

## PENERAPAN ALGORITME AES-128 UNTUK PENGAMANAN FILE PADA SMKN 1 KOTA TANGERANG

Ardianto Prasetyo<sup>1\*</sup>, Rizky Pradana<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur, Jakarta, Indonesia

Email: <sup>1\*</sup>1911500161@student.budiluhur.ac.id, <sup>2</sup>rizky.pradana@budiluhur.ac.id  
(\* : corresponding author)

**Abstrak-**SMKN 1 Kota Tangerang merupakan sekolah menengah kejuruan negeri yang ada di kota Tangerang provinsi Banten, sejak 2018 SMKN 1 Kota Tangerang sudah menerapkan ujian sekolah berbasis komputer (USBK). Namun sistem keamanan penyimpanan berkas soal ujian pada SMKN 1 Kota Tangerang sangatlah rendah, karena berkas hanya disimpan di dalam komputer tanpa adanya pengamanan lebih sehingga kerahasiaan berkas soal ujian sangat mudah untuk dibocorkan. Untuk mengatasi masalah tersebut, pihak sekolah dapat menggunakan teknologi kriptografi untuk mengamankan berkas soal ujian dan kunci jawaban untuk menghindari kebocoran berkas dengan cara enkripsi dan dekripsi. Untuk mengimplementasikan solusi tersebut, maka dibuatkan aplikasi pengamanan soal ujian berbasis *web* menggunakan algoritme *Advanced Encryption Standard* (AES-128). Berdasarkan dari hasil pengujian yang telah dilakukan, aplikasi kriptografi yang dibuat dapat berjalan dengan baik dan soal ujian berhasil diamankan dengan metode enkripsi dan dapat dikembalikan seperti semula dengan metode dekripsi tanpa mengalami perubahan pada ukuran *file*. Analisis pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa ukuran *file* tidak berubah setelah melakukan enkripsi dan tidak terjadi *error* pada *file* atau *file* utuh saat di dekripsi kembali. Dalam pengujian waktu enkripsi dan dekripsi yang menggunakan 10 *file* pengujian dengan rata-rata ukuran sebesar 360,14 KB menghasilkan rata rata waktu kecepatan enkripsi 9,006 detik dan rata rata waktu kecepatan dekripsi 8,911 detik.

**Kata Kunci:** *advanced encryption standard (AES-128)*, enkripsi, dekripsi, kriptografi

### IMPLEMENTATION OF AES-128 ALGORITHM FOR FILE SECURITY AT SMKN 1 TANGERANG CITY

**Abstract-** *SMKN 1 Tangerang City is a state vocational high school in Tangerang city, Banten province, since 2018 SMKN 1 Tangerang City has implemented a computer-based school exam (USBK). However, the security system for storing exam question files at SMKN 1 Kota Tangerang is very low, because the files are only stored on the computer without any additional security so that the confidentiality of the exam question files is very easy to leak. To overcome this problem, schools can use cryptographic technology to secure exam question files and answer keys to prevent file leakage by means of encryption and decryption. To implement this solution, a security application for web-based exam questions was created using the Advanced Encryption Standard (AES-128) algorithm. Based on the results of the tests that have been carried out, the cryptographic application that is made can run well and the exam questions are successfully secured by the encryption method and can be returned to their original state by the decryption method without changing the file size. The test analysis carried out shows that the file size does not change after encrypting and no errors occur in the file or the intact file when it is decrypted again. In the encryption and decryption time test using 10 test files with an average size of 360.14 KB, the average encryption speed is 9.006 seconds and the average decryption speed is 8.911 seconds.*

**Keywords** *cryptography, advanced encryption standard (AES-128), encryption, decryption*

## 1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi tidak bisa dihindari oleh SMKN 1 Kota Tangerang sekolah menengah kejuruan negeri yang ada di kota Tangerang provinsi Banten, karena sejak 2018 SMKN 1 Kota Tangerang yang sudah menerapkan ujian sekolah berbasis komputer (USBK). Namun sistem keamanan penyimpanan berkas soal ujian pada SMKN 1 Kota Tangerang sangatlah rendah, karena berkas hanya disimpan di dalam komputer tanpa adanya pengamanan lebih sehingga kerahasiaan berkas soal ujian sangat mudah untuk dibocorkan. Untuk mengatasi masalah tersebut, pihak sekolah dapat menggunakan teknologi kriptografi untuk mengamankan berkas soal ujian dan kunci jawaban untuk menghindari kebocoran berkas dengan cara enkripsi dan dekripsi.

