

PENERAPAN *ADVANCED ENCRYPTION STANDARD 128* DAN *RIVEST CODE 4* PADA SMK BAKTI IDHATA

Alif Lathiif^{1*}, Alexander Jp Sibarani²

^{1,2}Fakultas Teknologi Informasi, Teknik Informatika, Universitas Budi Luhur, Jakarta, Indonesia

Email: ^{1*}aliflathiif41@gmail.com, ²alexander.sibarani@budiluhur.ac.id

(* : corresponding author)

Abstrak-SMK Bakti Idhata merupakan sekolah swasta berbasis teknologi yang berlokasi di daerah Jakarta Selatan. Proses administrasi yang berjalan pada SMK Bakti Idhata saat ini masih banyak dikerjakan secara manual. Pendataan data-data nilai siswa masih dilakukan secara manual dengan cara nilai dicatatkan pada sebuah kertas, lalu hasil data tersebut dimasukkan ke dalam *software* pengolah data seperti *Microsoft word* dan *Microsoft excel*. Selanjutnya pada setiap pertengahan tahun dan akhir tahun data dari masing-masing guru mata pelajaran tersebut akan diberikan kepada wali kelas. Proses pengumpulan data nilai yang terjadi saat ini belum efisien karena data nilai tersebut dapat rusak, hilang, ataupun terhapus pada saat proses pengolahan nilai. Mengingat data nilai merupakan data yang sangat penting, maka diperlukan teknik pengamanan untuk menjaga keamanan data-data siswa tersebut. Kriptografi merupakan sebuah teknik untuk mengenkripsi data, dimana *Advanced Encryption Standard* (AES) dan *Rivest Code 4* (RC4) merupakan teknik kriptografi modern yang dapat diimplementasikan untuk mengamankan data siswa pada SMK Bakti Idhata. Berdasarkan hal tersebut, maka dikembangkan aplikasi untuk mengelola data-data nilai siswa dengan menerapkan teknik keamanan dengan metode *Advanced Encryption Standard* (AES) dan *Rivest Code 4* (RC4). Dari hasil pengujian terhadap aplikasi dengan metode *black box*, semua fungsionalitas aplikasi berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Selain itu diperoleh kesimpulan bahwa waktu yang dibutuhkan selama proses enkripsi dan dekripsi pada file dipengaruhi oleh ukuran file. Semakin besar ukuran file, maka proses enkripsi atau dekripsi membutuhkan waktu yang lebih lama.

Kata Kunci: kriptografi, *advanced encryption standard*, *rivest code 4*

IMPLEMENTATION OF *ADVANCED ENCRYPTION STANDARD 128* AND *RIVEST CODE 4* ON SMK BAKTI IDHATA

Abstract SMK Bakti Idhata is a technology-based high school located in the South Jakarta area. The administrative process that runs at SMK Bakti Idhata is still mostly done manually. Data collection on student grades is still done manually by means of the grades being recorded on a paper, then the results of the data are entered into data processing software such as *Microsoft word* and *Microsoft excel*. Furthermore, at the middle of each year and the end of the year data from each subject teacher will be given to the homeroom teacher. The current value data collection process is not efficient because the value data can be damaged, lost, or deleted during the value processing process. Given the value data is very important data, it is necessary to use security techniques to maintain the security of student data. Cryptography is a technique for encrypting data, where *Advanced Encryption Standard* (AES) and *Rivest Code 4* (RC4) are modern cryptographic techniques that can be implemented to secure student data at SMK Bakti Idhata. Based on this, an application was developed to manage student score data by applying security techniques using the *Advanced Encryption Standard* (AES) and *Rivest Code 4* (RC4) methods. From the results of testing the application with *black box* testing, all application functionality runs as expected. In addition, it can be concluded that the time required during the encryption and decryption process on files is influenced by file size. The larger the file size, the encryption or decryption process takes longer.

Keywords: cryptography, *advanced encryption standard*, *rivest code 4*

1. PENDAHULUAN

SMK Bakti Idhata merupakan sebuah sekolah swasta yang berlokasi di daerah Jakarta Selatan. SMK Bakti Idhata berdiri pada tahun 2008 dimana sekolah ini merupakan sekolah berbasis teknologi yang mempunyai program keahlian seperti Multimedia (MM), Teknik Komputer Jaringan (TKJ) dan Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) serta terakreditasi A. Pada saat ini, SMK Bakti Idhata mempunyai kurang lebih 200 siswa dan siswi. Pada saat ini proses pendataan pada SMK Bakti Idhata belum melalui aplikasi, sehingga pendataan masih dilakukan secara manual. Salah satu contohnya adalah pengelolaan data nilai. Pendataan data nilai saat ini dilakukan dengan cara nilai dicatatkan pada sebuah kertas, lalu hasil data tersebut akan dimasukkan ke dalam *software* pengolah data seperti *Microsoft word* dan *Microsoft excel*. Pada setiap pertengahan dan akhir tahun, data dari masing-masing guru mata pelajaran tersebut akan diberikan kepada wali kelas untuk dituliskan ke dalam raport siswa. Hal ini yang

