COVID-19 menggunakan Algoritma Rivest Shamir Adleman dan Algoritma Enkripsi Rubic Cube Principle," *Pros. Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap. VIII*, pp. 93–100, 2020, [Online]. Available: https://ejurnal.itats.ac.id/sntekpan/article/view/1221.

[11] S. Rahmadhiyanti, "Implementasi Kriptografi Rsa Untuk Peningkatan Keamanan Database E-Commerce," *Pelita Inform.*, vol. 8, p. 4, 2019.

[12] B. S. Muchlis, M. A. Budiman, and D. Rachmawati, "Teknik Pemecahan Kunci Algoritma Rivest Shamir Adleman (RSA) dengan Metode Kraitchik," *J. Penelit. Tek. Inform. e-ISSN 2541-2019, p-ISSN 2541-044X*, vol. 2, no. 2, pp. 49–64, 2017, [Online]. Available: http://jurnal.polgan.ac.id/index.php/sinkron/article/view/75.