Kriptografi merupakan suatu ilmu atau cara untuk melindungi dan menjaga kerahasiaan pesan dengan mengubah bentuk yang tidak bisa lagi dibaca bisa disebut juga enkripsi [1]. Kriptografi mempunyai konsep utama yaitu enkripsi dan dekripsi. Enkripsi adalah sebuah proses mengubah informasi sehingga informasi asli tidak dapat lagi dikenali, dengan menggunakan metode dan algoritme tertentu sedangkan dekripsi merupakan kebalikan dari

enkripsi yaitu dengan mengubah Kembali jenis informasi yang sudah di enkripsi menjadi informasi asli atau mengembalikan ke bentuk asli [2].

Untuk mengimplementasikan solusi yang telah disebutkan, maka penulis bertujuan untuk membuat aplikasi pengamanan soal ujian berbasis web menggunakan algoritme *Advanced Encryption Standard* (AES-128). Algoritme disini sebagai *cipher* yaitu suatu aturan atau langkah dari proses enkripsi dan dekripsi data sedangkan kunci berupa parameter bilangan untuk proses transformasi dan bersifat rahasia [3]. Algoritme AES-128 adalah sebuah algoritme enkripsi simetris yang menggunakan kunci 128-bit untuk mengenkripsi dan mendekripsi pesan[4]. Dengan implementasi kriptografi menggunakan metode AES-128 untuk mengamankan *file* soal ujian, diharapkan *file* terlindungi secara maksimal.

Pada penelitian sebelumnya yang berjudul “Implementasi Kriptografi *File* Ujian Siswa Dengan Metode RSA Berbasis Website di SMAN 84 Jakarta” [5], telah diimplementasikan metode kriptografi untuk mengamankan *file* ujian siswa. Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian ini yaitu pada metode kriptografi yang digunakan, pada penelitian ini digunakan metode AES sedangkan penelitian sebelumnya menggunakan metode RSA. Menurut [6] AES memiliki ukuran file yang lebih kecil dari RSA dan dari kecepatan enkripsi AES juga lebih cepat dari pada RSA, sehingga peneliti menggunakan metode AES-128 pada aplikasi yang dibangun.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Kriptografi

Kriptografi berasal dari bahasa Yunani, *crypto* dan *graphia*. *Crypto* atau *secret* (rahasia) dan *graphia* merupakan *writing* (tulisan) [7]. Kriptografi merupakan ilmu atau cara menyembunyikan pesan. Dalam penerapan kriptografi terdapat suatu metode enkripsi atau merahasiakan data yang hanya diketahui dan memiliki arti bagi pihak tertentu [8].

Tujuan dari kriptografi ada 5 yaitu menurut [9] :

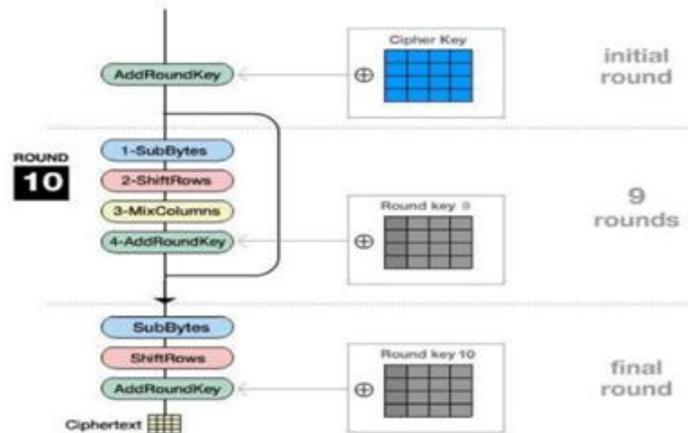
- Privacy / Confidentiality*: Privacy adalah data yang bersifat rahasia, *confidentiality* merupakan hubungan antara data yang diberikan ke pihak lain untuk tujuan tertentu.
- Integrity*: Aspek ini menekankan bahwa informasi tidak boleh diubah tanpa seizin pemilik informasi. Informasi yang Anda terima harus valid dan sesuai. Aspek integritas tidak tercapai jika terdapat ketidaksesuaian informasi atau data yang dikirim atau diterima.
- Authenticity*: Aspek ini berkaitan dengan suatu cara atau cara untuk menyatakan bahwa informasi itu benar-benar asli dan bahwa orang yang mengakses atau memberikan informasi itu adalah benar-benar orang itu.
- Availability*: Aspek ini menyangkut ketersediaan data dan informasi. Sistem komputer menyimpan berbagai macam data dan informasi yang tersedia untuk orang yang tepat.
- Access Control*: Aspek ini berkaitan dengan bagaimana akses terhadap informasi diatur. Ini biasanya memengaruhi klasifikasi data, mekanisme otentikasi, dan bahkan perlindungan data. Kontrol akses sering digunakan dalam kombinasi.

