

## Development of a Web-Based File Encryption System Using the Advanced Encryption Standard Method

### *Pengembangan Sistem Enkripsi File Berbasis Web Dengan Menggunakan Metode Advanced Encryption Standard*

**Jeremy Egner Lantu<sup>1</sup>, Kristofel Santa<sup>2</sup>, Ferdinand I. Sangkop<sup>3</sup>, Olivia Kembuan<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup> Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Manado

Article Info	ABSTRAK
<b>Article history:</b> Received: Mey 09, 2025 Revised: Sept 10, 2025 Accepted: Sept 28, 2025	Peningkatan keamanan informasi dalam era digital semakin mendesak seiring dengan meningkatnya ancaman terhadap privasi dan kerahasiaan data. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan aplikasi enkripsi file berbasis web menggunakan metode Advanced Encryption Standard (AES), dengan fokus pada kemudahan penggunaan atau user-friendly. Tujuan penelitian ini adalah memberikan solusi yang efisien dan mudah diakses oleh berbagai lapisan pengguna untuk melindungi data sensitif dalam lingkungan digital. Sistem enkripsi yang dikembangkan diharapkan dapat menjadi solusi yang praktis, aman, dan mudah digunakan untuk melindungi data pribadi atau informasi sensitif. Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan, dimulai dari analisis kebutuhan, desain, implementasi, hingga tahap verifikasi. Hasilnya, sistem enkripsi berbasis web menggunakan AES sebagai algoritma utama berhasil dikembangkan. Sistem ini mampu memberikan tingkat keamanan tinggi terhadap file yang diunggah dan dirancang agar mudah digunakan oleh orang dengan berbagai latar belakang teknologi. Hasil User Acceptance Test (UAT) dengan 10 pengguna menunjukkan kesesuaian sistem dengan pengguna mencapai 90,5%. Penelitian ini menyimpulkan bahwa AES dalam aplikasi enkripsi file berbasis web efektif dalam melindungi data sensitif dan dapat diakses dengan mudah oleh pengguna dari berbagai tingkat pemahaman teknologi.
<b>Kata kunci</b> AES256 bit, Enkripsi, Dekripsi	<b>ABSTRACT</b>
<b>Keywords</b> AES265 bit, Encryption, Decryption	<i>The increasing importance of information security in the digital era has become more urgent as threats to privacy and data confidentiality grow. This research aims to design and develop a web-based file encryption application using the Advanced Encryption Standard (AES) method, with a focus on user-friendliness. The goal of this research is to provide an efficient solution that is easily accessible by users of various backgrounds to protect sensitive data in the digital environment. The developed encryption system is expected to serve as a practical, secure, and easy-to-use solution to protect personal or sensitive information. This study was carried out through several stages, starting with requirement analysis, design, implementation, and finally, verification. As a result, a web-based encryption system using AES as the primary encryption algorithm has been successfully</i>

---

*developed. The system provides a high level of security for uploaded files and is designed to be easy to use for individuals with varying levels of technological expertise. The User Acceptance Test (UAT) involving 10 users showed a high system-user compatibility rate of 90.5%. This research concludes that applying AES in a web-based file encryption application is effective in protecting sensitive data and can be easily accessed by users from different technological backgrounds.*

---

***Corresponding Author:***

Kristofel Santa

Program Studi Teknik Informatika,

Universitas Negeri Manado

Jl. Kampus Unima, Tonsaru Village, South Tondano District, Tondano, North Sulawesi, Indonesia.

Email: kristofelsannta@unima.ac.id

---

## **PENDAHULUAN**

Pada era perkembangan teknologi informasi masa ini, pengiriman informasi selalu terjadi sehingga membuat unsur keamanan informasi menjadi nilai sangat penting (Prayitno & Nurdin, 2017). Keamanan merupakan indikator yang bernilai penting pada penyimpanan dan pengiriman data atau pesan (Saputro et al., 2021). Pada institusi atau lembaga sangat membutuhkan sistem keamanan teknologi informasi yang kuat untuk mengamankan aset terpenting mereka seperti sistem keamanan informasi dan komunikasi dari berbagai macam serangan di masa depan (Dakhi et al., 2020). Hal ini tentu saja menimbulkan risiko jika informasi yang sensitif dan berharga dapat diakses oleh orang yang tidak berwenang dan tidak bertanggung jawab (Nurnaningsih & Permana, 2018).

