

Pengembangan Metode Hill Cipher untuk Enkripsi dan Dekripsi pada Resep Obat guna Meningkatkan Keamanan Data

Development of Hill Cipher Method For Encryption And Decryption of Drug Prescriptions to Improve Data Security

¹Rahmad Ardhani*, ²Hermawati, ³Muhammad Misbahul Munir

¹Sistem dan Teknologi Informasi, Universitas 'Aisyiyah Surakarta

²Keperawatan, Universitas 'Aisyiyah Surakarta

³Teknologi Informasi, Universitas Amikom Yogyakarta

^{1,2}Jl. Ki Hajar Dewantara No.10, Jawa, Kec. Jebres, Kota Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia

³Jl. Ring Road Utara, Ngringin, Condongcatur, Kec. Depok, Sleman, Yogyakarta, Indonesia

*e-mail: rahmad05@aiska-university.ac.id

(received: 1 September 2024, revised: 5 September 2024, accepted: 11 September 2024)

Abstrak

Resep adalah permintaan tertulis dari dokter kepada apoteker, karena tidak semua orang dapat mengetahui dosis atau jenis obat tertentu, terutama pasien yang membutuhkan resep obat tersebut harus dirahasiakan. Kemajuan teknologi yang pesat dapat berdampak pada semua sektor, baik swasta maupun pemerintah, termasuk bidang medis. Salah satu layanan medis yang memanfaatkan IT adalah dengan mengirimkan pesan resep secara elektronik kepada apoteker sebagai tanggapan atas permintaan dokter. Banyaknya penyalahgunaan obat resep oleh orang yang tidak bertanggung jawab dan kesalahan membaca obat resep oleh apoteker dapat berakibat fatal bagi pasien, sehingga diperlukan solusi untuk mengatasi masalah tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat aplikasi resep elektronik terenkripsi menggunakan metode Hill Cipher. Metode penelitian ini umumnya dimulai dari pengumpulan data, analisis data dan pengembangan model enkripsi. Aplikasi yang dirancang dengan Hill Cipher Algorithm dikembangkan dengan kunci algoritma yang dimodifikasi menggunakan pola kodepos sebagai kunci matriksnya, hal ini bertujuan untuk mendapatkan tingkat keamanan yang maksimal. Hasil pengujian fungsionalitas sistem menggunakan metode blackbox memperoleh hasil normal untuk semua skenario pengujian sistem. Pengujian validitas memperoleh hasil yang valid. Pengujian akhir melalui pengujian kuesioner, diperoleh tingkat kelayakan sistem yang baik, yaitu rata-rata tingkat Layanan 83%, Fitur 78% dan Kinerja 81%. Secara keseluruhan, sistem ini telah memberikan skor kinerja yang baik karena akurasi sistem di atas 70%

Kata kunci: optimasi, hill cipher, enkripsi, dekripsi, resep obat

Abstract

A prescription is a written request from a doctor to a pharmacist, as not everyone can know the dosage or type of a particular drug, especially patients who need a prescription for the drug must be kept secret. Rapid technological advances can have an impact on all sectors, both private and government, including the medical field. One of the medical services that utilizes IT is to send prescription messages electronically to pharmacists in response to doctors' requests. The many misuse of prescription drugs by irresponsible people and misreading prescription drugs by pharmacists can be fatal for patients, so a solution is needed to overcome these problems. The purpose of this study is to create an encrypted electronic recipe application using the Hill Cipher method. This research method generally starts from data collection, data analysis and encryption model development. Applications designed with the Hill Cipher Algorithm are developed with modified algorithm keys using postal code patterns as the matrix keys, this aims to achieve the maximum level of security. The results of the system functionality test using the black box method

<http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>

obtained normal results for all system test scenarios. Validity testing yields valid results. The final test, through questionnaire testing, obtained a good level of system feasibility, namely an average level of Service of 83%, Features of 78% and Performance of 81%. Overall, the system has given a good performance score as the accuracy of the system is above 70%

Keywords: *optimization, hill cipher, encryption, decryption, prescription medicine*

1 Pendahuluan

Pelayanan kesehatan dalam meresepkan data obat mengacu pada proses peresepan obat kepada pasien oleh tenaga kesehatan yang berwenang, seperti dokter atau apoteker[1]. Peresepan obat merupakan bagian penting dari pelayanan kesehatan yang melibatkan berbagai tahapan dan aspek yang harus diperhatikan untuk memastikan keamanan, efektivitas, dan kualitas pengobatan[2]. Resep obat adalah permintaan tertulis dari dokter kepada apoteker yang harus dirahasiakan dari orang yang tidak berkepentingan dan digunakan oleh apoteker untuk menjamin bahwa obat tersebut dicampur ke dalam bentuk sediaan tertentu dan diberikan kepada pasien [3]-[4].

Keamanan dan kerahasiaan data dan informasi di Puskesmas menjadi salah satu tolok ukur keberhasilan pelayanan kepada masyarakat. Informasi yang harus dijaga kerahasiaannya, seperti rekam medis dan resep obat, adalah untuk mencegah penyalahgunaan data dan informasi oleh pihak yang tidak bertanggung jawab. Ditemukan dalam sebuah penelitian bahwa penulisan resep obat tradisional rentan terhadap kesalahan yang disebut kesalahan pengobatan hingga 4,3% kesalahan terjadi saat menggunakan aplikasi resep elektronik, dibandingkan dengan 11% ketika dilakukan secara manual[5]-[6].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan solusi transmisi resep obat secara online melalui aplikasi dengan tetap menjaga kerahasiaan melalui metode enkripsi. Mengenkripsi obat resep menggunakan metode enkripsi Hill adalah metode klasik yang banyak digunakan[7]. Oleh karena itu, strategi lain harus digunakan untuk meningkatkan algoritma enkripsi hill cipher[8]. Strategi inovasi peningkatan algoritma yang digunakan dalam penelitian ini adalah mengambil empat digit terakhir dari setiap kode pos dan menggunakannya sebagai matriks kunci.

Pengamanan data resep obat sangat penting, sehingga peran metode Hill Cipher dalam mengenkripsi pesan resep obat sangat berguna, sehingga dapat menyelesaikan masalah seperti keamanan data resep obat yang dikirim secara elektronik, selain meningkatkan efisiensi biaya operasional dalam biaya pencetakan blanko resep obat [9].