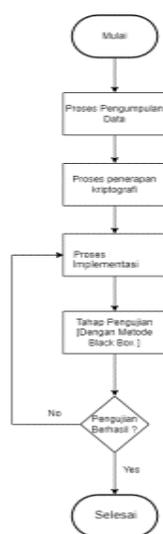
membuat proses pengumpulan data nilai belum efisien karena data nilai tersebut dapat rusak, hilang, ataupun terhapus di tengah jalan mengingat data nilai merupakan data yang penting. Terdapat juga permasalahan lainnya yaitu terdapat beberapa file penting pada sekolah tersebut, ada beberapa jenis file yang dianggap perlu diamankan seperti file soal, dan file internal dari pihak sekolah. Diperlukan teknik untuk mengamankan data-data penting agar akses terhadap data tersebut dibatasi hanya kepada pihak yang berkepentingan.

Tujuan penelitian ini adalah mengamankan data dan file pada SMK Bakti Idhata dengan menerapkan fungsi algoritma AES-CTR-128 dan RC4 sehingga memudahkan pengelolaan data serta membantu untuk mengamankan file, data akademik maupun data pribadi dari siswa, guru dan karyawan SMK Bakti Idhata.

2. METODE PENELITIAN

Kriptografi bisa didefinisikan sebagai seni maupun ilmu yang menciptakan pesan yang rahasia, suatu pesan asli yang disebut sebagai *plaintext* yang dirahasiakan menjadi pesan yang tersembunyi yang disebut sebagai *ciphertext*, melalui proses enkripsi serta dipulihkan kembali menjadi *plaintext* melalui proses dekripsi [1]. Kriptografi terbagi menjadi dua jenis yaitu kriptografi simetris dan asimetris, dimana algoritma enkripsi simetris hanya memerlukan satu buah kunci pribadi atau *private key* untuk mengenkripsi dan mendekripsi sebuah file atau data, sedangkan algoritma enkripsi asimetris bekerja dengan menggunakan dua buah kunci yang berbeda [2]. Metode –metode yang diterapkan pada penelitian ini yaitu *Advanced Encryption Standard mode counter* dengan kunci berukuran 128 yang telah diterapkan untuk dilakukan penelitian seperti pada aplikasi pengelola SMS android [3], lalu penelitian mengenai *A Survey on Cryptography Algorithms* [4], Pengamanan data gaji karyawan [5], pada penelitian studi terkait *ECG biomedical signal* [6], dan pengamanan file [7]. Selanjutnya metode *Rivest Code 4* telah diterapkan untuk mengamankan data sekolah [8], pengamanan data klien [9], digunakan untuk mengenkripsi gaji karyawan [10], dan pengamanan data berbasis desktop di sekolah [11] untuk pengamanan data. AES merupakan algoritma kriptografi yang memiliki panjang kunci yang berukuran 128 bit, 192 bit atau 256 bit, proses enkripsi dan dekripsi AES bekerja dengan proses *SubBytes*, *ShiftRows*, *MixColumn* dan *AddRoundKey* [7]. Kriptografi blok *cipher* bekerja dengan cara mengelompokkan data menjadi beberapa blok, tetapi blok *cipher* memungkinkan adanya perulangan beberapa bit dari kunci rahasia yang sama. Mode operasi *counter* bekerja dengan cara menambahkan sebuah *counter* dan number only use once atau *NONCE* dimana *counter* akan bertambah setiap round. *NONCE* dan *counter* akan digabungkan lalu diproses dengan Kriptografi AES setelah itu hasilnya akan dilakukan XOR dengan *plaintext* untuk menghasilkan *ciphertext* [6]. Kriptografi *Rivest Code 4* (RC4) merupakan algoritma kriptografi stream *cipher* algoritma RC4 terdiri dari dua buah *S-Box*, yaitu array 256 yang berisi permutasi bilangan 0 sampai 255, dan array yang kedua merupakan hasil perulangan dari *secret key*, dan akan diproses *ke dalam* proses permutasian untuk *S-Box* dan pembangkitan *random key* dimana hasil dari proses tersebut akan di xor dengan *plaintext* atau teks asli [9].