Dalam konteks ini, Enkripsi adalah proses penyembunyian data pesan, mengubah plaintext menjadi ciphertext, sedangkan dekripsi merupakan kebalikan dari enkripsi, bertujuan untuk memahami pesan yang ada. Terdapat dua model dalam kriptografi, yaitu kriptografi modern dan kriptografi klasik (konvensional) (Prasetyo & Triandi, 2018). Algoritma Advanced Encryption Standard (AES) merupakan algoritma kriptografi modern yang bersifat simetris (Kirana et al., 2019). Metode AES telah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi dan sistem untuk melindungi data sensitif.

Namun, meskipun keberhasilan dan popularitas AES, masih ada kebutuhan untuk mengembangkan alat dan aplikasi yang lebih mudah digunakan, khususnya dalam konteks penggunaan sehari-hari, seperti mengamankan berkas-berkas di lingkungan web. Dengan adanya peningkatan penggunaan layanan berbasis web, kebutuhan akan aplikasi enkripsi berbasis web dengan semakin mendesak.

Oleh karena itu, skripsi ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah aplikasi enkripsi berbasis web yang menggunakan metode Advanced Encryption Standard (AES) untuk mengamankan berkas-berkas digital. Aplikasi ini akan dirancang dengan tujuan memberikan pengguna kemampuan untuk melakukan enkripsi dan dekripsi berkas dengan mudah melalui antarmuka web yang intuitif. Dengan demikian, diharapkan bahwa pengguna dapat dengan

aman menyimpan dan berbagi berkas-berkas sensitif secara online tanpa khawatir akan risiko kebocoran informasi.

Dari penjelasan berikut maka akan dibuat sistem enkripsi file berbasis web menggunakan metode Advanced Encryption Standard untuk menjaga integritas dan keutuhan informasi pada saat proses pertukaran file antara pengguna satu dengan yang lain. Adapun tahapan dalam metode *waterfall* adalah sebagai berikut :

## **METODE PENELITIAN**

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode pengembangan jenis Waterfall dan inti dari metode waterfall adalah pengerjaan dari suatu sistem dilakukan secara berurutan atau secara linear. Jadi jika langkah satu belum dikerjakan maka tidak akan bisa melakukan pengerjaan langkah dua, tiga dan seterusnya. Secara otomatis tahapan ketiga akan bisa dilakukan jika tahap kesatu dan kedua sudah dilakukan (Meol et al., 2024). Metode waterfall ini terdapat 5 (lima) tahap untuk mengembangkan suatu perangkat lunak. Kelima tahapan itu terdiri dari atas ke bawah, diantaranya *Requirement, Design, Implementation, Verification, Maintenance*. Dimana konsep dari metode ini adalah bagaimana melihat suatu masalah secara sistematis dan terstruktur dari atas ke bawah. Metode ini merupakan metode yang sering digunakan oleh penganalisa sistem pada umumnya. Inti dari metode *waterfall* adalah pengerjaan dari suatu sistem dilakukan secara berurutan atau secara linear. Jadi jika langkah satu belum dikerjakan maka tidak akan bisa melakukan pengerjaan langkah dua, tiga dan seterusnya. Secara otomatis tahapan ketiga akan bisa dilakukan jika tahap kesatu dan kedua sudah dilakukan.

### **- Requirement**

Merupakan analisa terhadap kebutuhan sistem. Pengumpulan data dalam tahap ini bisa dilakukan sebuah penelitian, wawancara atau study literatur.

### **- Design**

Desain akan menerjemahkan syarat kebutuhan ke sebuah perancangan perangkat lunak yang dapat diperkirakan sebelum dibuat coding. Proses ini berfokus pada : struktur data, arsitektur perangkat lunak, representasi interface, dan detail (algoritma) prosedural.