Ada beberapa algoritma dari kriptografi seperti algoritma DES, algoritma 3DES, algoritma IDEA, algoritma blowfish, algoritma RSA, algoritma MD4, algoritma MD5, algoritma SHA-1, algoritma McEliece dan banyak algoritma lainnya [10]. Namun, tidak semua algoritma ini dapat bertahan dari serangan penyadapan informasi [11]. Dengan menerapkan metode hill cipher adalah solusi dengan cara enkripsi yang memanfaatkan matriks sebagai kunci [12].

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul "Pengembangan Metode Hill Cipher untuk Enkripsi dan Dekripsi Resep Obat di Puskesmas Banyuanyar Surakarta" sebagai cara mengamankan data resep obat yang dikirim secara online melalui aplikasi. Selain itu, dapat mengefisiensikan biaya operasional Puskesmas dalam hal pencetakan blanko resep. Setelah penelitian ini dilakukan pada tahun berikutnya, dikembangkan dengan menambahkan tanda tangan digital oleh dokter sehingga validitas resep obat benar-benar dapat dipertanggungjawabkan [13].

Pendekatan untuk memecahkan masalah keamanan resep obat adalah dengan membuat aplikasi resep elektronik yang mengenkripsi dan mendekripsi resep obat dengan Hill Cipher Method Optimization. Aplikasi yang dirancang dengan Algoritma Hill Cipher dikembangkan dengan kunci algoritma yang dimodifikasi menggunakan pola kodepos sebagai kunci matriks, hal ini bertujuan untuk mendapatkan tingkat keamanan yang maksimal.

Pengembangan Algoritma Hill Cipher adalah yang pertama dimulai dari plaintext yaitu jenis obat dan dosis obat, yang kedua adalah matriks kunci menggunakan pola kode POS, yang ketiga diubah menjadi bentuk blok, yang keempat disusun menjadi matriks 2x2, yang kelima dikalikan antara kunci dan plaintext dan kemudian dikalikan menjadi mod 25 untuk menghasilkan ciphertext atau resep

terenkripsi [14]. Dengan perkembangan model ini, diharapkan dapat mengamankan data resep obat yang dikirim secara elektronik dari dokter ke apoteker melalui aplikasi.

2 Tinjauan Literatur

Penggunaan metode Hill Cipher telah dilakukan oleh beberapa penelitian sebelumnya namun dalam kasus yang berbeda, termasuk penelitian yang menggunakan algoritma Hill Cipher untuk melakukan kontrol rumah berbasis IoT, dalam penelitian tersebut menyimpulkan bahwa penggunaan metode Hill Cipher untuk desain keamanan rumah dapat bekerja dengan baik, kelemahan dalam penelitian tersebut adalah tidak memodifikasi algoritma. Perbedaan penelitian yang akan dilakukan adalah pada objek penelitian dan modifikasi kunci matriks dengan menggunakan empat nomor kode pos sebagai kunci [15].

Dalam sebuah penelitian yang menggunakan Hill Cipher untuk mengenkripsi dan mendekripsi gambar dengan memodifikasi padding, penelitian ini menyimpulkan bahwa algoritma Hill Cipher dapat mengenkripsi dengan cepat dan dalam waktu kurang dari satu detik, tetapi kelemahan dalam penelitian ini adalah bahwa semua tes untuk dekripsi gambar gagal. Perbedaan penelitian yang akan dilakukan terletak pada objek yang akan dienkripsi yaitu resep obat yang dimasukkan ke dalam aplikasi [16].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan keamanan pesan dialog (chat message) pada jaringan internet dengan menggunakan metode Hill Cipher. Metode yang digunakan adalah Hill Cipher. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metode Hill Cipher efektif dalam meningkatkan keamanan pesan peresepan obat melalui jaringan internet[17].

Penelitian lain yang menggunakan metode Hill Cipher yaitu mengenkripsi pesan berupa teks dan gambar, menyimpulkan bahwa dengan menggunakan algoritma Hill Cipher untuk mengenkripsi teks dan gambar memberikan hasil keacakan yang sangat signifikan, perbedaan dalam penelitian yang akan dilakukan adalah objek terenkripsi adalah resep obat yang dapat dimasukkan ke dalam sistem dan kemudian dienkripsi lalu dikirim ke apoteker yang bertanggung jawab atas apotek[18].

Kebaruan Inovasi dari penelitian yang dilakukan ini adalah pengembangan algoritma Hill Cipher dengan memodifikasi kunci algoritma menggunakan pola kodepos sebagai kunci matriks, hal ini bertujuan untuk mendapatkan tingkat keamanan yang maksimal. Penggunaan metode Hill Cipher Method untuk mengamankan data resep obat sebagai objek penelitian belum pernah dilakukan sehingga hal ini unik dalam penelitian ini[19].

3 Metode Penelitian

Metode Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan model kuantitatif yang berfokus pada eksperimen pengolahan data uji pada resep obat. Tujuannya untuk mengembangkan model enkripsi peresepan obat sehingga dapat terbentuknya suatu sistem keamanan pada peresepan data obat di Puskesmas Banyuanyar Surakarta.

A. Alat dan Bahan Penelitian

Dalam pengembangan sistem menggunakan alat Crypto++ Software, Hosting dan Web Domain. Bahan yang dibutuhkan Hard Disk Eksternal untuk pencadangan data dan kebutuhan ATK lainnya.

B. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Puskesmas Banyuanyar Surakarta, yang beralamat: Jl. Bone Utama No.38, Banyuanyar, Kecamatan Banjarsari, Kota Surakarta, Jawa Tengah 57137. Situs penelitian ini hanya contoh pengolahan data dan hasil penelitian ini dapat dikembangkan untuk seluruh puskesmas di Indonesia.

C. Data Penelitian

Penyusunan penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder untuk mendukung pelaksanaan proses penelitian yang dilakukan. Adapun hal-hal terkait data tersebut adalah sebagai berikut:

1. Sumber data

Dalam penelitian ini, data diperoleh dari hasil percobaan dan simulasi. Sumber data resep obat diperoleh dari Puskesmas Banyuanyar Surakarta[20].

2. Tipe data

Dalam penelitian ini, jenis data primer digunakan yaitu data yang diperoleh melalui wawancara langsung ke Puskesmas dan Farmasi Banyuanyar Surakarta, data tersebut berupa data resep obat yang tertulis pada formulir resep obat, dan data sekunder adalah data yang diperoleh dari studi literatur penelitian terdahulu[21].

D. Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam rangka pengumpulan data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Wawancara

Wawancara dilakukan langsung ke Puskesmas dan Apotek Banyuanyar Surakarta. Melalui kegiatan FGD dengan melibatkan Petugas Survei dan Asisten Lapangan dalam pengolahan data. Data berupa resep obat yang tertulis pada formulir resep obat, dan data sekunder adalah data yang diperoleh dari studi literatur.

2. Studi literatur dari sumber literatur sebagai dasar analisis permasalahan yang disusun dalam penelitian ini. Data yang dikumpulkan dari pemodelan sistem dan simulasi sistem nantinya akan digunakan untuk menganalisis penerapan enkripsi dan dekripsi resep obat

E. Analisis Data

Berdasarkan data yang telah diperoleh, pembahasan penelitian ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mulai
2. Studi Sastra
3. Rancang dan modelkan sistem
4. Uji desainnya
5. Melakukan pengujian
6. Analisis sistem yang telah dibangun
7. Memberikan kesimpulan.
8. Selesai

F. Pengembangan Algoritma Hill Cipher

Hill Cipher adalah algoritma klasik dan juga salah satu algoritma yang sulit dipecahkan oleh cryptist, pada dasarnya algoritma hill cipher adalah aritmatika modulo terhadap matriks[22]. Untuk menerapkan metode atau algoritma, Hill Cipher menggunakan perkalian matriks dan teknik terbalik ke matriks, sedangkan kunci yang digunakan adalah matriks $n \times n$ di mana n adalah ukuran blok [23].

Dalam mengamankan informasi resep obat, digunakan teknik enkripsi yang bertujuan untuk mengubah bentuk normal teks menjadi teks sandi sehingga tidak dapat dipahami oleh orang tanpa mendeskripsinya menggunakan kunci yang telah dibuat [24]. Pengembangan Metode Hill Cipher terjadi pada aplikasi yang akan dirancang dengan Hill Cipher Algorithm yang dikembangkan dengan memodifikasi kunci algoritma dengan menggunakan pola kodePOS sebagai kunci matriks, hal ini bertujuan untuk mendapatkan tingkat keamanan yang maksimal [25].

Tahapannya adalah pertama, mulai dari plaintext yang merupakan jenis obat dan dosis obatnya, yang kedua adalah matriks kunci menggunakan pola kode POS, yang ketiga diubah menjadi bentuk blok, yang keempat disusun menjadi matriks 2×2 , yang kelima dikalikan antara kunci dan plaintext dan kemudian dikalikan menjadi mod 25 untuk menghasilkan ciphertext atau resep yang telah dienkripsi [26].

1. Enkripsi

Untuk mengenkripsi teks biasa menggunakan Hill Cipher Methods atau algoritma dapat menggunakan formula 1:

$$C=K.P \dots\dots\dots (1)$$

Mana:

C = Ciphertext

K= Kunci

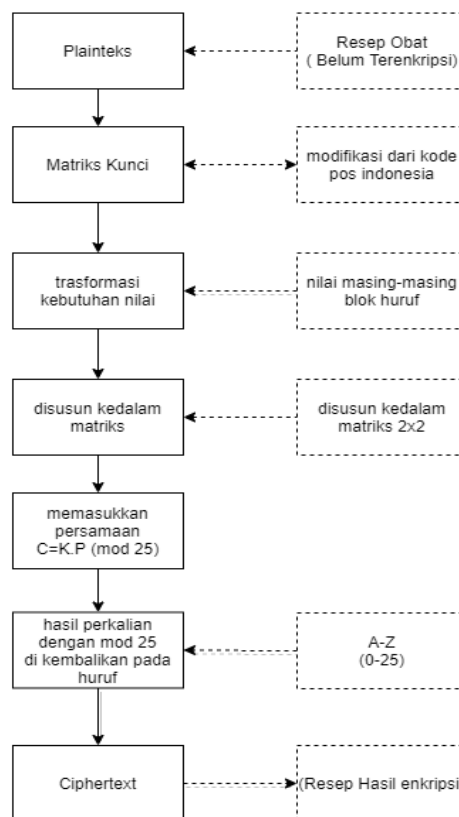
P= Teks Biasa

Untuk melakukan proses konversi huruf menjadi angka dapat dilakukan dengan tabel konversi seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Konversi nilai

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

Untuk lebih memperjelas proses enkripsi pada resep obat, lihat Gambar 1.



Gambar. 1. Proses enkripsi

Pada gambar 1 menjelaskan konsep enkripsi resep, mulai dari memasukkan plaintext, kemudian memilih kunci yang menggunakan empat digit kode pos, kemudian diubah menjadi persyaratan nilai sesuai dengan blok huruf yang telah dibuat. Langkah selanjutnya adalah mengubahnya menjadi matriks 2x2 dan mengalihkannya menggunakan persamaan $C=K * P$ dan dalam mod 25 untuk mendapatkan ciphertext [27].

2. Dekripsi

Dekripsi adalah langkah untuk mengembalikan ciphertext ke teks biasa atau mengembalikan teks sandi ke bentuk aslinya [28]. Untuk proses dekripsi gunakan formula 2.

$$P=K^{(-1)}. C \dots\dots\dots (2)$$

Dikenal:

P= Teks Biasa

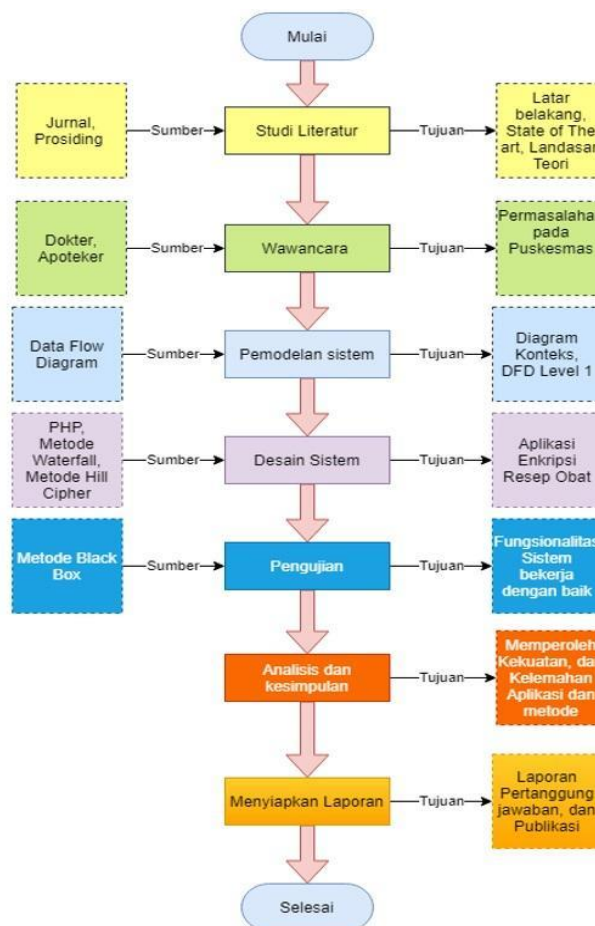
K-1=Matriks Kunci Invers

C= Teks Sandi Matriks

Algoritma Chiper telah menyediakan ruang kunci yang besar.