Proses metode penelitian dimulai dengan proses pengumpulan data sampai proses implementasi dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode Penelitian

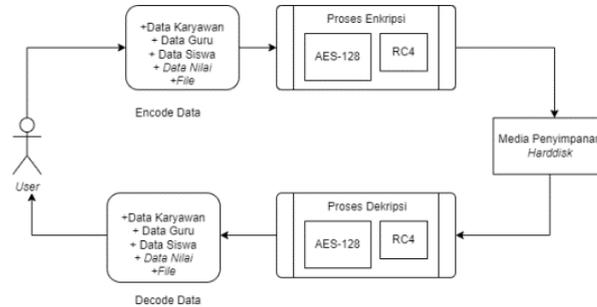
2.1 Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan dengan dua tahapan yaitu proses wawancara dan melakukan observasi

- a. Proses wawancara dengan pihak yang bersangkutan untuk menanyakan permasalahan dan kebutuhan.

- b. Setelah dilakukan wawancara maka dilakukan observasi terkait permasalahan tersebut untuk mendapatkan data-data yang diperlukan untuk proses penelitian.

2.2 Proses Penerapan Kriptografi



Gambar 2. Proses Enkripsi Dan Dekripsi Data Dan File

Gambar 2 proses enkripsi dan dekripsi data dan file, menjelaskan mengenai proses enkripsi dan dekripsi dimana data dari user akan diproses ke dalam proses AES 128 dengan mode counter akan dibuat sebuah *nonce* dan *counter* akan diolah ke dalam proses *SubBytes* yaitu proses substitusi dari blok *plaintext* dengan *key*, *ShiftRows* proses pergeseran dari blok, *MixColumn* merupakan proses pengacakan pada setiap kolom dan *AddRoundKey* merupakan proses xor antara blok state saat ini dengan *key* hasil dari *key expansion*, hasil dari *cipher counter* tersebut akan di xor kan dengan *plaintext* sehingga menghasilkan *ciphertext*. Proses berikutnya adalah proses RC4 dimana akan dilakukan inisialisasi S-Box dan *secret key*, selanjutnya akan dilakukan proses permutasian tabel S-Box dan pembangkitan *random key* dan hasilnya akan di xor kan dengan *ciphertext* hasil dari proses sebelumnya, dan *ciphertext* ini akan disimpan ke dalam *database*. Pada proses dekripsi data yang terdapat pada *database* akan diproses kembali ke dalam fungsi RC4 dengan proses yang sama yaitu proses inisialisasi S-Box dan *secret key*, dilanjutkan proses permutasian untuk S-Box dan pembangkitan *random key* dimana hasil dari proses tersebut akan di xor dengan *ciphertext*. Lalu dilanjutkan proses AES 128 mode *counter* dengan inisialisasi *nonce* dan *counter* selanjutnya akan diproses ke dalam proses *SubBytes*, *ShiftRows*, *MixColumn* dan *AddRoundKey*, dan hasilnya akan di xor dengan *ciphertext* hasil dari RC4 selanjutnya hasilnya akan ditampilkan kepada user. Dari permasalahan yang sudah dijelaskan, diperlukan sebuah aplikasi yang berguna untuk menjaga suatu kerahasiaan data dan file. Aplikasi yang dibuat nantinya akan dapat merubah data asli menjadi data yang tidak bisa dibaca, sehingga kerahasiaan file dan data terjaga. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar diatas.

2.3 Implementasi

Pada tahap implementasi, hasil dari perancangan diimplementasikan ke dalam bahasa pemrograman, dan sistem *database* tertentu. Aplikasi ini menggunakan teknologi sebagai berikut :

- Bahasa Pemrograman PHP dengan menggunakan *Framework Codeigniter 4.x*
- Sistem *database* menggunakan MYSQL
- Perangkat komputer yang berspesifikasi Intel Core i5, ram 12 GB, dan *harddisk* 500 GB