### **- Implementation**

Implementation atau coding merupakan penerjemahan design dalam bahasa yang bisa dikenali oleh komputer. Dilakukan oleh programmer yang akan menterjemahkan transaksi yang diminta oleh user. Tahapan ini lah yang merupakan tahapan secara nyata dalam mengerjakan suatu sistem.

### **A. Verification**

Tahapan ini bisa dikatakan final dalam pembuatan sebuah sistem. Setelah melakukan analisa, design dan pengkodean maka sistem yang sudah jadi akan digunakan oleh user.

### **B. Maintenance**

Tahap maintenance dalam metode waterfall adalah fase di mana tim pengembang bertanggung jawab untuk memantau, memperbaiki, dan mengembangkan sistem yang telah diimplementasikan agar tetap sesuai dengan kebutuhan pengguna dan perubahan teknologi.

Untuk menunjang penelitian, data akan dikumpulkan dengan melakukan dua metode pengumpulan data, yaitu:

- **Studi Pustaka**

Metode Studi Pustaka, merupakan metode untuk mendapatkan informasi dan data dari beberapa sumber seperti buku, internet, artikel, jurnal dan lain sebagainya yang berkaitan dengan penelitian sebagai bahan referensi dalam penyusunan proposal ini.

- **Wawancara**

Metode wawancara, merupakan metode untuk memperoleh informasi dengan cara tanya jawab dengan pengguna potensial. Metode ini digunakan untuk mendapatkan masukan untuk antarmuka yang diinginkan serta kenyamanan pengguna.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **1. Requirement**

Tahap analisis pada pengembangan perangkat lunak enkripsi ini dimulai dengan melakukan analisis terhadap kebutuhan pengguna dan kebutuhan bisnis yang harus dipenuhi oleh perangkat lunak.

**A. Analisis Sistem Fungsional**

- User dapat melihat halaman Encrypt
- User dapat melihat halaman Decrypt
- User dapat mengenkripsi file pada halaman Encrypt
- User dapat mendekripsi file pada halaman Decrypt
- User dapat melihat halaman FAQ
- User dapat melihat halaman Algorithm

**B. Analisis Sistem Non-Fungsional**

- Sistem dapat menampilkan halaman utama
- Sistem dapat menampilkan halaman Encrypt
- Sistem dapat menampilkan halaman Decrypt
- Sistem dapat menampilkan halaman FAQ
- Sistem dapat menampilkan halaman Algorithm
- Sistem dapat mengenkripsi file
- Sistem dapat mendekripsi file

Tabel 1. Hasil analisis kebutuhan sistem

<b>Halaman Utama</b>	Halaman utama website
<b>Form Enkripsi</b>	User dapat mengenkripsi file yang diperlukan
<b>Form Dekripsi</b>	User dapat mendekripsi file yang diperlukan dengan kata kunci yang sudah dibuat
<b>Halaman FAQ</b>	Halaman yang berisi <i>FAQ (Frequently Asked Question)</i>
<b>Halaman Algorithm</b>	Halaman yang berisi algoritma <i>AES</i>

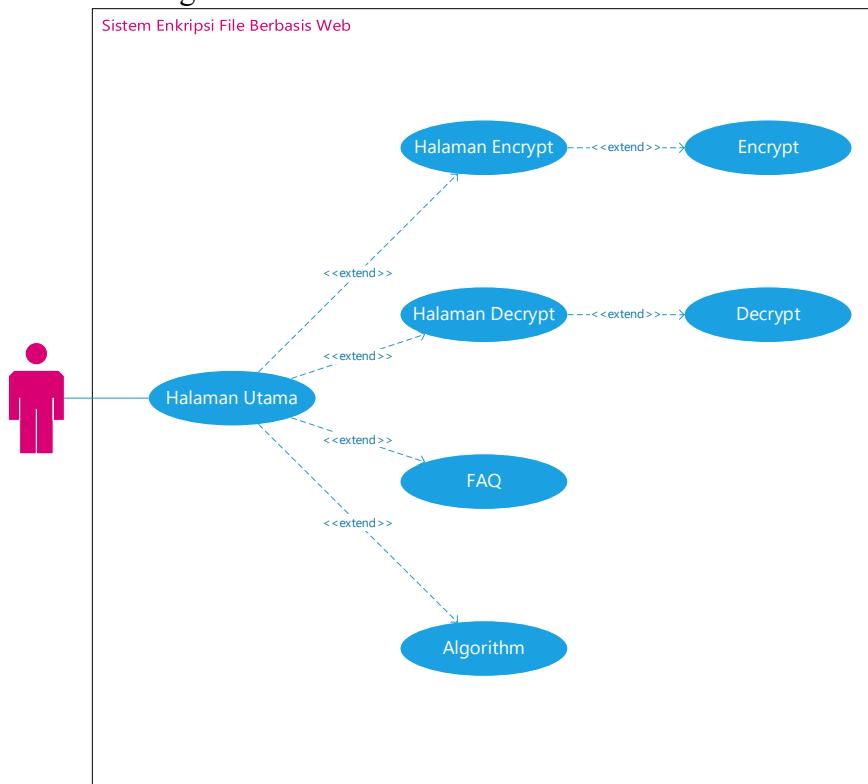
Pada tabel 1 merupakan hasil analisa yang dilakukan penulis untuk kebutuhan sistem yang diperlukan di dalam sistem.