### 2.2 *Advanced Encryption Standard* (AES)

Algoritme AES merupakan metode enkripsi yang diumumkan oleh NIST (National Institute of Standards and Technology) pada tahun 2001 untuk menggantikan algoritme DES yang sudah lawas atau sangat mudah dibobol, sehingga digunakan algoritme AES sebagai standar keamanan data untuk menggantikan algoritme DES. Algoritme AES merupakan salah satu jenis block cipher dengan panjang kunci 128 bit, 192 bit, dan 256 bit [9].

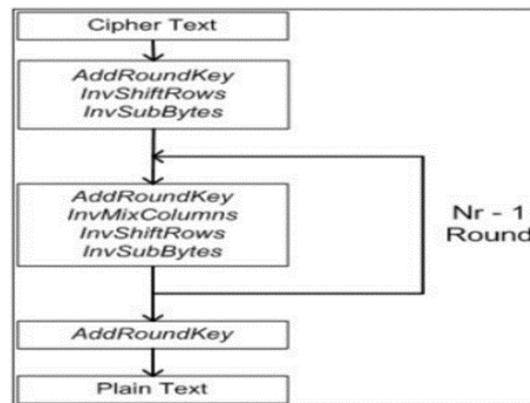
*Advanced Encryption Standard* (AES) adalah algoritme yang dapat digunakan untuk melindungi data. Algoritme AES adalah blok *ciphertext* simetris yang bisa mengenkripsi dan mendekripsi data. Enkripsi adalah proses mengubah data supaya tidak lagi dapat dibaca menjadi *ciphertext*, sedangkan dekripsi mengubah kembali data menjadi bentuk asli, yang dikenal *plaintext*[6].

Pada proses enkripsi dan dekripsi algoritme *advanced encryption standard* (AES), Ada 4 jenis transformasi *bytes*, Pada awal proses enkripsi, input yang disalin ke dalam state mengalami konversi *byte* dalam bentuk *AddRoundKey*. *Byte* konversi *SubBytes*, *ShiftRows*, *MixColumn*, dan *AddRoundKey* berulang kali dieksekusi sebanyak *Nr*. Proses ini disebut fungsi pembulatan. Tidak ada transformasi *MixColumn* di *loop* terakhir. Berikut ringkasan algoritma AES yang beroperasi pada blok 128-bit dengan kunci 128-bit (tanpa proses pembuatan kunci bulat). Proses putaran enkripsi AES-128 dilakukan sebanyak 10 kali (*Nr* =10), seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Proses Enkripsi AES-128 [9]

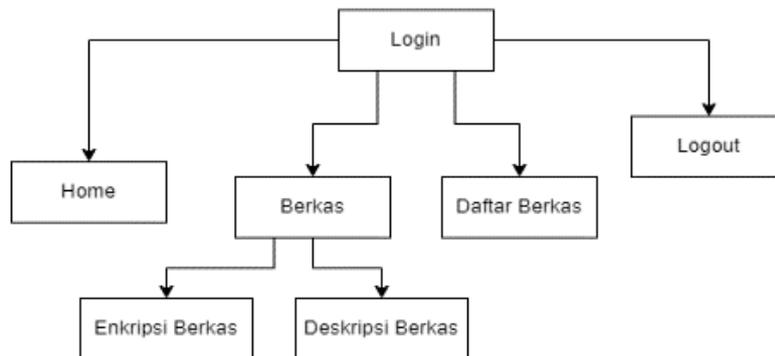
Sedangkan pada proses dekripsi algoritme AES-128 Transformasi *cipher* dapat dibalikkan dari proses enkripsi dan diimplementasikan dalam arah yang berlawanan untuk menghasilkan inverse *cipher* yang mudah dimengerti untuk algoritme AES. Transformasi *byte* yang digunakan pada *invers cipher* adalah *InvShiftrows*, *InvSubBytes*, *InvMixColumns*, dan *AddRoundKey* [1] seperti gambar 2 [9].