G. Alur Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, terdapat tujuh tahapan penting yang dilakukan, yaitu, pertama, kajian pustaka yang bersumber dari hasil penelitian seperti jurnal, prosiding, studi pustaka bertujuan untuk merumuskan latar belakang, keadaan dan landasan teoritis. Wawancara kedua pada tahap wawancara bertujuan untuk mendapatkan informasi langsung dari dokter dan apoteker di Puskesmas Banyuanyar Surakarta, yang ketiga adalah pemodelan sistem, pada tahap ini menggunakan diagram aliran data dengan tujuan untuk dapat membuat diagram konteks dan dfd level 1, yang keempat adalah desain sistem menggunakan bahasa pemrograman PHP, dan metode Hill Cipher, pengujian aplikasi kelima dengan memanfaatkan metode Black Box, pada tahap ini diharapkan dapat mengetahui kinerja aplikasi apakah dapat bekerja dengan baik atau tidak. Keenam, analisis dan penarikan kesimpulan. Langkah ketujuh adalah menyiapkan laporan penelitian, Program Aplikasi HKI dan Database serta publikasi artikel pada jurnal nasional terakreditasi SINTA 3. Alur Penelitian ini seperti di Gambar 2.



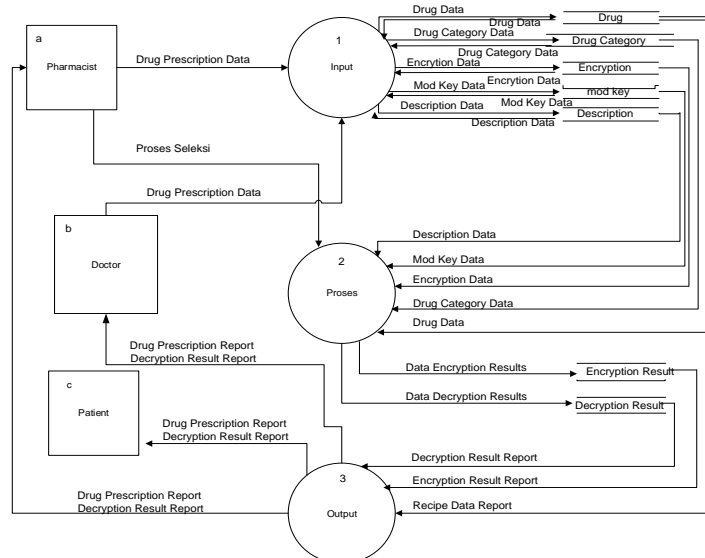
Gambar 2. Alur penelitian

4 Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini berfokus pada pengembangan algoritma Hill Cipher untuk meresepkan data obat. Pembahasan penelitian disajikan secara singkat dari hasil penelitian yang telah dilakukan. Pembahasan penelitian ini meliputi Analisis Desain Sistem, Pengembangan Algoritma, Pengembangan Aplikasi, dan Pengujian Sistem.

A. Analisis Desain Sistem

Sistem persepsi obat dikembangkan menggunakan model Diagram Aliran Level 1. Analisis Desain Sistem Ich berguna untuk memberikan gambaran umum dan komprehensif tentang alur sistem, sehingga dapat memberikan gambaran umum tentang desain sistem secara sistematis. Sistem ini melibatkan peran tiga aktor, yaitu Apoteker, Dokter dan Pasien. Apoteker berperan dalam mengelola sistem secara keseluruhan mulai dari input data obat, resep obat hingga penerapan sistem enkripsi keamanan resep obat. Peran dokter berfungsi untuk membuat resep obat, yang kemudian diberikan kepada pasien dalam kondisi terenkripsi. Sementara itu, peran pasien adalah menerima resep obat yang masih terenkripsi kemudian dibawa ke apoteker untuk dikonversi sehingga resep obat tersebut dapat diketahui. Desain desain sistem DFD Level 1 seperti yang disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Aplikasi peresepan obat DFD level 1

B. Pengembangan Algoritma

Penelitian ini membahas tentang sistem keamanan dalam meresepkan data obat. Untuk mendapatkan keamanan lebih ketika dokter meresepkan obat kepada pasien, perlu adanya sistem enkripsi resep, agar tidak disalah artikan oleh orang yang tidak tertarik. Untuk membuktikan keakuratan enkripsi dan dekripsi pada Algoritma Hill Cipher, pada penelitian ini digunakan sampel nama obat "antasida", maka dalam pembahasan ini akan dilakukan proses enkripsi dan dekripsi dengan menggunakan matriks 2x2 dengan kunci = 2,1,3,4

1. Enkripsi

Enkripsi adalah proses di mana informasi asli diubah menjadi bentuk lain yang tampaknya acak dan tidak berarti (ciphertext) untuk melindungi data agar tidak diakses oleh pihak yang tidak berwenang. Proses ini memastikan bahwa hanya pihak dengan kunci khusus yang dapat mengembalikan data ke bentuk aslinya.