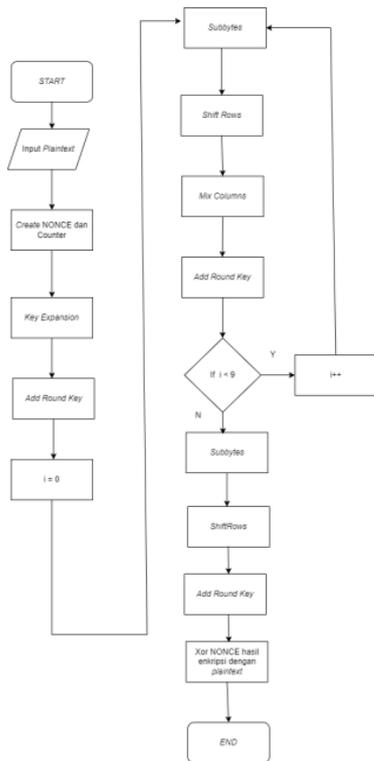
2.4 Rancangan Pengujian

Rancangan pengujian bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat dapat bekerja sesuai dengan hasil analisis dan sesuai harapan, maka dari itu dilakukan pengujian menggunakan metode *black box* karena *black box testing* bertujuan untuk mengetahui hasil pengujian dari sisi fungsi kerjanya dan juga hasil outputnya.

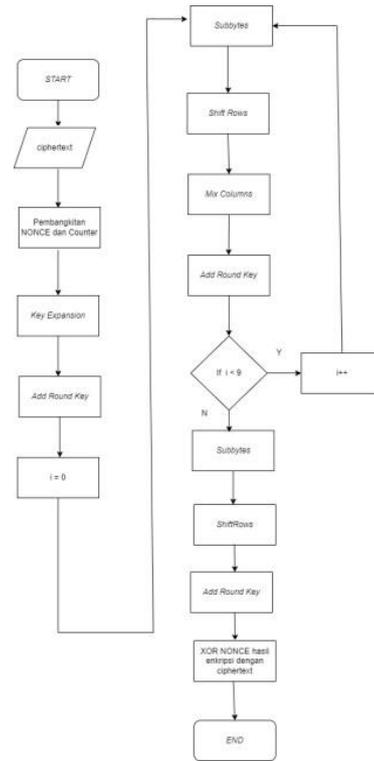
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Flowchart AES-CTR-128

Gambar 4 dan Gambar 5 merupakan flowchart yang menjelaskan bagaimana proses enkripsi dan dekripsi pada kriptografi AES-CTR dimulai dari pembuatan *NONCE* dan *counter* hingga menghasilkan sebuah *ciphertext*, dan sebaliknya hingga menghasilkan sebuah *plaintext*.



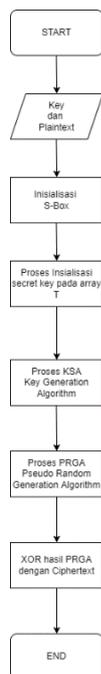
Gambar 4. Flowchart Enkripsi AES-CTR-128



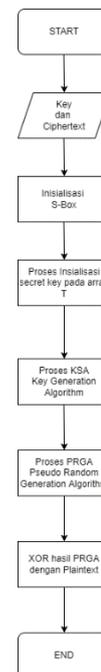
Gambar 5. Flowchart Dekripsi AES-CTR-128

3.2 Flowchart RC4

Gambar 6 dan Gambar 7 merupakan flowchart yang menjelaskan bagaimana proses enkripsi pada kriptografi RC4 dimulai dari pembuatan input *plaintext* sampai akhirnya menghasilkan sebuah *ciphertext*. Proses enkripsi pada kriptografi RC4 dimulai dari input *ciphertext* sampai akhirnya menghasilkan sebuah *plaintext* kembali.



Gambar 6. Flowchart Enkripsi RC4



Gambar 7. Flowchart Dekripsi RC4

3.3 Pengujian

Pengujian waktu enkripsi dan dekripsi.

a. Data Karyawan

Tabel 1 data karyawan, merupakan hasil pengujian dari proses enkripsi dan dekripsi pada data karyawan, dimana terdapat teks asli hasil enkripsi dan juga terdapat waktu dari proses enkripsi dan dekripsi. Pada pengujian ini diambil satu buah *field* dari setiap record untuk dilampirkan hasil pengujian.

Tabel 1. Data Karyawan

Teks Asli	Hasil Enkripsi	Waktu	
		Enkripsi	Dekripsi
jamallkkoir@gmail.com	Z/XtVvUXLPq3oRqaDOfPRCQopOJN5tp5MYj6QuBF	0.19 Detik	0.03 Detik
khairilemail@gmail.com	ArmlLzwN1WzpXmOIONIZbus eWf76UCZL4K6wGVpu	0.30 Detik	0.01 Detik

b. Data Guru

Tabel 2 data guru, merupakan hasil pengujian dari proses enkripsi dan dekripsi pada data guru, dimana terdapat teks asli hasil enkripsi dan juga terdapat waktu dari proses enkripsi dan dekripsi. Pada pengujian ini diambil satu buah *field* dari setiap record untuk dilampirkan hasil pengujian.