Gambar 2. Proses Dekripsi AES-128 [9]

### 2.3 Rancangan Menu

Aplikasi ini memiliki beberapa halaman yang akan dihasilkan, antara lain Halaman *Login*, Halaman Menu Beranda, Halaman Menu Berkas yang memiliki submenu untuk enkripsi dan dekripsi. Pada Halaman *Login*, hal yang harus dilakukan pertama kali yaitu masuk dengan mengisi *username* dan *password* terlebih dahulu sebelum masuk ke Halaman Menu Beranda. Untuk melihat gambaran dari rancangan menu bisa dilihat pada gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Rancangan Menu

## 2.4 Penerapan Metode

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *waterfall*, metode ini menjadi pedoman untuk melakukan penelitian agar hasil yang dicapai tidak menyimpang dari tujuan yang sudah ditetapkan dari penelitian terdahulu. Dalam konteks kriptografi metode *waterfall* dapat digunakan untuk merancang dan mengembangkan sistem keamanan informasi. Fase-fase yang terdapat pada metode *waterfall* dapat diadaptasi sebagai berikut [10]:

- Analisis Kebutuhan:** Pada fase atau tahap ini peneliti melakukan analisis kebutuhan terkait dengan sistem keamanan informasi yang akan dirancang. Termasuk dalam mengidentifikasi kebutuhan keamanan dan privasi yang diinginkan oleh pengguna sistem, jenis data yang akan disimpan, serta jenis ancaman keamanan yang muncul. Analisis kebutuhan ini akan menjadi dasar dalam merancang sistem keamanan informasi yang memenuhi kebutuhan pengguna.
- Perancangan:** Pada fase ini akan merancang sistem keamanan informasi berdasarkan hasil analisis kebutuhan pada fase sebelumnya. Perancangan ini memiliki teknik kriptografi yang akan digunakan, desain algoritma kriptografi, pemilihan protokol komunikasi dan pengaturan kunci enkripsi yang akan digunakan untuk menjaga kerahasiaan berkas soal ujian dan kunci jawaban.
- Implementasi:** Pada fase ini sistem keamanan informasi yang telah dirancang pada fase sebelumnya diimplementasikan dalam bentuk aplikasi atau sistem. Fase ini harus memastikan bahwa sistem keamanan informasi yang dihasilkan sesuai dengan desain yang telah dirancang pada fase sebelumnya.

## 2.5 Pengumpulan Data

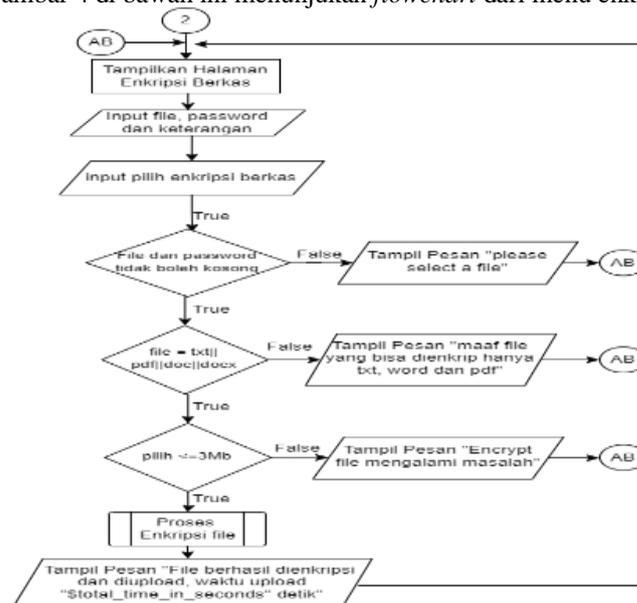
Dalam proses penelitian, penulis memerlukan informasi yang relevan dengan topik yang sedang dibahas. Untuk mencapai tujuan ini, dilakukan wawancara dan observasi guna mendapatkan informasi yang diperlukan:

- Wawancara:** Proses Wawancara dilakukan secara langsung dengan pihak Tata Usaha SMKN 1 Kota Tangerang untuk mendapatkan informasi mengenai pengamanan data dan kebutuhan fitur pada aplikasi.
- Observasi :** Melakukan observasi pada SMKN 1 Kota Tangerang agar bisa mengetahui objek penelitian yang ada disana. Hal itu bertujuan supaya mendapatkan data dan informasi yang dibutuhkan dalam penelitian.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