Penerapan algoritma Hill Cipher, disini penulis mengambil contoh nama obat yaitu antasida

a. Contoh Input Data dari nama obat adalah

antasida

Key matrix 2x2 => 2,1,3,4

Key => $\begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$

b. Konversi ke angka

$$a=0 \mid n=13 \mid t=19 \mid a=0 \mid s=18 \mid i=8 \mid d=3 \mid a=0$$

c. Perkalian matriks antara kunci dan blok teks biasa

$$\text{an} \quad \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 13 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (2 \times 0) + (1 \times 13) \\ (3 \times 0) + (4 \times 13) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 13 \\ 52 \end{bmatrix} \pmod{26} = \begin{bmatrix} 13 \\ 0 \end{bmatrix} : \begin{bmatrix} n \\ a \end{bmatrix}$$

$$\text{ta} \quad \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 19 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (2 \times 19) + (1 \times 0) \\ (3 \times 19) + (4 \times 0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 38 \\ 57 \end{bmatrix} \pmod{26} = \begin{bmatrix} 12 \\ 5 \end{bmatrix} : \begin{bmatrix} m \\ f \end{bmatrix}$$

$$\text{si} \quad \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 18 \\ 8 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (2 \times 18) + (1 \times 8) \\ (3 \times 18) + (4 \times 8) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 44 \\ 86 \end{bmatrix} \pmod{26} = \begin{bmatrix} 18 \\ 8 \end{bmatrix} : \begin{bmatrix} s \\ i \end{bmatrix}$$

$$\text{da} \quad \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (2 \times 3) + (1 \times 0) \\ (3 \times 3) + (4 \times 0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6 \\ 9 \end{bmatrix} \pmod{26} = \begin{bmatrix} 6 \\ 9 \end{bmatrix} : \begin{bmatrix} g \\ j \end{bmatrix}$$

Ciphertext result = **namfsigj**

d. Sebagai hasil dari enkripsi plaintext dari nama resep obat "antasida", ciphertext telah diubah menjadi "namfsigj". Selanjutnya, untuk mengembalikan ciphertext ke dalam plaintext, dapat dilakukan dengan deskripsi.

2. Dekripsi

Proses deskripsi adalah proses mengonversi ciphertext kembali ke plaintext menggunakan kunci yang sesuai. Ini memungkinkan pengambilan informasi asli dari data yang telah dienkripsi.

Dalam penerapan algoritma Hill Cipher yang dilakukan dalam studi data resep obat dari plaintext berupa: **antasida** telah diubah dalam ciphertext: **namfsigj**. Kemudian dalam pembahasan ini, peneliti akan menjelaskan proses dekripsi konversi ciphertext menjadi plaintext sebagai berikut.

a. Menghitung Nilai Penentu Kunci

Nilai Kunci Awal yang digunakan dalam enkripsi matriks 2x2 yaitu 2,1,3,4 dapat dibuat sebagai berikut.

$$\begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 4 \end{bmatrix} = [(2 \times 4) - (1 \times 3)] \\ = 8 - 3 \\ = 5$$

b. Menghitung Matriks Investasi Utama (K^{-1})

$$K^{-1} = \frac{1}{\det(k)} \pmod{26} = \begin{bmatrix} d & -b \\ -c & a \end{bmatrix}$$

$$K^{-1} = \frac{1}{5} \pmod{26} = \begin{bmatrix} 4 & -1 \\ -3 & 2 \end{bmatrix}$$

$$K^{-1} = 21 = \begin{bmatrix} 4 & -1 \\ -3 & 2 \end{bmatrix}$$

$$K^{-1} = \begin{bmatrix} 84 & -21 \\ -63 & 42 \end{bmatrix} \pmod{26}$$

$$K^{-1} = \begin{bmatrix} 6 & 5 \\ 15 & 16 \end{bmatrix}$$

// Hasil dari matriks ini akan digunakan sebagai kunci selama proses dekripsi.

c. Menghitung Ciphertext

Adapun hasil enkripsi berupa word: **namfsigj**, Pada proses ciphertext dapat diolah sebagai berikut:

Tahap awal konversi nilai sebagai berikut:

$$n=13 \mid a=0 \mid m=12 \mid f=5 \mid s=18 \mid i=8 \mid g=6 \mid j=9$$

Tahap selanjutnya menghitung dengan kunci awal

$$\mathbf{na} \quad \begin{bmatrix} 6 & 5 \\ 15 & 16 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 13 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (6 \times 13) + (5 \times 0) \\ (15 \times 13) + (16 \times 0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 78 \\ 195 \end{bmatrix} \bmod 26 = \begin{bmatrix} 0 \\ 13 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a \\ n \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{mf} \quad \begin{bmatrix} 6 & 5 \\ 15 & 16 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 12 \\ 5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (6 \times 12) + (5 \times 5) \\ (15 \times 12) + (16 \times 5) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 97 \\ 260 \end{bmatrix} \bmod 26 = \begin{bmatrix} 19 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t \\ a \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{si} \quad \begin{bmatrix} 6 & 5 \\ 15 & 16 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 18 \\ 8 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (6 \times 18) + (5 \times 8) \\ (15 \times 18) + (16 \times 8) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 148 \\ 398 \end{bmatrix} \bmod 26 = \begin{bmatrix} 18 \\ 8 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s \\ i \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{gj} \quad \begin{bmatrix} 6 & 5 \\ 15 & 16 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 6 \\ 9 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (6 \times 6) + (5 \times 9) \\ (15 \times 6) + (16 \times 9) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 81 \\ 234 \end{bmatrix} \bmod 26 = \begin{bmatrix} 3 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d \\ a \end{bmatrix}$$

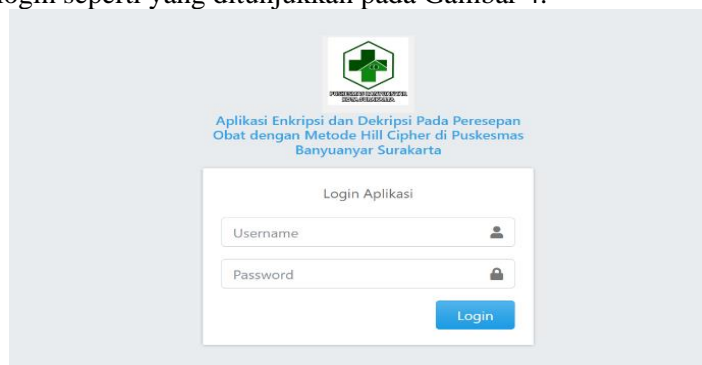
Hasil akhir yang diperoleh adalah **antasida**

C. Pengembangan Aplikasi

Dalam penelitian ini, untuk memudahkan implementasi algoritma Hill Cipher, juga dikembangkan program aplikasi menggunakan bahasa pemrograman PHP dan MySQL Database. Hal ini bertujuan untuk memudahkan pengguna dalam membuat resep obat yang dilakukan oleh dokter dan apoteker. Sehingga dapat meningkatkan keamanan dan manfaat yang besar bagi pasien. Tampilan singkat dari program aplikasi adalah sebagai berikut:

