

# 4770-12565-1-RV

*by Fransiskus Ariyanto*

---

**Submission date:** 15-Jul-2022 01:08PM (UTC+0700)

**Submission ID:** 1870764200

**File name:** 4770-12565-1-RV.docx (1.58M)

**Word count:** 2379

**Character count:** 14817

## IMPLEMENTASI *DIGITAL SIGNATURE* DAN *QUICK RESPONSE CODE* PADA APLIKASI KUITANSI DIGITAL

Fransiskus Ariyanto<sup>1</sup>, Suprihadi<sup>2</sup>

<sup>4</sup>  
<sup>1,2</sup>Teknik Informatika, Teknologi Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana  
Email: <sup>1</sup>672017040@student.uksw.edu, <sup>2</sup>suprihadi@uksw.edu

(Naskah masuk: dd mmm yyyy, diterima untuk diterbitkan: dd mmm yyyy)

### Abstrak

Proses transaksi memegang peranan penting sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan manusia sebagai makhluk sosial. Transaksi terjadi antar dua pihak atau lebih. Proses transaksi terus berkembang, hingga kini dilakukan proses pencatatan ke dalam dokumen, salah satunya berbentuk kuitansi sebagai validitas untuk membuktikan keaslian transaksi yang terjadi. Kuitansi cetak sebagai instrumen <sup>18</sup> dalam proses transaksi tentu harus dijaga keaslian serta ketersediaannya untuk menghindari terjadinya tindak kecurangan yang dapat dilakukan oleh pihak yang tidak bertanggung jawab, maupun kejadian yang berpeluang menimbulkan kecurigaan antar pelaku transaksi dikemudian hari. Menjawab keresahan tersebut <sup>7</sup> peneliti membangun aplikasi kuitansi digital dengan tanda tangan digital (digital signature) yang telah terenkripsi menggunakan algoritma kriptografi Rivest Shamir Adleman (RSA) demi memenuhi empat syarat sahnya suatu dokumen yang ditinjau dari acara hukum perdata, yaitu dapat menjamin keaslian sebuah dokumen, keutuhan sebuah dokumen, anti penyangkalan, serta dapat menjaga kerahasiaan isi dokumen. Proses pembangunan aplikasi dimulai dengan melakukan identifikasi masalah, setelah itu dilakukan analisis kebutuhan, berikutnya dilakukan perancangan dan pembangunan aplikasi, setelah itu dilakukan pengujian terhadap aplikasi, pada tahap akhir dilakukan penyimpulan hasil yang menghasilkan kesimpulan bahwa algoritma kriptografi RSA masih layak digunakan digunakan dalam pembuatan digital signature, karna dapat menjamin empat syarat sahnya sebuah dokumen yang ditinjau dari acara hukum perdata.

**Kata kunci:** *QR code, tanda tangan digital, RSA, kuitansi digital*

## IMPLEMENTATION OF *QUICK RESPONSE CODE* AND *DIGITAL SIGNATURE* ON *DIGITAL RECEIPT APPLICATION*

### Abstract

<sup>26</sup>  
The transaction process plays an important role as a means to meet human needs as social beings. Transactions occur between two or more <sup>24</sup> parties. The transaction process continues to develop, until now the process of recording into documents, one of which is in the form of receipts as validity to prove the authenticity of the transactions that occur. Printed receipts as a vital instrument in the transaction process, of course, must be kept authentic and available to avoid fraud that can be carried out by irresponsible parties, as well as events that have the opportunity to raise suspicion between transaction actors in the future. Responding <sup>27</sup> to this concern, the researcher built a digital receipt application with a digital signature (digital signature) that has been encrypted using the Rivest Shamir Adleman (RSA) cryptographic algorithm to fulfill four legal requirements for a document that is reviewed from a civil law procedure, which can guarantee the authenticity of a document, integrity of a document, anti-denial, and can maintain the confidentiality of the contents of the document. The application development process begins with identifying the problem, after that a needs analysis is carried out, then the application design and development is carried out, after that testing of the application is carried out, in the final stage the results are concluded which results in the conclusion that the RSA cryptographic algorithm is still suitable for use in making digital signatures, because it can guarantee the four legal requirements of a document that is reviewed from a civil law procedure.