## 2. Design

### • Pemodelan UML

Dalam pemodelan sistem ini saya menggunakan UML (Unified Modeling Language) sebagai pemodelan dengan menggunakan software Microsoft Visio sebagai aplikasi untuk merancang pemodelan ini. *Unified Modeling Language* merupakan salah satu metode pemodelan visual yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan sebuah software yang berorientasikan pada objek (Prihandoyo, 2018). UML yang digunakan yaitu Use Case Diagram, Sequence Diagram dan Activity Diagram.

#### A. Use Case Diagram

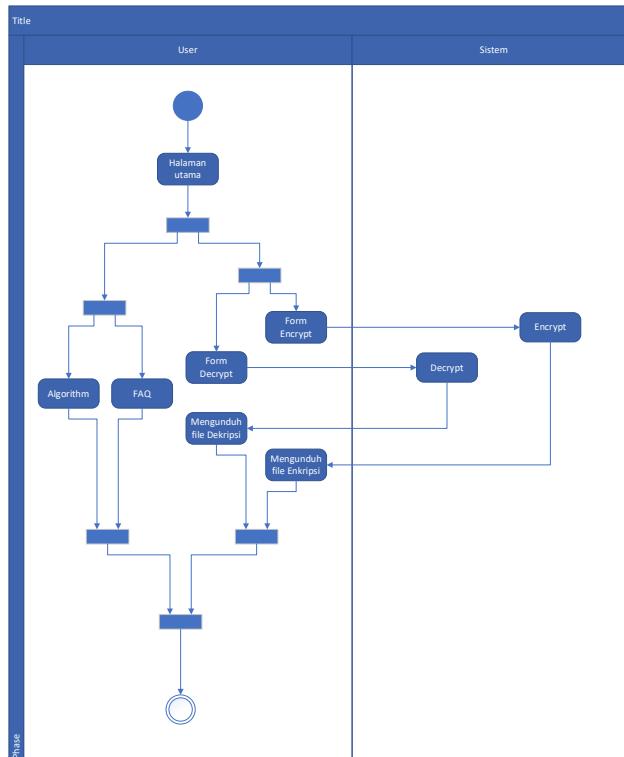


Gambar 1. Use Case User

Selanjutnya perancangan yang dilakukan dengan menggunakan UML (Unified Modeling Language), salah satu diagram yang digunakan untuk memodelkan interaksi antara sistem dan tiap aktor atau pengguna adalah Usecase Diagram yang dapat dilihat pada gambar 1.

Berikutnya ditampilkan diagram aktivitas yang menggambarkan alur yang dilalui pengguna saat mengakses aplikasi, khususnya aktivitas yang dilakukan oleh administrator dalam aplikasi akan divisualisasikan melalui diagram aktivitas ini.