Tabel 2. Data Guru

Teks Asli	Hasil Enkripsi	Waktu	
		Enkripsi	Dekripsi
tugas2012@gmail.com	SUQds/HGZQisgf5Pqp4KYI/X2w519IYZfhKj	0.14 Detik	0.02 Detik
bang_idi@yahoo.co.id	VdiDfR7oA9fXWxt/84GhDmQFTQRZJWfdTKuATw==	0.18 Detik	0.01 Detik
tamam.solin1@gmail.com	QUs6qizxcEjnXrrM5jfWJLtiH8NZDw+LL6ucUv94	0.14 Detik	0.01 Detik
eviwid70@gmail.com	BK4Fx/J3gqKn1btYRteOUoUqNO5JiZ7EdGk=	0.17 Detik	0.01 Detik
sukardialfarezel180612@gmail.com	WHUAqW5/Uu2kYc1Wp8zG4fQKLxgGOTiq1wLNNW5V3H8F58/Mg5	0.16 Detik	0.01 Detik

c. Data Siswa

Tabel 3 data siswa, merupakan hasil pengujian dari proses enkripsi dan dekripsi pada data siswa, dimana terdapat teks asli hasil enkripsi dan juga terdapat waktu dari proses enkripsi dan dekripsi. Pada pengujian ini diambil satu buah *field* dari setiap record untuk dilampirkan hasil pengujian.

Tabel 3. Data Siswa

Teks Asli	Hasil Enkripsi	Waktu	
		Enkripsi	Dekripsi
Gunawaneric45@gmail.com	FekAH4EYv0jVLI5Y9jYCYNvWWTWTvmHfDTx87Nv97w==	0.18 Detik	0.03 Detik
dimdim86@gmail.com	C2/5+2LBJDu0zpGb4g//ZBeDZB4PzENys5CL	0.20 Detik	0.02 Detik
dypurnomopertama@gmail.com	WjJrIRykOmuGhpmrrh/TTYZ2ZkHHStmZCP7djW2XPjGRKA==	0.13 Detik	0.02 Detik
khalisafadliyah@gmail.com	m9ozlyq9AptHWxQgIVV AuXh40N5bRnw4iI0snJcnzbMv	0.14 Detik	0.04 Detik
choirul14empatbelas@gmail.com	ILyRgzFyT59f+NPsmPbzR7aS6UXKqju8euCLOGNadM5XXYeatA	0.31 Detik	0.03 Detik

d. Data Nilai

Tabel 4 data nilai, merupakan hasil pengujian dari proses enkripsi dan dekripsi pada data nilai, dimana terdapat teks asli hasil enkripsi dan juga terdapat waktu dari proses enkripsi dan dekripsi. Pada pengujian ini diambil satu buah *field* dari setiap record untuk dilampirkan hasil pengujian.

Tabel 4. Data Nilai

Mata Pelajaran	Data Nilai				Data Nilai Hasil Enkripsi				Waktu	
	1	2	3	4	1	2	3	4	Enkripsi	Dekripsi
Pendidikan Agama dan Budi Pekerti	80	92	83	70	i2RnWq 2tWYm oeg==	zqm//9O3 3v1Pig==	uyTBUX5 ulnk5rg==	Y61 sev/ vEE2tQ g==	0.11 Detik	0.03 Detik
Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan	100	78	83	92	emoRVv qmd083 +zI=	oPsTr7qG /OwHLg= =	XjEESXA Jtcaw5w= =	10WNY hSHViL yDg==	0.14 Detik	0.03 Detik
Bahasa Indonesia	92	80	75	75	cBRtvb mKbgiD LA==	06ml4eB RqyeTtA= =	TGIUdH7 9oaF7/w= =	oVX5R ymtJZC dFA==	0.12 Detik	0.03 Detik
Matematika	73	82	78	88	/T+M07 e1AIr+y Q==	3J5/OqO wZp8fSw ==	F2lsXZhu JwaMYA ==	iO+85S Yrpsa8 wQ==	0.18 Detik	0.03 Detik
Bahasa Inggris	90	80	78	77	BxsowO kxrdedY A==	GizThym DGAXT4 A==	UR36xjtj NbTJ/A= =	XXj5Q LmFnF P+QQ= =	0.20 Detik	0.03 Detik

e. Data File

Tabel 5 data file, merupakan hasil pengujian dari proses enkripsi dan dekripsi pada data karyawan, dimana terdapat teks asli hasil enkripsi dan juga terdapat waktu dari proses enkripsi dan dekripsi. Pada pengujian ini diambil satu buah *field* dari setiap *record* untuk dilampirkan hasil pengujian.