**Keywords:** *QR code, digital signature, RSA, Digital Receipt*

### 1. PENDAHULUAN

Dalam peradaban manusia, proses transaksi memegang peranan penting sebagai sarana untuk

memenuhi kebutuhan manusia sebagai makhluk sosial. Transaksi memungkinkan interaksi antara dua pihak atau lebih yang dimana memiliki dua entitas

utama, yaitu produsen dan konsumen yang saling tukar menukar barang, jasa, dan lain sebagainya. Proses transaksi terus berkembang, hingga kini dilakukan proses pencatatan ke dalam dokumen, salah satunya berbentuk kuitansi sebagai validitas untuk memastikan keaslian transaksi demi menghindari potensi tindak kecurangan yang dapat dilakukan oleh pihak yang tidak bertanggungjawab dikemudian hari.

Kuitansi merupakan instrumen vital dalam proses transaksi yang harus dijaga keaslian serta ketersediaannya. peneliti melakukan pengembangan terhadap instrumen transaksi tersebut, maka terciptalah aplikasi kuitansi gital yang didalamnya memuat tanda tangan digital (*digital signature*) berbentuk QR code sebagai salah satu syahnya sebuah perjanjian seperti tercatat pada pasal 1320 Kitab Undang-undang Hukum (KUH) perdata [1].

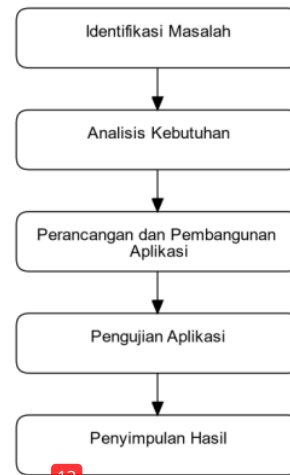
*Digital signature* pertama kali diperkenalkan oleh Whitfield Diffie dan Martin Hellman pada tahun 1976 yang merupakan pakar kriptografi [2]. *Digital signature* merupakan hasil proses enkripsi data yang menghasilkan intisari pesan (*message digest*) yang dapat menjamin keaslian sebuah dokumen (*authentication*), keutuhan sebuah dokumen (*integrity*), serta anti penyangkalan (*non-repudiation*) [3].

QR code adalah kode dua dimensi yang merupakan pengembangan dari kode batang (*barcode*). QR code diperkenalkan pertama kali pada tahun 1994 oleh perusahaan otomotif Jepang, Denso Wave. Pembuatan QR code awalnya bertujuan untuk menampung huruf kanji dan karakter kana yang tidak dapat ditampung oleh *barcode* [4]. Penggunaan QR code sebagai *digital signature* pada kuitansi yang merupakan instrument vital dalam proses transaksi dikatakan sah apabila dapat menjamin empat syarat sahnya suatu dokumen yang ditinjau dari hukum acara perdata, yaitu dapat menjamin keaslian sebuah dokumen, keutuhan sebuah dokumen, anti penyangkalan, serta dapat menjaga kerahasiaan isi dokumen [5]. Dalam upaya memenuhi keempat syarat tersebut, peneliti menerapkan algoritma kriptografi Rivest Shamir Adleman (RSA) dengan melakukan enkripsi terhadap teks datar (*plaintext*) yang terkandung dalam kuitansi, sehingga menghasilkan *message digest* yang kemudian digunakan sebagai *digital signature* [6].

Algoritma kriptografi RSA merupakan salah satu ilmu kriptografi asimetris yang terdiri dari kunci public (*public key*) dan kunci rahasi (*private key*) yang ditemukan pada tahun 1977 oleh Ron Rivest, Adi Shamir, dan Len Adleman. RSA sendiri merupakan gabungan dari ketiga nama penemu algoritma kriptografi tersebut [7].