## B. Diagram Activity



Gambar 2. Diagram activity user

Gambar 2 menampilkan alur dan aktivitas yang dapat dilakukan oleh user dimulai dengan halaman utama. Selanjutnya user dapat memilih di antara 4 fungsi di dalam halaman utama, yaitu halaman algorithm, halaman faq serta decrypt dan encrypt. Jika user memilih fungsi encrypt atau decrypt, sistem akan menampilkan form untuk mengupload file yang akan dienkripsi atau dekripsi dan mengunduh kembali file yang sudah dienkripsi atau dekripsi.

### 3. Implementation

Berikut hasil dari tampilan rancangan sistem setelah diterjemahkan langsung ke bahasa pemrograman.

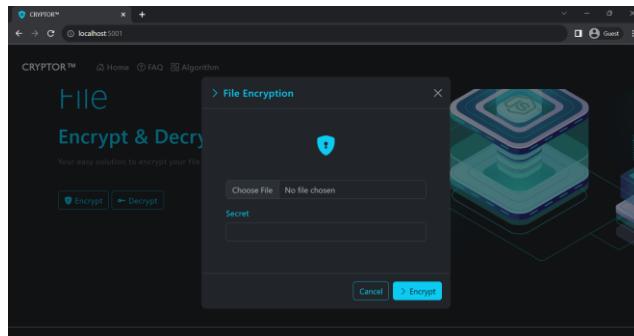
- Tampilan awal



Gambar 3. Tampilan awal halaman website

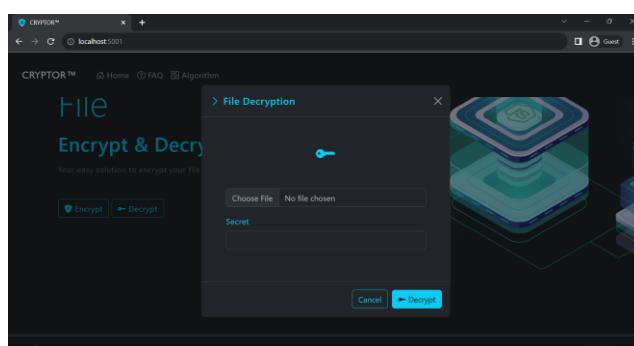
Pada gambar 3 merupakan tampilan halaman awal, pada halaman ini merupakan tampilan untuk mengenkripsi dan dekripsi file, serta untuk pindah ke halaman faq dan algorithm

- Tampilan form encrypt



Gambar 4. Tampilan form encrypt

- Tampilan form decrypt



Gambar 5. Tampilan form decrypt

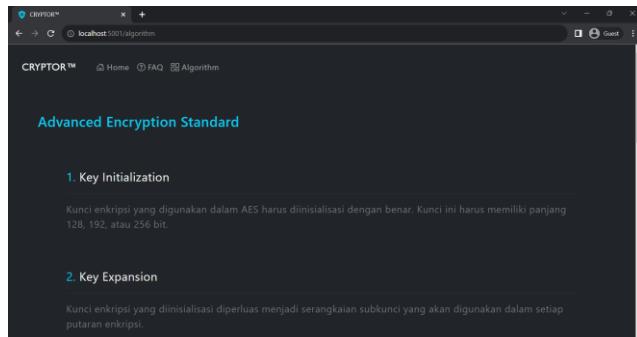
Pada gambar 4 dan 5 merupakan tampilan form untuk mengenkripsi dan dekripsi file, pada tahap ini user harus memilih file yang ingin di upload serta memasukkan *Secret key* yang akan digunakan. Setelah di upload file akan otomatis di download lagi dengan hasil yang sudah di enkripsi atau dekripsi.

- Tampilan halaman faq



Gambar 6. Tampilan halaman faq

- Tampilan halaman algorithm



Gambar 7. Tampilan halaman algorithm

Pada gambar 6 dan 7 menunjukkan halaman *frequently asked question* atau pertanyaan yang sering ditanyakan, serta halaman algorithm yang berisi penjelasan algoritma yang digunakan dalam membuat aplikasi ini.

#### 4. Verification

##### 1. Black Box Testing

Dalam penelitian ini, proses pengujian fungsionalitas sistem dilakukan dengan menerapkan metode pengujian kotak hitam, atau yang lebih dikenal sebagai black box testing. Dalam pelaksanaannya, metode pengujian ini dijalankan tanpa memiliki informasi mengenai struktur program yang akan diuji. Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian web yang dilakukan dengan menggunakan metode pengujian kotak hitam.