1. Tampilan Halaman Login Aplikasi

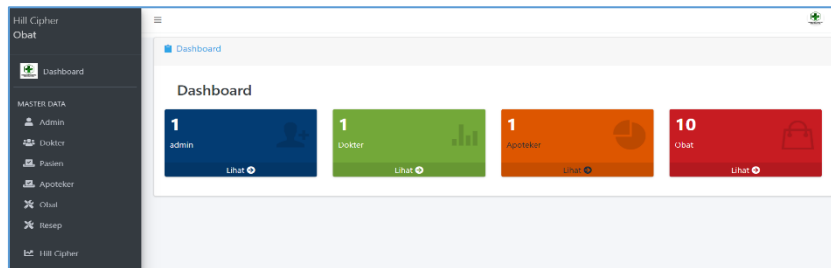
Aplikasi ini dilengkapi dengan formulir tampilan halaman login yang berfungsi sebagai hak akses ke sistem, sehingga hanya mereka yang tertarik yang dapat mengakses aplikasi ini. Desain tampilan halaman login seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan halaman login aplikasi

2. Tampilan Halaman Dashboard

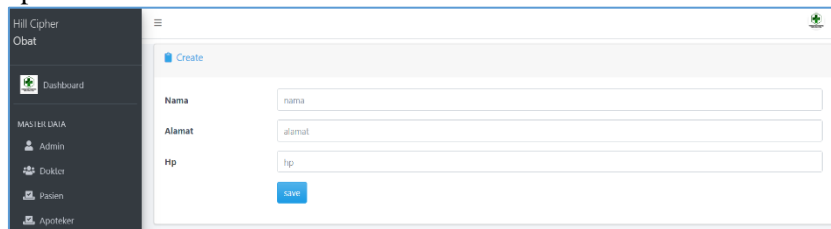
Setelah login ke aplikasi, kemudian dilanjutkan ke halaman utama aplikasi yang berfungsi untuk memberikan informasi terkait sistem diantaranya, informasi data admin, informasi data dokter, informasi data apoteker dan informasi data obat. Halaman utama terlihat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Halaman beranda aplikasi resep obat

3. Tampilan Halaman Input Data Pasien

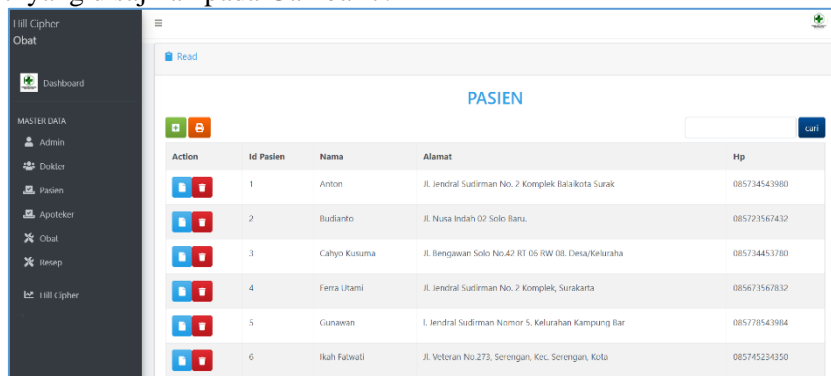
Dalam aplikasi ini, terdapat menu untuk mengelola admin, dokter, pasien, data obat dan resep obat hingga menu untuk enkripsi dan deskripsi nama obat. Untuk menambahkan nama pasien seperti yang disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Halaman input data pasien

4. Tampilan Halaman Daftar Pasien

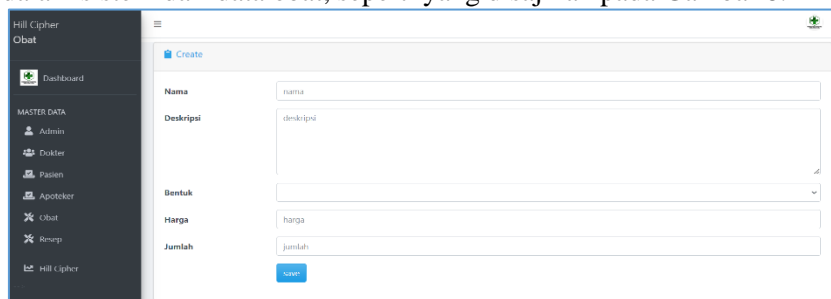
Setelah data pasien dimasukkan ke dalam sistem, data pasien akan secara otomatis muncul di aplikasi seperti yang disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Halaman daftar pasien

5. Tampilan Halaman Input Data Obat

Aplikasi ini juga dilengkapi dengan menu untuk input data obat, hal ini berguna untuk memberikan input data ke dalam sistem dari data obat, seperti yang disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Halaman input data obat

6. Tampilan Halaman Daftar Obat

Setelah data obat selesai dimasukkan ke dalam sistem, data obat akan disimpan dalam program aplikasi dan dapat dikelola dengan sistem seperti yang disajikan pada Gambar 9.