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini merupakan tahapan yang disusun secara sistematis, untuk memperoleh hasil yang baik.



Gambar 1 Tahapan Penelitian

Gambar 1 merupakan tahapan penelitian yang dilakukan peneliti, dengan penjelasan sebagai berikut:

### a. Identifikasi Masalah

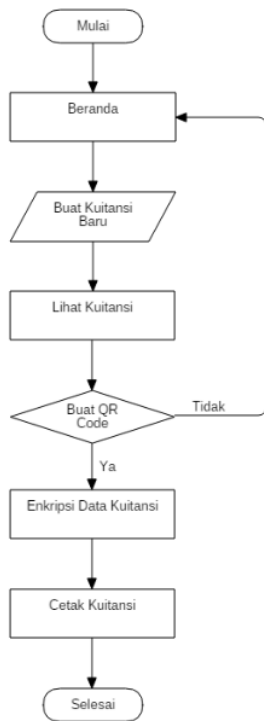
Metode penelitian pada penelitian ini dimulai dengan melakukan identifikasi masalah yang akan peneliti coba untuk selesaikan. Identifikasi masalah yang dilakukan peneliti juga berfungsi untuk memberi batasan-batasan penelitian agar peneliti dapat lebih fokus pada topik yang diteliti.

### b. Analisis Kebutuhan

Tahap kedua pada penelitian ini adalah analisis kebutuhan. Proses analisis kebutuhan yang dilakukan menghasilkan simpulan kebutuhan akan sistem yang dapat mengamankan data kuitansi sebagai instrument vital dalam proses transaksi, sistem yang dapat memberikan luaran berupa *digital signature* yang telah memenuhi syarat sahnya sebuah dokumen perjanjian, serta sistem yang dapat melakukan validasi terhadap *digital signature* yang diterbitkan, dalam hal ini berupa QR code yang telah diamankan menggunakan algoritma kriptografi RSA.

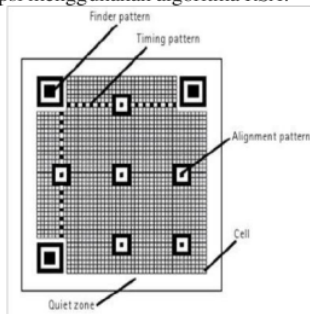
### c. Perancangan dan Pembangunan Aplikasi

Perancangan dan pembangunan aplikasi dilakukan setelah analisis kebutuhan sistem menghasilkan simpulan yang pasti, agar proses perancangan dan pembangunan aplikasi dapat berjalan dengan baik.



Gambar 2 Proses Pembuatan Kuitansi dan QR Code

Proses perancangan aplikasi dilakukan dengan merancang alur pembuatan kuitansi, alur pembuatan *digital signature*, serta alur pembuatan *QR code* seperti pada Gambar 2. Proses pembuatan kuitansi digital dimulai dengan pengguna memasukkan data yang akan dimuat didalam kuitansi. Setelah proses pembuatan kuitansi selesai dilakukan, maka akan dilakukan proses pembuatan *QR code* sebagai *digital signature* yang memuat data kuitansi yang telah terenkripsi menggunakan algoritma *RSA*.



Gambar 3 Struktur QR code

Gambar 3 merupakan struktur *QR code* yang terdiri dari pola *finder (finder pattern)* yang berfungsi untuk menentukan orientasi simbol yang benar. Pola waktu (*timing pattern*) digunakan untuk membantu

perangkat lunak dekoder (*decoder software*) dalam menentukan area pola. Pola penyelaras (*alignment pattern*) merupakan bagian yang digunakan *decoder software* dalam melakukan dekripsi terhadap pesan yang terkandung didalam *QR code*. Sel (*cell*) merupakan bagian yang menampung data terenkripsi, serta fungsi pengoreksi kesalahan (*error correcting*). Zona tenang (*quite zone*) merupakan jarak yang diberikan antar *QR code* dan data lainnya untuk memudahkan *decoder software* dalam melakukan pemindaian (*scanning*) terhadap *QR code* [8].