Tabel 2. Hasil pengujian black box

No	Tujuan Pengujian	Input	Output yang diharapkan	Hasil
1	Menjalankan aplikasi.	Menjalankan aplikasi	Menampilkan tampilan halaman awal.	Tercapai
2	Menampilkan form encrypt.	Menekan tombol encrypt	Menampilkan form encrypt	Tercapai
3	Menampilkan form decrypt.	Menekan tombol decrypt	Menampilkan form decrypt	Tercapai
4	Mengenripsi file	Menekan tombol encrypt lalu masukkan file yang akan dienkripsi	Mengenkripsi file dan mendownload file yang sudah dienkripsi	Tercapai

No	Tujuan Pengujian	Input	Output yang diharapkan	Hasil
5	Mengdekripsi file	Menekan tombol decrypt lalu masukkan file yang akan di dekripsi	Mengdekripsi file dan mendownload file yang sudah di dekripsi	Tercapai
6	Menampilkan halaman FAQ	Menekan menu FAQ	Menampilkan halaman FAQ	Tercapai
7	Menampilkan halaman Algorithm	Menekan menu Algorithm	Menampilkan halaman Algorithm	Tercapai

Seperti yang ditunjukkan pada tabel 2, hasil black box testing menunjukkan bahwa semua variabel uji yang berjumlah 7 berhasil tercapai tanpa adanya masalah.

Tabel 3. Hasil pengujian waktu enkripsi

No	Nama File	Size	Waktu Enkripsi
1	Test file video.mp4	4,460 KB	0,042 detik
2	Test file zip.zip	616,804 KB	18,302 detik
3	Testi file pdf.pdf	5,891 KB	0,03 detik
4	skripsi.docx	1,561 KB	0,005 detik

Pada tabel 3 menunjukkan hasil pengujian waktu enkripsi pada beberapa tipe file yang berbeda. Seperti yang diperlihatkan dalam tabel waktu terlama yang diperlukan untuk mengenkripsi file yaitu 18,302 detik dengan ukuran file 616,804 KB.

## 2. User Acceptance Test (UAT)

Setelah tahap *black box testing*, selanjutnya dilakukan *user acceptance test* untuk mengetahui tanggapan pengguna terhadap sistem enkripsi file yang dikembangkan. *UAT (User Acceptance Test)* merupakan proses pengujian yang dilakukan oleh pengguna dengan hasil pengujian berupa dokumen hasil uji yang dapat dijadikan bukti bahwa software sudah diterima pengguna. Pengujian ini dilakukan dengan memberi 7 pertanyaan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4 kepada 10 orang pengguna potensial dimana jawaban dari pertanyaan tersebut terdiri dari tingkatan yang dapat dipilih seperti ditunjukkan pada Tabel 5 berikut :

Tabel 4. Bobot jawaban user acceptance test

Jawaban	Bobot
A. Sangat Sesuai	5
B. Sesuai	4
C. Baik	3
D. Cukup	2
E. Kurang	1

Tabel 5. Pertanyaan user acceptance test

No	Pertanyaan	Poin				
		A	B	C	D	E
1	Seberapa puaskah anda dengan antarmuka aplikasi enkripsi kami?					
2	Bagaimana pendapat anda tentang kemudahan penggunaan aplikasi enkripsi kami?					
3	Apakah anda merasa fitur enkripsi yang disediakan oleh aplikasi kami memadai?					
4	Sejauh mana anda merasa aplikasi ini membantu melindungi privasi data anda?					
5	Bagaimana tanggapan anda terhadap kinerja dan kecepatan aplikasi enkripsi kami?					
6	Apakah anda merasa penjelasan enkripsi dan algoritma yang diberikan dalam aplikasi cukup membantu?					
7	Apakah anda akan merekomendasikan aplikasi enkripsi kami kepada orang lain?					