Tabel 5. Data File

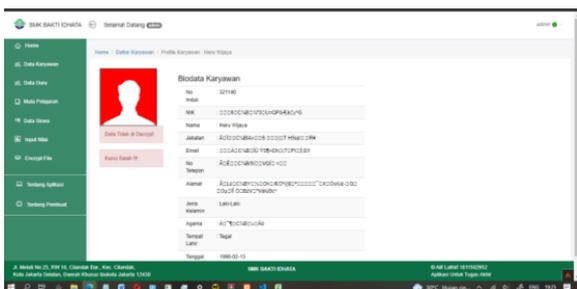
Nama File	Ukuran File			Waktu	
	Asli	Enkripsi	Dekripsi	Enkripsi	Dekripsi
Profil Pendidikan SMKS BAKTI IDHATA (15-07-2022 16_25_34).xlsx	1,659. kb	2,212 kb	1,659. kb	18.01 Detik	18.04 Detik
Sistem Admin TKJ Soal.docx	482. kb	643 kb	482. kb	7.58 Detik	7.62 Detik
Daftar Siswa SMK Bakti Idhata.docx	816. kb	1,088 kb	816. kb	0.37 Detik	0.31 Detik
Logo SMK Bakti Idhata.docx	28. kb	43 kb	28. kb	0.33 Detik	0.27 Detik
daftar-guru-SMKS BAKTI IDHATA-2022-06-17 11 21 52 (1) (1).xlsx	13. kb	21 kb	13. kb	0.17 Detik	0.13 Detik

3.4 Tampilan Layar

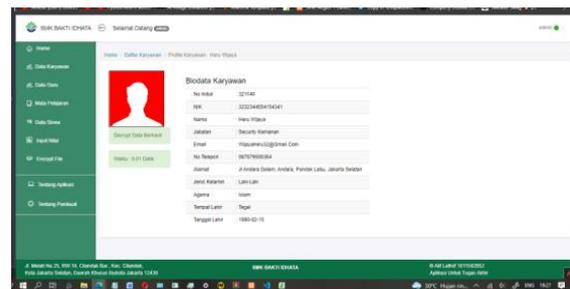
Berikut dijelaskan tampilan layar pada aplikasi enkripsi dan dekripsi yang dikembangkan.

a. Enkripsi Dan Dekripsi Data Karyawan

Tampilan layar enkripsi dan dekripsi data karyawan ditampilkan pada gambar 8 dan gambar 9.



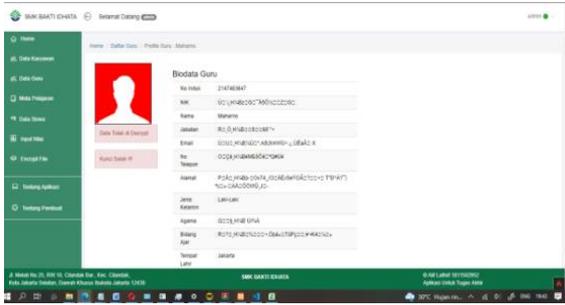
Gambar 8. Enkripsi Data Karyawan



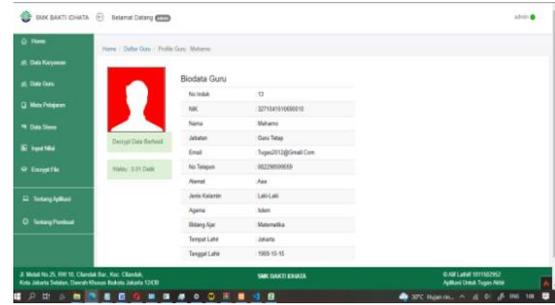
Gambar 9. Dekripsi Data Karyawan

b. Enkripsi Dan Dekripsi Data Guru

Tampilan layar enkripsi dan dekripsi data guru ditunjukkan pada gambar 10 dan gambar 11.



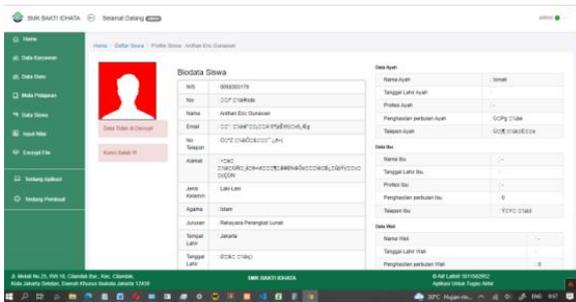
Gambar 10. Enkripsi Data Guru



Gambar 11. Dekripsi Data Guru

c. Enkripsi Dan Dekripsi Data Siswa

Gambar 12 merupakan tampilan layar enkripsi data siswa sedangkan gambar 13 dekripsi data siswa, merupakan gambar hasil dekripsi data siswa.