Proses enkripsi data menggunakan algoritma kriptografi *RSA* dimulai dengan menentukan dua buah bilangan prima secara acak, bilangan prima tersebut disimbolkan dengan  $p$  dan  $q$ . Kemudian dilakukan perkalian terhadap bilangan prima  $p$  dan  $q$ , sehingga menghasilkan nilai  $n$  (1). Selanjutnya mencari nilai  $\phi$  untuk menentukan banyak bilangan  $1, 2, 3, \dots, n$  yang relatif prima terhadap nilai  $n$  (2). Setelah itu menentukan nilai  $e$  yang merupakan *public key* (3). Berikutnya menentukan nilai  $d$  yang merupakan *private key* (4).

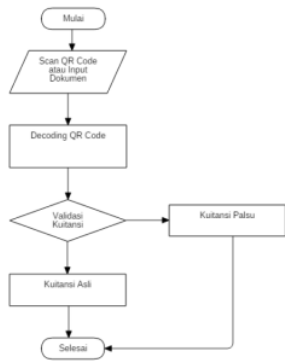
$n = p * q$	(1)
$\phi = (p - 1)(q - 1)$	(2)
$PBB(e * \phi) = 1$	(3)
$d = (e * d) \% \phi = 1$	(4)

Setelah mendapatkan nilai  $d$ ,  $e$ , dan nilai  $n$ , proses enkripsi data dilakukan berdasarkan rumus (5).

$$C = P^d \% n \quad (5)$$

Nilai  $C$  merupakan *ciphertext* yang akan digunakan sebagai *digital signature*, nilai  $P$  merupakan *plaintext* [9]. Setelah *digital signature* dan *QR code* berhasil dibuat, maka pengguna dapat memilih untuk menerbitkan kuitansi dalam bentuk cetak atau digital.

Proses perancangan selanjutnya dilakukan dengan merancang proses validasi kuitansi untuk membuktikan validitas dari sebuah kuitansi.



Gambar 4 Proses Uji Validitas Kuitansi

Proses uji validitas kuitansi dimulai dengan pengguna melakukan *scanning* terhadap *QR code* atau memasukkan (*input*) dokumen yang akan diuji validitasnya. Tahap uji validitas dilakukan dengan sistem melakukan *decoding* terhadap *QR code* yang akan diuji terlebih dahulu.

Setelah proses *decoding* berhasil dilakukan, sistem akan melakukan perbandingan data yang terkandung didalam *QR code* dengan data yang terdapat didalam basis data (*database*). Jika data yang terkandung didalam *QR code* dan *database* sama, maka kuitansi dinyatakan asli, namun jika data berbeda, maka kuitansi dinyatakan palsu, atau telah terdapat perubahan yang tidak dilakukan didalam aplikasi kuitansi digital yang sedang dibangun.

Setelah proses perancangan aplikasi selesai, peneliti mulai masuk pada tahap pembangunan aplikasi dengan menggunakan kerangka kerja (*framework*) *Laravel* dengan memanfaatkan perpustakaan (*library*) *bacon QR code* dalam membuat *QR code*, dan *library zxing* dalam membuat fungsi *scanning* dan *decoding* untuk *QR code*.

#### d. Pengujian Aplikasi

Proses pengujian aplikasi dilakukan peneliti dengan menggunakan sampel hasil luaran aplikasi yang sedang peneliti bangun, dengan menggunakan sampel hasil luaran aplikasi luar, serta dengan menggunakan *QR code* cetak yang sebelumnya telah dirusak.