Tabel 5 merupakan pertanyaan-pertanyaan yang sudah dipilih penulis untuk menguji *user acceptance test*

Tabel 6. Hasil user acceptance test

No	Pertanyaan	Poin				
		A	B	C	D	E
1	Seberapa puaskah anda dengan antarmuka aplikasi enkripsi kami?	6	4			
2	Bagaimana pendapat anda tentang kemudahan penggunaan aplikasi enkripsi kami?	4	6			
3	Apakah anda merasa fitur enkripsi yang disediakan oleh aplikasi kami memadai?	5	4	1		
4	Sejauh mana anda merasa aplikasi ini membantu melindungi privasi data anda?	6	3	1		
5	Bagaimana tanggapan anda terhadap kinerja dan kecepatan aplikasi enkripsi kami?	6	4			
6	Apakah anda merasa penjelasan enkripsi dan algoritma yang diberikan dalam aplikasi cukup membantu?	7	3			

7	Apakah anda akan merekomendasikan aplikasi enkripsi kami kepada orang lain?	5	5			
Total		39	2	2		

Tabel 6 merupakan hasil pengujian *user acceptance test* yang dilakukan kepada 10 orang, setelah itu didapat hasil seperti berikut.

$$\frac{((39 \times 5) + (29 \times 4) + (2 \times 3) + (0 \times 2) + (0 \times 1))}{350} \times 100\%$$

$$\frac{317}{350} \times 100\% = 0,905 \times 100\% = 90,5\%$$

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, didapatkan hasil 90,5% yang menunjukkan bahwa sistem presensi yang dikembangkan telah sesuai dengan apa yang dibutuhkan oleh pengguna.

## **SIMPULAN**

Berdasarkan penelitian yang sudah dilaksanakan dari tahap *requirement*, *design*, *implementation* sampai pada tahap akhir *verification*. Maka dalam penelitian ini, telah berhasil dikembangkan sebuah sistem enkripsi file berbasis web yang menggunakan metode AES sebagai algoritma enkripsi utama. Sistem yang dibangun mampu memberikan tingkat keamanan yang tinggi terhadap berkas-berkas yang diunggah oleh pengguna. Selain itu, sistem ini juga berfokus pada aspek user friendly, sehingga pengguna dengan berbagai tingkat pengetahuan teknologi dapat dengan mudah menggunakan layanan enkripsi ini. *User Acceptance Test* yang dilakukan dengan melibatkan 10 orang user potensial mendapatkan nilai yang baik dimana kesesuaian sistem dengan pengguna mendapatkan nilai 90,5%.

## **UCAPAN TERIMAKASIH**

Terima kasih disampaikan kepada semua yang terlibat dan terus mendukung penulis dalam penelitian ini dari perencanaan hingga selesaiannya dengan lancar, khususnya kepada Rektor Universitas Negeri Manado, Dekan Fakultas Teknik, Pimpinan dan Dosen Program Studi Teknik Informatika, Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing Skripsi, Staf Administrasi Program Studi Teknik Informatika, Orang Tua, keluarga serta Sahabat yang selalu mendukung.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- A. Prayitno dan N. Nurdin, "Analisa Dan Implementasi Kriptografi Pada Pesan Rahasia," *J. Elektron. Sist. Inf. dan Komput.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–11, 2017
- Rumbaugh, James., Jacobson, Ivar., & Booch, Grady. (1999). *The unified modeling language reference manual*. Addison-Wesley.
- Wahid, A. A. (2020). *Jurnal Ilmu-ilmu Informatika dan Manajemen STMIK Oktober (2020) Analisis Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi*.
- Barakat, M., Eder, C., & Hanke, T. (2018). *An Introduction to Cryptography*.

Ramadhan, R., & Soetanto, H. (2022). PENERAPAN KRIPTOGRAFI MENGGUNAKAN ADVANCED ENCRYPTION STANDARD 128 UNTUK PENGAMANAN FILE PADA SMK MUHAMMADIYAH 4. In *Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi (SENAFTI) Jakarta-Indonesia*. <https://senafti.budiluhur.ac.id/index.php/senafti/index>

Zaenal, M. (2020). Pembuatan Aplikasi Enkripsi Menggunakan Metode Advance Encryption Standard dan Rivest Shamir Adleman.