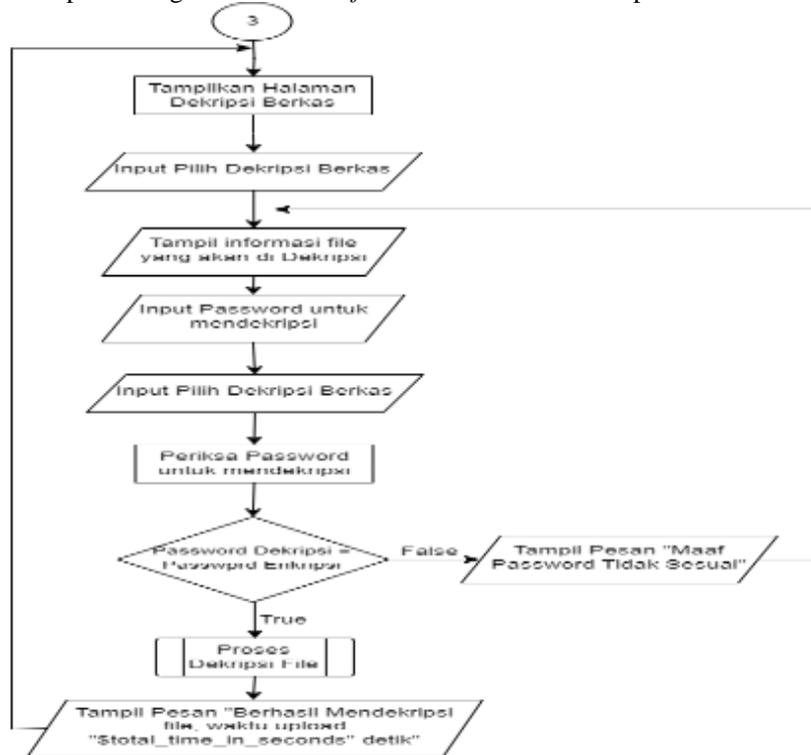
### 3.1 Flowchart

Pada tahap ini akan dijelaskan beberapa *flowchart* dari proses enkripsi dan juga proses dekripsi pada program. Di bawah ini adalah *flowchart* pada halaman menu enkripsi berkas yang menjelaskan proses enkripsi *file* pada aplikasi, dalam proses enkripsi *file* harus memasukan *file*, *password* dan keterangan, setelah itu program akan melakukan enkripsi. Gambar 4 di bawah ini menunjukkan *flowchart* dari menu enkripsi berkas.



Gambar 4. Flowchart Halaman Enkripsi

Pada *flowchart* halaman menu dekripsi berkas ini menjelaskan dari proses dekripsi *file* pada aplikasi, pada proses dekripsi *file* harus memasukan *password* yang sama pada saat melakukan enkripsi, lalu program akan melakukan proses dekripsi. Pada gambar 5 adalah *flowchart* dari menu dekripsi berkas.



Gambar 5. Flowchart Halaman Dekripsi

### 3.2 Analisis Hasil Pengujian

Analisis pengujian yang sudah dilakukan ukuran *file* yang tidak berubah setelah melakukan enkripsi dan *file* tidak terjadi *error* atau *file* utuh saat di dekripsi. Dalam pengujian waktu enkripsi dengan menggunakan 10 *file* dengan rata rata *file* pengujian 360,14 KB, rata rata waktu kecepatan enkripsi 9,006 detik, untuk penjabaran pengujian bisa dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Enkripsi

No.	Nama File	Ukuran File	Nama File Enkripsi	Ukuran File Enkripsi	Status	
					Durasi Enkripsi	Keterangan
1	soal bahasa indonesia.doc	200 KB	4994-soal-bahasa-indonesia.rda	200 KB	4.97 Detik	Berhasil
2	soal mtk peminatan.doc	838 KB	94369-soal-mtk-peminatan.rda	838 KB	20.7 Detik	Berhasil
3	soal sejarah.doc	96,5 KB	81740-soal-sejarah.rda	96,5 KB	2.42 Detik	Berhasil
4	soal seni budaya.doc	113 KB	16632-soal-seni-budaya.rda	113 KB	2.83 Detik	Berhasil
5	soal agama islam.docx	83,7 KB	93323-soal-agama-islam.rda	83.7 KB	2.07 Detik	Berhasil
6	soal bahasa inggris.docx	1.462KB	19598-soal-bahasa-inggris.rda	1.462 KB	36.65 Detik	Berhasil
7	soal mtk.docx	462 KB	34578-soal-mtk.rda	462 KB	11.73 Detik	Berhasil
8	soal penjaskes.docx	28,4 KB	58204-soal-penjaskes.rda	28,4 KB	0.73 Detik	Berhasil
9	soal ppkn.docx	69,8 KB	32687-soal-ppkn.rda	69,8 KB	1.76 Detik	Berhasil
10	soal tkj.docx	248 KB	12994-soal-tkj.rda	248 KB	6.2 Detik	Berhasil

Lalu pada analisis pengujian dekripsi *file* yang terdekripsi juga bisa kembali ke bentuk aslinya, dalam pengujian dekripsi dengan menggunakan 10 *file* dengan rata rata *file* pengujian 360,14 KB, rata rata waktu kecepatan dekripsi 8,911 detik untuk penjabaran pengujian bisa dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