#### e. Penyimpulan Hasil

Proses penyimpulan hasil dilakukan dengan menarik kesimpulan berdasarkan dari hasil pengujian yang dilakukan peneliti.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, proses pembuatan *digital signature* dilakukan dengan menggunakan algoritma kriptografi *RSA* dengan mengacu pada rumus *RSA* yang dibahas pada Bab Metode Penelitian.

```

6 references
56 function Enkripsi($request){
57     $p1 = mt_rand(2,1000);
58     $q1 = mt_rand(2,1000);
59
60     $p = gmp_nextprime($p1);
61     $q = gmp_nextprime($q1);
62
  
```

Gambar 5 Menentukan Bilangan Prima

Gambar 5 menampilkan kode program dalam menentukan dua buah bilangan prima yang disimbolkan dengan  $p$  dan  $q$ . Proses pencarian nilai  $p$  dan  $q$  dilakukan dengan memilih dua buah bilangan prima secara acak dari angka 2 sampai angka 1.000.

```

62
63     $n = gmp_mul($p,$q);
64
  
```

Gambar 6 Menentukan Nilai  $n$

Gambar 6 merupakan kode program dalam menentukan nilai  $n$  dengan mengacu pada rumus (1).

```

66     $phin = gmp_mul(gmp_sub($p,1), gmp_sub($q,1));
67
  
```

Gambar 7 Menentukan Nilai  $\phi$

Gambar 7 merupakan kode program dalam menentukan nilai  $\phi$  dengan mengacu pada rumus (2).

```

67
68     for($e=2;$e<100;$e++){
69
70         $gcd = gmp_gcd($e, $phin);
71
72         if(gmp_strval($gcd) == '1')
73             break;
74
75     }
76
  
```

Gambar 8 Menentukan Nilai  $e$

Pada Gambar 8, proses menentukan dilai  $e$  sebagai *public key* dilakukan dengan mengacu pada rumus (3).

```

97
98     for($i = 0; $i < strlen($request); $i++){
99         $cipher = gmp_strval(gmp_mod(gmp_pow(ord($request[$i]), $e), $n));
100
101         if($i != strlen($request)){
102             $cipher .= ",";
103         }
104     }
105
  
```

Gambar 9 Enkripsi Data

Pada Gambar 9 proses enkripsi data kuitansi yang dipilih untuk menjadi *digital signature* dilakukan dengan menggunakan perulangan *for* sehingga enkripsi per karakter dapat dilakukan oleh sistem.



Gambar 10 Digital Signature

Setelah proses pembuatan *digital signature* dengan data *plaintext* nomor kuitansi, telah terima

dari, serta penanggung jawab yang terenkripsi menggunakan algoritma kriptografi *RSA* berhasil dilakukan, maka hasil enkripsi dapat dilihat pada Gambar 10.

a. **Pengujian Sistem**

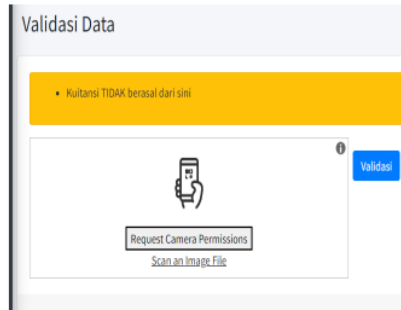
Proses pengujian sistem dilakukan dengan menguji beberapa fungsi yang telah dibuat. Fungsi yang diuji adalah fungsi validasi *QR code* yang dihasilkan oleh aplikasi yang dibangun peneliti, dan *QR code* yang dihasilkan oleh aplikasi lain dengan sedikit perubahan data *digital signature* yang terkandung didalamnya.



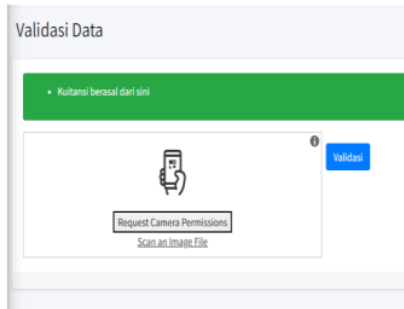
Gambar 13 Uji Validitas *QR Code* Hasil Aplikasi Lain