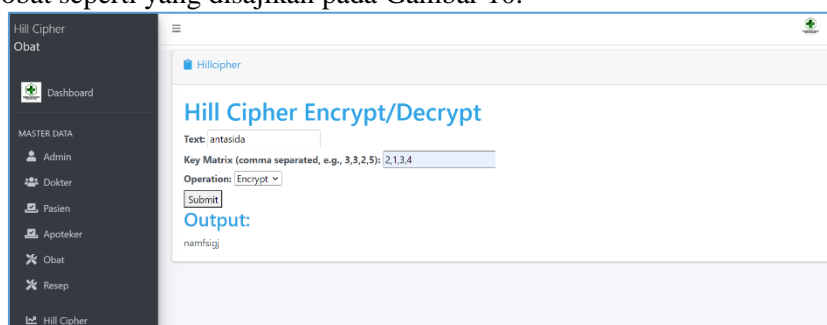


Action	Id Obat	Nama	Deskripsi	Bentuk	Harga	Jumlah
	1	Paracetamol	Paracetamol (atau acetaminophen) adalah obat yang digunakan untuk meredakan nyeri ringan hingga sedang dan menurunkan demam. Ini sering digunakan untuk mengobati sakit kepala, nyeri otot, artritis, sakit gigi, pilek, dan demam.	Tablet	30000	100
	2	Ibuprofen	Ibuprofen adalah obat antiinflamasi nonsteroid (NSAID) yang digunakan untuk meredakan nyeri, mengurangi peradangan, dan menurunkan demam. Ilakanya digunakan untuk nyeri akibat cedera, artritis, sakit gigi, sakit kepala, dan menstruasi.	Kapsul	56000	86
	3	Amoxicillin	Amoxicillin adalah antibiotik yang termasuk dalam kelompok penisilin. Obat ini digunakan untuk mengobati berbagai infeksi bakteri, seperti infeksi telinga, hidung, tenggorokan, saluran kemih, kulit, dan infeksi saluran pernapasan.	Sirup	130000	120
	4	Cetirizine	Cetirizine adalah antihistamin yang digunakan untuk meredakan gejala alergi seperti gatal-gatal, bersin, hidung tersumbat, dan mata berair. Ini juga efektif untuk mengobati urtikaria (gatal-gatal).	Tablet	85000	46

Gambar 9. Halaman daftar obat

7. Tampilan Halaman Proses Enkripsi Metode Sandi Bukit

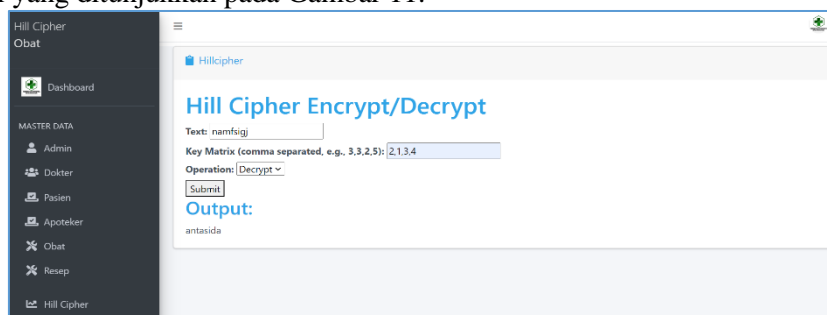
Pada menu inti dari program aplikasi ini terdapat menu untuk proses enkripsi dan dekripsi pada sistem. Menu ini berperan dalam penting untuk melakukan sistem keamanan untuk peresapan obat, sehingga nama obat dapat disimpan dengan mengubahnya menjadi kode tertentu. Tampilan proses enkripsi data obat seperti yang disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10. Tampilan proses enkripsi

8. Metode Hill Cipher Proses Dekripsi Tampilan Halaman

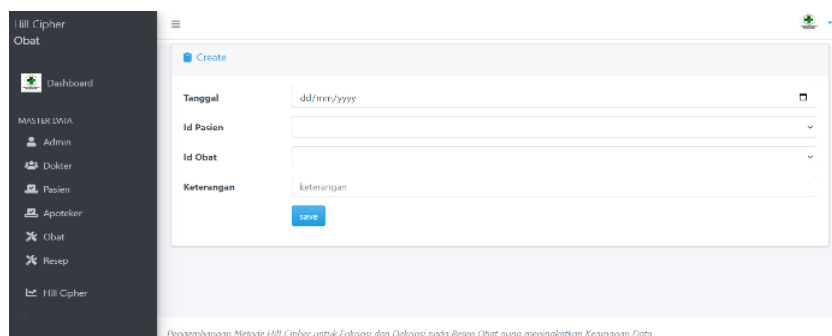
Aplikasi ini dilengkapi dengan fasilitas untuk memulihkan data obat terenkripsi dan kemudian mengembalikannya kembali. Proses ini dilakukan dengan metode decrypt sehingga dapat membantu apoteker dalam menerjemahkan kode resep obat. Tampilan halaman deskripsi obat adalah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Tampilan proses dekripsi obat

9. Tampilan Halaman Resep Obat

Bagian penting dari aplikasi ini juga adalah menu untuk membuat resep obat yang dapat dibuat oleh dokter, setelah resep obat dibuat, informasi dari resep tersebut akan secara otomatis dienkripsi dengan metode hill cipher. Tampilan untuk membuat resep obat disajikan pada Gambar 12.



Gambar 12. Tampilan daftar resep obat

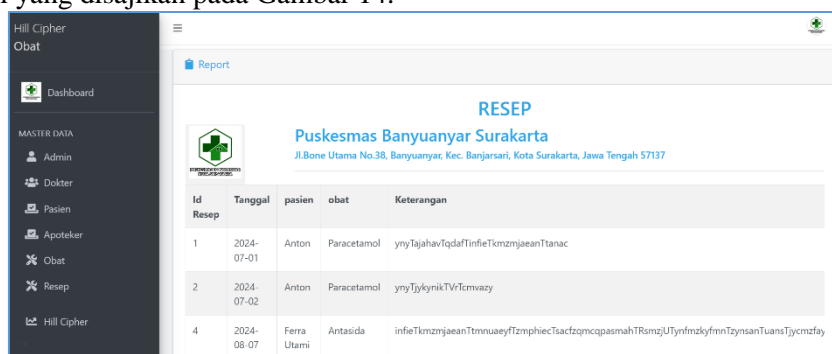
Setelah resep obat selesai, daftar resep obat akan muncul seperti yang disajikan pada Gambar 13.



Gambar 13. Tampilan daftar resep obat

10. Tampilan Resep Obat Terenkripsi

Setelah resep obat selesai, deskripsi pesan resep obat dapat diamankan dengan algoritma Hill Cipher seperti yang disajikan pada Gambar 14.



Gambar 14. Tampilan resep obat terenkripsi

Secara keseluruhan, aplikasi ini dikembangkan untuk memudahkan penerapan proses enkripsi dan dekripsi dalam resep data obat.

D. Pengujian Sistem

Pengujian sistem merupakan bagian penting untuk mengetahui tingkat kinerja sistem yang telah dibuat. Pengujian sistem digunakan untuk mengevaluasi bagaimana berbagai komponen aplikasi berinteraksi bersama dalam sistem atau aplikasi yang terintegrasi penuh. Pengujian sistem adalah tahap penting dalam siklus hidup pengembangan perangkat lunak. Dalam penelitian ini, dilakukan tiga jenis pengujian sistem, yaitu pengujian fungsionalitas, pengujian validitas, dan pengujian kuesioner.