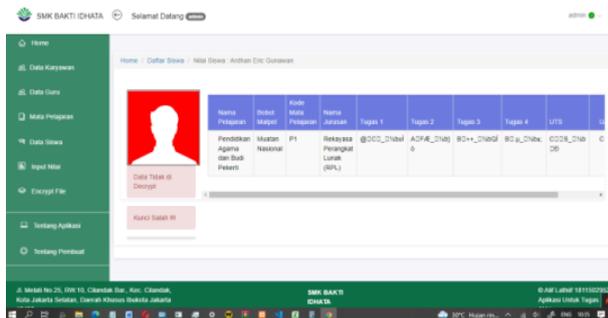
Gambar 12. Enkripsi Data Siswa



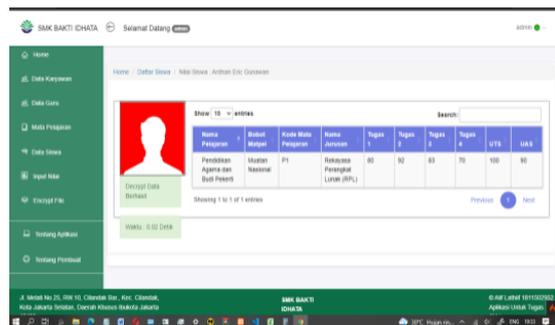
Gambar 13. Dekripsi Data Siswa

d. Enkripsi dan Dekripsi Data Nilai

Tampilan layar enkripsi dan dekripsi data nilai ditunjukkan pada gambar 14 dan gambar 15.

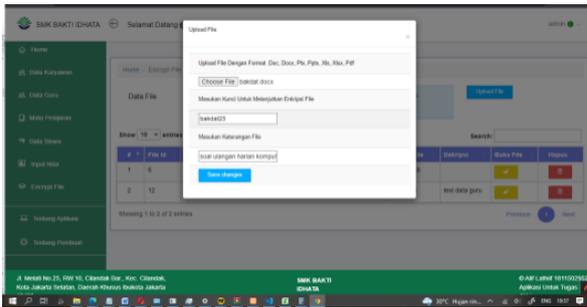


Gambar 14. Enkripsi Data Nilai

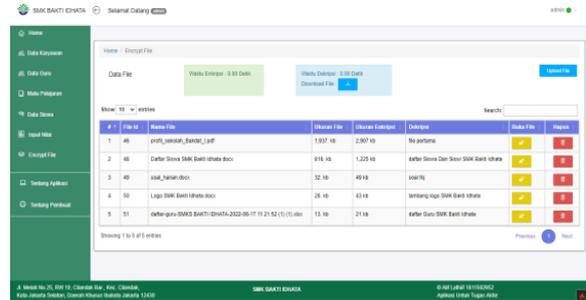


Gambar 15. Dekripsi Data Nilai

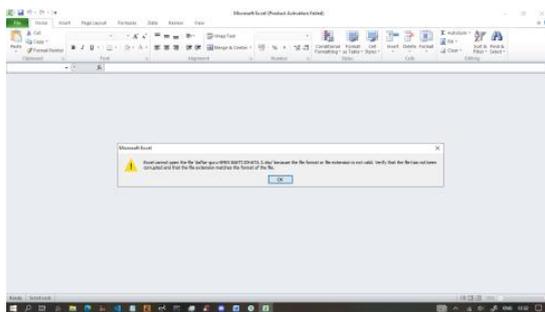
e. Gambar 16 upload file, merupakan proses upload file dari enkripsi sedangkan gambar 17 file data, merupakan gambar hasil enkripsi yang telah disimpan ke dalam database. Gambar 18 file hasil enkripsi, dan gambar 19 file hasil dekripsi, adalah file setelah hasil proses enkripsi dan dekripsi.