Gambar 11 Uji Validitas *QR Code* Hasil Aplikasi



Gambar 14 Hasil Uji Validitas *QR Code* Hasil Aplikasi Lain



Gambar 12 Hasil Uji Validitas *QR Code* Hasil Aplikasi

Pada Gambar 11 terlihat proses pengujian validitas *digital signature* berbentuk *QR code* yang dihasilkan aplikasi yang peneliti bangun. Uji validitas dilakukan dengan mengunggah *QR code* pada fungsi validasi yang peneliti buat, sehingga menghasilkan seperti pada Gambar 12 yang menyatakan bahwa kuitansi digital yang memiliki *digital signature* berbentuk *QR code* tersebut berasal dari aplikasi yang peneliti bangun, dan *QR code* tersebut dinyatakan orisinal.

Gambar 13 memperlihatkan proses validasi *QR code* yang dihasilkan oleh aplikasi lain. Pada pengujian ini, peneliti menggunakan *digital signature* yang sama dengan hasil dari aplikasi yang peneliti bangun, namun dilakukan perubahan pada satu karakter yang terdapat pada *digital signature* tersebut. Pada Gambar 14 terlihat hasil validasi tersebut menyatakan bahwa kuitansi tidak berasal dari aplikasi yang peneliti bangun.



Gambar 15 Uji Validitas *QR Code* Cetak yang Rusak

Pada Gambar 15 terlihat proses uji validitas *QR code* cetak yang rusak. Kerusakan yang diberikan peneliti terhadap *QR code* tersebut tidak terlalu parah, namun fungsi validasi yang dibuat peneliti tidak dapat membaca *QR code* yang rusak tersebut.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang peneliti lakukan, penggunaan algoritma kriptografi RSA masih layak digunakan dalam pembangkitan *digital signature*. Algoritma kriptografi RSA dapat memenuhi syarat kelayakan *digital signature*, yaitu dapat menjamin *authentication*, *integrity*, *non-repudiation*, serta *confidentiality*. Dari hasil pengujian yang peneliti lakukan, aplikasi yang dibangun peneliti masih dapat dikembangkan dari fungsi validasi serta fungsi pembuatan QR code, karna pada saat dilakukan pengujian menggunakan QR code cetak yang rusak, fungsi validasi pada aplikasi yang peneliti bangun tidak dapat berkerja dengan semestinya.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Y. Bramantyo, H. Murti, N. Wahyuni, and Suwarno, "PENGUNAAN KUITANSI SEBAGAI ALAT BUKTI TRANSAKSI JUAL BELI (Ditinjau Dari Perspektif Kitab Undang-Undang Hukum Perdata)," *Jurnal Ilmu Sosial dan Ilmu Administrasi Negara*, vol. 4, no. 1, pp. 92–103, 2020.
- [2] E. v Waruwu, F. Sonata, and I. Zulkarnain, "PENERAPAN DIGITAL SIGNATURE MENGGUNAKAN METODE RSA UNTUK MENVALIDASI KEASLIAN IJAZAH SMA SWASTA BINA ARTHA," *J-SISKO TECH*, vol. 45, no. 2, pp. 45–55, 2020.
- [3] Y. Anshori, A. Y. E. Dodu, and D. M. P. Wedanata, "Implementasi Algoritma Kriptografi Rivest Shamir Adleman (RSA) pada Tanda Tangan Digital Implementation of Rivest Shamir Adleman (RSA) Cryptograph Algorithm On Digital Signatures," *Techno.COM*, vol. 18, no. 2, pp. 110–121, 2019.
- [4] Norhikmah, A. R. Safitri, and L. A. Sholikhan, "Penggunaan QR Code dalam Presensi Berbasis Android," *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia 2016*, vol. 4, no. 7, pp. 97–102, 2016.
- [5] Sulaiman, N. Arifudin, and L. Triyana, "Kekuatan Hukum Digital Signature Sebagai Alat Bukti Yang Sah Di Tinjau Dari Hukum Acara Perdata," *Risalah Hukum*, vol. 16, no. 2, pp. 95–105, 2020.
- [6] A. Lorien and T. Wellem, "Implementasi Sistem Otentikasi Dokumen Berbasis Quick Response (QR) Code dan Digital Signature," *Resti*, vol. 5, no. 4, pp. 663–671, 2021, doi: 10.29207/resti.v5i1.3316.
- [7] R. Siringoringo, "Analisis dan Implementasi Algoritma Rijndael (AES) dan Kriptografi RSA pada Pengamanan File 31," *KAKIFIKOM*, vol. 02, no. 01, pp. 31–42, 2020.
- [8] Singh, "QR Code Analysis," *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, vol. 6, no. 5, pp. 89–92, 2016, [Online]. Available: www.ijarcsse.com
- [9] Sulistiyorini and A. Prihanto, "Perbandingan Efisiensi Algoritma RSA dan RSA-CRT Dengan Data Teks Berukuran Besar," *JINACS*, vol. 1, no. 2, pp. 84–90, 2019.