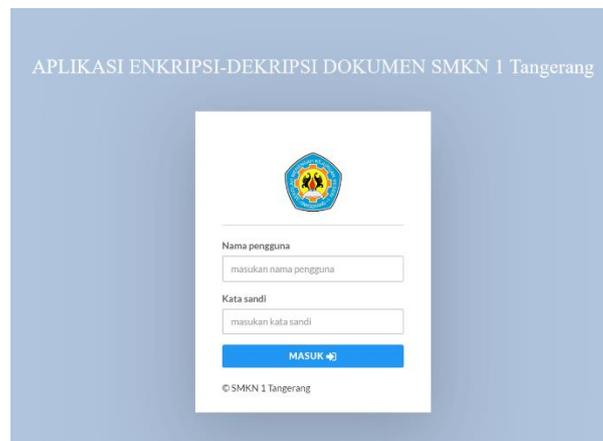
**Tabel 2.** Hasil Pengujian Dekripsi

No.	Nama File Awal	Ukuran File	Nama File Hasil Enkripsi	Ukuran File Enkripsi	Status	
					Durasi Enkripsi	Keterangan
1	4994-soal-bahasa-indonesia.rda	200 KB	49017-soal-bahasa-indonesia.doc	200 KB	5.02 Detik	Berhasil
2	94369-soal-mtk-peminatan.rda	838 KB	37433-soal-mtk-peminatan.doc	838 KB	20.6 Detik	Berhasil
3	81740-soal sejarah.rda	96,5 KB	27269-soal-sejarah.doc	96,5 KB	2.43 Detik	Berhasil
4	16632-soal-seni-budaya.rda	113 KB	39530-soal-seni-budaya.doc	113 KB	2.82 Detik	Berhasil
5	93323-soal-agama-islam.rda	83,7 KB	7649-soal-agama-islam.docx	83.7 KB	2.1 Detik	Berhasil
6	19598-soal-bahasa-inggris.rda	1.46 KB	31354-soal-bahasa-inggris.docx	1.462 KB	35.97 Detik	Berhasil
7	34578-soal-mtk.rda	462 KB	17499-soal-mtk.docx	462 KB	11.45 Detik	Berhasil
8	58204-soal penjaskes.rda	28,4 KB	30829-soal-penjaskes.docx	28,4 KB	0.76 Detik	Berhasil
9	32687-soal-ppkn.rda	69,8 KB	94088-soal-ppkn.docx	69,8 KB	1.81 Detik	Berhasil
10	12994-soal-tkj.rda	248 KB	21728-soal-tkj.docx	248 KB	6.15 Detik	Berhasil

Hasil dari keseluruhan pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa proses enkripsi dan dekripsi 100% berhasil tanpa terjadi *error* pada *file*. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi yang dibuat dapat digunakan untuk mengamankan *file* soal ujian dan kunci jawaban SMKN 1 Kota Tangerang.

### 3.3 Tampilan Layar

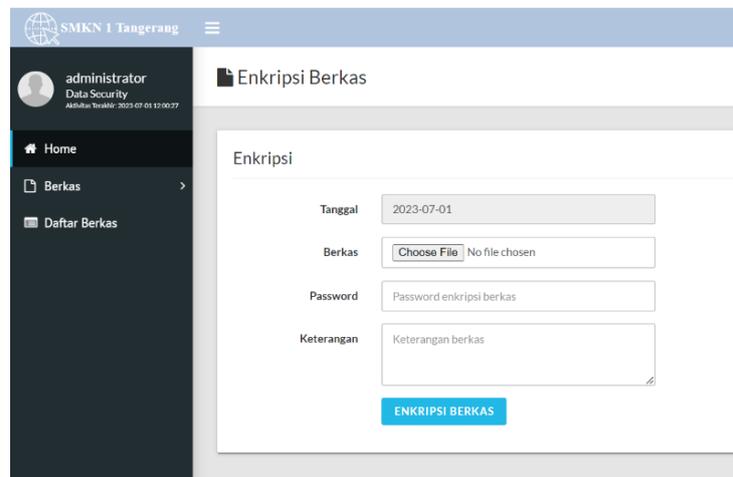
Pada tampilan layar ini akan memaparkan beberapa tampilan layar dari aplikasi yang telah dirancang sebelumnya. Pada gambar 6 di bawah ini menunjukkan tampilan layar dari halaman *login*, pengguna harus memasukan *username* dan *password* yang sesuai.