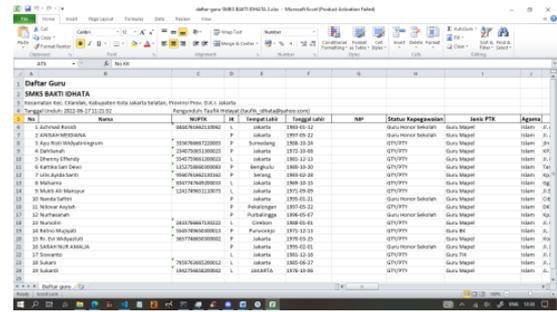
Gambar 16. Upload File



Gambar 17. File Data



Gambar 18. File Hasil Enkripsi



Gambar 19. File Hasil Dekripsi

3.5 Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian, semua fungsionalitas pada aplikasi berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Dari hasil pengujian terhadap waktu yang dibutuhkan pada proses enkripsi dan dekripsi pada file diperoleh hasil bahwa ukuran file mempengaruhi waktu proses enkripsi dan dekripsi sebuah data file.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh adalah aplikasi ini memudahkan dalam pendataan data karyawan, guru, siswa, dan nilai, sehingga data tersebut tersimpan di dalam database dengan enkripsi yang aman. Kombinasi algoritma AES dan RC4 yang diimplementasikan merupakan kombinasi pengamanan yang sangat aman sehingga data dan file rahasia tetap terjaga. Aplikasi yang dikembangkan berbasis web ini juga dapat digunakan pada berbagai macam perangkat. Hasil pengujian menunjukkan semua fungsionalitas pada aplikasi berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Dari hasil pengujian, diperoleh kesimpulan bahwa proses enkripsi dan dekripsi pada sebuah file dipengaruhi oleh ukuran file dimana semakin besar ukuran file, maka proses enkripsi dan dekripsi membutuhkan waktu yang lebih lama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Yusfrizal, "Rancang Bangun Aplikasi Kriptografi Pada Teks Menggunakan Metode Reverse Chiper Dan Rsa Berbasis Android," *J. Tek. Inform. Kaputama*, vol. 3, no. 2, pp. 29–37, 2019.
- [2] A. A. G. B. P. Ida Ayu Widyantari Arnawa, Putu Eka Widastra Hary C., "Perbandingan Waktu Enkripsi Antara Metode Electronic Codebook (Ecb) Dan Chipher Block Chaining (Cbc) Dalam Algoritma Blowfish," *J. Ilmu Komput. Indones.*, vol. 5, no. 1, pp. 50–54, 2020.
- [3] M. Sari, H. D. Purnomo, And I. Sembiring, "Review : Algoritma Kriptografi Sistem Keamanan Sms Di Android," *J. Inf. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 11–15, 2022.
- [4] O. G. Abood And S. K. Guirguis, "A Survey On Cryptography Algorithms," *Int. J. Sci. Res. Publ.*, vol. 8, no. 7, 2018.
- [5] J. Prayudha, _ S., And _ I., "Implementasi Keamanan Data Gaji Karyawan Pada Pt. Capella Medan Menggunakan Metode Advanced Encryption Standard (Aes)," *J. Saintikom (Jurnal Sains Manaj. Inform. Dan Komputer)*, vol. 18, no. 2, pp. 119-129, 2019.
- [6] M. E. Hameed, M. M. Ibrahim, N. A. Manap, And M. L. Attiah, "Comparative Study Of Several Operation Modes of Aes Algorithm For Encryption Ecg Biomedical Signal," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 9, no. 6, pp. 4850–4859, 2019.
- [7] I. Dian Widyanan, "Pengamanan File Menggunakan Kriptografi Dengan Metode Aes-128 Berbasis Web Di Komite,"

- vol. 4, no. 1, pp. 15–22, 2021.
- [8] A. Kodir And W. Pramusinto, “Implementasi Kriptografi Dengan Menggunakan Metode Rc4 Dan Base64 Untuk Mengamankan Database Sekolah Pada Sdn Grogol Utara 10”, *SKANIKA*, vol. 4, no. 1, pp. 7-14, 2021.
 - [9] I. Afrianto And N. Taliasih, “Sistem Keamanan Basis Data Klien P.T. Infokes Menggunakan Kriptografi Kombinasi Rc4 Dan Base64,” *J. Nas. Teknol. Dan Sist. Inf.*, vol. 6, no. 1, pp. 9–18, 2020.
 - [10] A. Setiawan *Et Al.*, “Keamanan Database Aplikasi Penggajian Karyawan,” vol. 4, no. 1, pp. 66–71, 2021.
 - [11] Z. Basim And P. Painem, “Implementasi Kriptografi Algoritma RC4 dan 3Des dan Steganografi Dengan Algoritma Eof Untuk Keamanan Data Berbasis Desktop Pada Smk As-Su’udiyah,” *SKANIKA*, vol. 3, no. 4, pp. 45–52, 2020.