ORIGINALITY REPORT

16%

SIMILARITY INDEX

15%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

4%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	<a href="http://jurnal.iaii.or.id">jurnal.iaii.or.id</a> Internet Source	2%
2	<a href="http://repository.unair.ac.id">repository.unair.ac.id</a> Internet Source	1%
3	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	1%
4	<a href="http://repository.uksw.edu">repository.uksw.edu</a> Internet Source	1%
5	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Internet Source	1%
6	<a href="http://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Internet Source	1%
7	<a href="http://123dok.com">123dok.com</a> Internet Source	1%
8	<a href="http://www.mecs-press.org">www.mecs-press.org</a> Internet Source	1%
9	<a href="http://journals.telkomuniversity.ac.id">journals.telkomuniversity.ac.id</a> Internet Source	1%

10	Submitted to Universitas Bengkulu Student Paper	1 %
11	www.scribd.com Internet Source	1 %
12	e-journal.unipma.ac.id Internet Source	<1 %
13	journal.uny.ac.id Internet Source	<1 %
14	shift.sin.fst.uin-alauddin.ac.id Internet Source	<1 %
15	karyailmiah.unisba.ac.id Internet Source	<1 %
16	ejournal.unkhair.ac.id Internet Source	<1 %
17	ojs.trigunadharma.ac.id Internet Source	<1 %
18	the9line.com Internet Source	<1 %
19	adoc.tips Internet Source	<1 %
20	semnas.radenfatah.ac.id Internet Source	<1 %
21	www.researchgate.net Internet Source	<1 %

22	<a href="http://jurnal.stmik-aub.ac.id">jurnal.stmik-aub.ac.id</a> Internet Source	<1 %
23	<a href="http://media.neliti.com">media.neliti.com</a> Internet Source	<1 %
24	<a href="http://repository.uma.ac.id">repository.uma.ac.id</a> Internet Source	<1 %
25	<a href="http://www.lontar.ui.ac.id">www.lontar.ui.ac.id</a> Internet Source	<1 %
26	<a href="http://www.reportworld.co.kr">www.reportworld.co.kr</a> Internet Source	<1 %
27	Jamaludin Jamaludin, Romindo Romindo. "Hybrid Cryptosystem Analysis by Using The Combination of Vigenere Cipher and RSA for Text Security", Proceeding on International Conference of Science Management Art Research Technology, 2020 Publication	<1 %
28	<a href="http://publikasi.dinus.ac.id">publikasi.dinus.ac.id</a> Internet Source	<1 %
29	<a href="http://doku.pub">doku.pub</a> Internet Source	<1 %
30	Putri Perdana Sari, Erna Budhiarti Nababan, Muhammad Zarlis. "Comparative Study of LUC, ElGamal and RSA Algorithms in Encoding Texts", 2020 3rd International Conference on	<1 %

# Mechanical, Electronics, Computer, and Industrial Technology (MECnIT), 2020

Publication

---

---

Exclude quotes      On

Exclude matches      Off

Exclude bibliography      Off