O. Dakhi, M. Masril, R. Novalinda, J. Jufrinaldi, dan A. Ambiyar, "Analisis Sistem Kriptografi dalam Mengamankan Data Pesan Dengan Metode One Time Pad Cipher," *INVOTEK J. Inov. Vokasional dan Teknol.*, vol. 20, no. 1, pp. 27–36, 2020, doi: 10.24036/invotek.v20i1.647

Daemen, J., & Rijmen, V. (2002). *The design of Rijndael: AES--the Advanced Encryption Standard*. Springer.

Eckel, B. (2010). *Thinking in Java, 3 rd Edition, Beta*. <http://www.planetpdf.com/> <http://www.pdfstore.com/> <http://www.binarything.com/>

Kirana, C., Sugianto, E., & Studi Teknik Informatika STMIK Atma Luhur Pangkalpinang, P. (2019). *Penerapan Algoritma AES dan Konversi SMS ke dalam Bahasa Khek pada Aplikasi Enkripsi Berbasis Mobile Application* (Vol. 5, Issue 1).

Handayani, E., Pratitis, W. L., Nur, A., Syaifudin, Mashuri, A., & Nugroho, B. (2017). *PERANCANGAN APLIKASI KRIPTOGRAFI BERBASIS WEB DENGAN ALGORITMA DOUBLE CAESAR CIPHER MENGGUNAKAN TABEL ASCII*.

Adik Putra, M., Iskandar Mulyana, D., & Amanda Amalia, R. (2022). Perancangan Aplikasi Enkripsi & Deskripsi pada Dokumen File Dengan Algoritma Triple DES Berbasis Web. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Komputer*, 2(1), 2809–476. <https://doi.org/10.47709/jpsk.v2i1.1354>

D. Nurnaningsih dan A. A. Permana, "Rancangan Aplikasi Pengamanan Data Dengan Algoritma Advanced Encryption Standard (Aes)," *J. Tek. Inform.*, vol. 11, no. 2, pp. 177–186, 2018, doi: 10.15408/jti.v11i2.7811.

Adinda Destari, R. (2020). *DESIGN OF ENCRYPTION AND MESSAGE DECRYPTION APPLICATIONS USING MERKLE HELLMAN METHOD*.

Nasution, A. B. (2019). IMPLEMENTASI PENGAMANAN DATA DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA CAESAR CIPHER DAN TRANSPOSISI CIPHER. *Jurnal Teknologi Informasi*, 3.

M. T. Prihandoyo, "Unified Modeling Language (UML) Model Untuk Pengembangan Sistem Informasi Akademik Berbasis Web," *J. Inform. J. Pengemb. IT*, vol. 3, no. 1, pp. 126–129, Jan. 2018, doi: 10.30591/JPIT.V3I1.765.

Y. Prasetyo and B. Triandi, "Perancangan Aplikasi Pengamanan File Teks dengan Skema Hybrid Menggunakan Algoritma Enigma dan Algoritma RSA Designing Application for Safeguarding Text Files with Hybrid Schemes Using Enigma Algorithms and RSA Algorithms," *46. IT J.*, vol. 6, no. 1, pp. 2252–746, 2018.

Dworkin, M. J. (2023). *Advanced Encryption Standard (AES)*. <https://doi.org/10.6028/NIST.FIPS.197-upd1>

Nurnaningsih, D., & Permana, A. A. (2018). RANCANGAN APLIKASI PENGAMANAN DATA DENGAN ALGORITMA ADVANCED ENCRYPTION STANDARD (AES). *JURNAL TEKNIK INFORMATIKA*, 11(2), 177–186. <https://doi.org/10.15408/jti.v11i2.7811>

Silvi Purnia, D., Rifai, A., & Rahmatullah, S. (2019). *Penerapan Metode Waterfall dalam Perancangan Sistem Informasi Aplikasi Bantuan Sosial Berbasis Android* (Vol. 16).

T. H. Saputro, N. H. Hidayati, dan E. I. H. Ujianto, “Survei Tentang Algoritma Kriptografi Asimetris,” *J. Inform. Polinema*, vol. 6, no. 2, pp. 67–72, 2020, doi: 10.33795/jip.v6i2.345.