**Gambar 6.** Tampilan Layar Halaman *Login*

Pada tampilan layar halaman *dashboard* ini pengguna dapat mengakses beberapa menu didalam aplikasi ini seperti Berkas dan Daftar berkas. Jika pengguna memilih menu berkas maka akan ada sub menu dari berkas yaitu Enkripsi berkas dan Dekripsi berkas. Gambar 7 di bawah menunjukkan tampilan dari halaman *dashboard*.

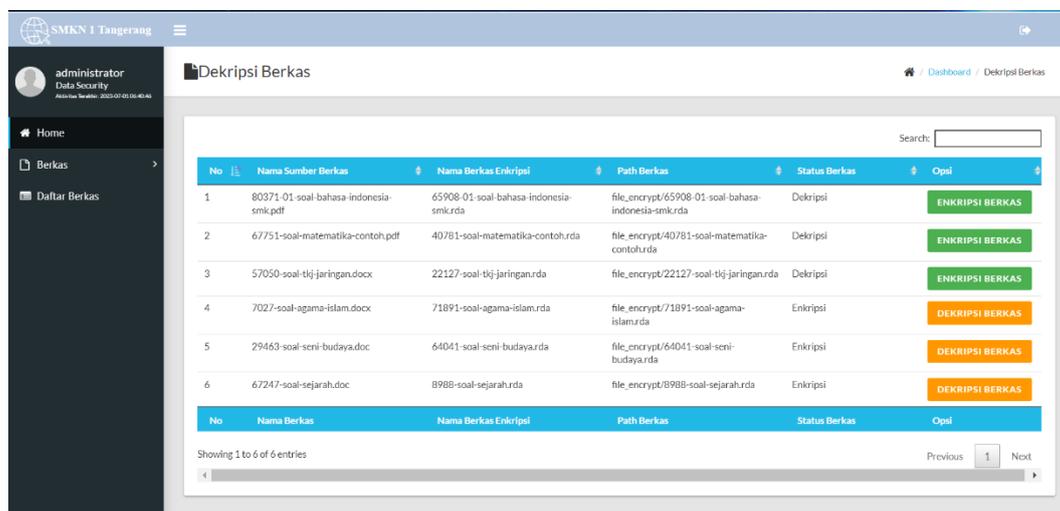

**Gambar 7.** Tampilan Layar Halaman *Dashboard*

Pada tampilan halaman enkripsi ini terdapat beberapa *form* mulai dari, *form* tanggal dimana pada *form* tanggal ini akan otomatis mengikuti tanggal akses halaman ini, *form* upload *file* ini adalah *form* untuk mengupload *file* dan memilih *file* yang akan di enkripsi, lalu ada *form* *password* dimana *password* dibutuhkan untuk enkripsi karena *password* adalah (*Key*) yang digunakan mengenkripsi dan yang terakhir adalah keterangan untuk catatan *file*. Gambar 8 di bawah ini adalah gambar tampilan pada halaman enkripsi.



Gambar 8. Tampilan Layar Halaman Enkripsi

Tampilan halaman dekripsi ini menunjukkan Tabel dari *file-file* yang sudah di enkripsi, lalu pilih *file* yang akan di dekripsi di halaman dekripsi ini lalu akan masuk ke proses selanjutnya. Gambar 9 di bawah ini adalah tampilan dari halaman dekripsi.



No	Nama Sumber Berkas	Nama Berkas Enkripsi	Path Berkas	Status Berkas	Opisi
1	80371-01-soal-bahasa-indonesia-smkn.pdf	65908-01-soal-bahasa-indonesia-smkn.rda	file_encrypt/65908-01-soal-bahasa-indonesia-smkn.rda	Dekripsi	ENKRIPSI BERKAS
2	67751-soal-matematika-contoh.pdf	40781-soal-matematika-contoh.rda	file_encrypt/40781-soal-matematika-contoh.rda	Dekripsi	ENKRIPSI BERKAS
3	57050-soal-tij-jaringan.docx	22127-soal-tij-jaringan.rda	file_encrypt/22127-soal-tij-jaringan.rda	Dekripsi	ENKRIPSI BERKAS
4	7027-soal-agama-islam.docx	71891-soal-agama-islam.rda	file_encrypt/71891-soal-agama-islam.rda	Enkripsi	DEKRIPSI BERKAS
5	29463-soal-seni-budaya.doc	64041-soal-seni-budaya.rda	file_encrypt/64041-soal-seni-budaya.rda	Enkripsi	DEKRIPSI BERKAS
6	67247-soal-sejarah.doc	8988-soal-sejarah.rda	file_encrypt/8988-soal-sejarah.rda	Enkripsi	DEKRIPSI BERKAS

Gambar 9. Tampilan Layar Halaman Dekripsi

#### 4. KESIMPULAN

Setelah melakukan serangkaian pengujian pada aplikasi yang telah dibangun, maka dapat disimpulkan bahwa algoritma AES-128 berhasil diimplementasikan kedalam aplikasi yang dibangun dengan tingkat keberhasilan dari proses enkripsi dan dekripsi yaitu 100%, dengan rata rata *file* pengujian 360,14 KB, rata rata waktu kecepatan enkripsi 9,006 detik dan rata rata waktu kecepatan dekripsi 8,911 detik. Proses enkripsi pada aplikasi yang dibuat telah dilengkapi kunci (*Key*), sehingga proses dekripsi hanya bisa dilakukan oleh pengguna yang mengetahui kuncinya. Oleh karena itu, berkas soal ujian dan kunci jawaban SMKN 1 Kota Tangerang dapat diamankan dengan baik. Namun aplikasi yang dibuat hanya bisa mengenkripsi file dengan ukuran maksimal 3mb, sehingga aplikasi tidak bisa memproses file yang lebih besar. Dari kekurangan tersebut, diharapkan pada penelitian selanjutnya aplikasi dapat mengenkripsi file dengan ukuran lebih dari 3mb untuk bisa memproses file yang lebih besar. Pada penelitian selanjutnya diharapkan juga untuk dapat menghitung kecepatan enkripsi dan dekripsi secara konsisten.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. A. Wibowo, N. B. Nugroho, and B. Andika, “Penerapan Algoritma AES 128 Bit Untuk Keamanan Data Peminjaman Senjata Api Pada DENPOM I/5 Medan,” *J. Cyber Tech*, vol. 10, no. 10, 2022.
- [2] A. Putra, R. Tarigan, P. S. Ramadhan, and K. Ibutama, “Penerapan Kriptografi Untuk Pengamanan Data Penjualan Sepatu Dengan Metode AES ( Advanced Encryption Standard ),” *J. CYBER TECH STMIK TRIGUNA DHARMA*, vol. 5, no. April, pp. 26–35, 2023.
- [3] H. Linda, S. H. Sitorus, and U. Ristian, “Penerapan Algoritma Advanced Encryption Standard (AES)-128 Bit Pada Keamanan Database Aplikasi Kepelanggan (Studi Kasus: Perumda Air Minum Tirta Khatulistiwa),” *J. Komput. dan Apl.*, vol. 11, no. 01, pp. 275–290, 2023, doi: 10.1201/9781439894699-15.
- [4] R. D. Ardiya and W. Pramusinto, “Implementasi Algoritma Aes-128 Untuk Pengamanan Database Pada Sma Islamic Centre,” *Pros. Semin. Nas. Mhs. Fak. Teknol. Inf.*, no. September, pp. 93–102, 2022.
- [5] I. Putri and N. Juliasari, “Implementasi Kriptografi File Ujian Siswa Dengan Metode Rsa Berbasis Website Di SMAN 84 Jakarta,” *Pros. Semin. Nas.*, no. September, pp. 130–139, 2022, [Online]. Available: <http://senafiti.budiluhur.ac.id/index.php/senafiti/article/view/135>.
- [6] Y. P. Putra, T. Mufizar, and E. Alfiyani, “Implementasi Super Enkripsi Aes Dan Rsa Pada Pengamanan Data Rekam Medis Pasien,” *J. VOI (Voice)*, no. 272, pp. 37–46, 2022.
- [7] N. Cristy and F. Riandari, “Implementasi Metode Advanced Encryption Standard (AES 128 Bit) Untuk Mengamankan Data Keuangan,” *JIKOMSI [Jurnal Ilmu Komput. dan Sist. Informasi]*, vol. 4, no. 2, pp. 75–85, 2021.
- [8] B. E. Widodo and A. S. Purnomo, “Implementasi Advanced Encryption Standard Pada Enkripsi Dan the Implementation of Advanced Encryption Standard on the Encryption and Decryption of the Confidential Documents At,” *J. Tek. Inform.*, vol. 1, no. 2, pp. 69–77, 2020.
- [9] D. Widyawan and I. Imelda, “Pengamanan File Menggunakan Kriptografi Dengan Metode Aes-128 Berbasis Web di Komite Nasional Keselamatan Transportasi,” *Skatika*, vol. 4, no. 1, pp. 15–22, 2021, doi: 10.36080/skatika.v4i1.2216.
- [10] R. Putri, R. Widya, and Y. Yusman, “Prototype Sistem Informasi Bimbingan Dan Konseling Menggunakan Figma,” *jimik*, vol. 4, no. 2, pp. 540-551, May 2023.