1. Uji Fungsionalitas

Metode pengujian fungsionalitas yang digunakan adalah pengujian alfa dengan metode pengujian Black Box. Hasil uji fungsionalitas dapat dilihat pada Tabel 2.

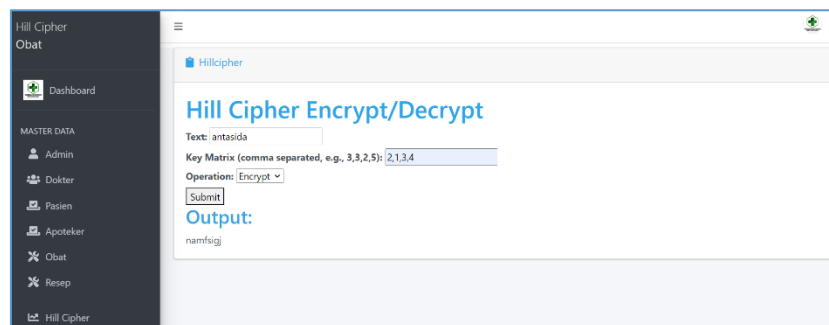
Tabel 2. Hasil pengujian fungsionalitas

No	Sistem yang diuji komponen	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Uji
1	Formulir Login Admin	• Masukkan nama pengguna dan kata sandi Anda dengan Benar	• Ayo di halaman menu utama admin panggung	Diterima
	Formulir Login Admin	• Masukkan nama pengguna dan kata sandi secara salah	• Muncul pesan error	Diterima
2	Formulir Input Data Admin	• Masukkan data admin langsung lengkap dan benar	• Data yang disimpan dengan baik dan benar	Diterima
	Formulir Input Data Admin	• Masukkan data admin secara langsung Tidak lengkap	• Tidak bisa menyimpan	Diterima
3	Formulir Masukan Pasien	• Masukkan data pasien dengan cara yang lengkap dan benar	• Data karyawan tersimpan dengan baik dan benar	Diterima
	Formulir Masukan Pasien	• Masukkan data pasien dengan cara Tidak lengkap	• Tidak bisa menyimpan	Diterima
4	Formulir Input Data Obat	• Masukkan data obat dengan cara yang lengkap dan benar	• Laporan data yang disimpan dengan baik dan benar	Diterima
	Formulir Input Data Obat	• Masukkan data obat dengan cara Tidak lengkap	• Tidak bisa menyimpan	Diterima
5	Formulir Input Data Resep Obat	• Masukkan data disiplin dengan cara yang lengkap dan benar	• Data kriteria yang disimpan dengan baik dan benar	Diterima
	Formulir Input Data Resep Obat	• Masukkan data disiplin dengan cara Tidak lengkap	• Tidak bisa menyimpan	Diterima
6	Formulir Input Data Dokter	• Masukkan data dokter dengan cara yang lengkap dan benar	• Data tertulis disimpan dengan baik dan benar	Diterima
	Formulir Input Data Dokter	• Masukkan data dokter dengan cara Tidak lengkap	• Tidak bisa menyimpan	Diterima
7	Formulir Input Data Enkripsi	• Masukkan data enkripsi dengan cara yang lengkap dan benar	• Data tertulis disimpan dengan baik dan benar	Diterima
	Formulir Input Data Enkripsi	• Masukkan data enkripsi dengan cara Tidak lengkap	• Tidak bisa menyimpan	Diterima
8	Formulir Input Data Deskripsi	• Masukkan data deskripsi dengan cara yang lengkap dan benar	• Data kelas disimpan dengan baik dan benar	Diterima
	Formulir Input Data Deskripsi	• Masukkan data deskripsi dengan cara Tidak lengkap	• Tidak bisa menyimpan	Diterima

Berdasarkan hasil pengujian dengan uji fungsionalitas, hasilnya diterima untuk semua skenario pengujian, sehingga sistem ini dapat dinyatakan baik.

2. Uji Validitas

Uji validitas dilakukan untuk menguji kesesuaian antara hasil perhitungan algoritma manual dengan hasil perhitungan dari program aplikasi. Proses perhitungan manual pada Algoritma Hill Cipher diuji dengan mengenkripsi resep obat "**antasida**" menggunakan kunci 2,1,3,4 matriks 2x2, kemudian diperoleh hasil chipertext yaitu "**namfsigj**". Hasil ini dapat dibandingkan dengan hasil dalam program aplikasi seperti yang disajikan pada Gambar 15.

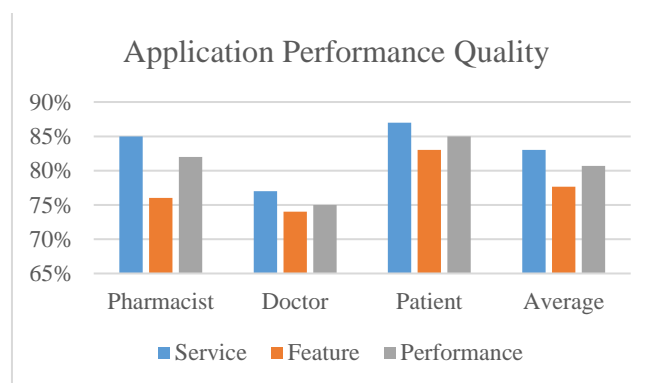


Gambar 15. Hasil enkripsi resep obat dalam aplikasi

Berdasarkan hasil uji pengujian yang telah dilakukan, dapat diperoleh hasil yang sama antara program dan teori algoritma hill cipher, sehingga sistem ini dapat dinyatakan baik dan sah.

3. Uji Kuesioner

Tes kuesioner dilakukan dengan memberikan pendapat dari pengguna sistem, yaitu apoteker, pasien dan dokter. Kuesioner diberikan secara acak dan kemudian hasilnya dianalisis untuk perhitungan nilai, untuk mendapatkan skor kelayakan sistem. Berdasarkan hasil kuesioner yang telah dibagikan, dapat disimpulkan bahwa tingkat kualitas kinerja aplikasi peresepan obat secara umum seperti yang disajikan pada grafik Gambar 16.



Gambar 16. Hasil evaluasi kinerja sistem

Berdasarkan hasil penilaian kelayakan aplikasi resep obat yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa rata-rata tingkat Layanan adalah 83%, Fitur 78% dan Kinerja 81%. Secara keseluruhan, sistem ini telah memberikan skor kinerja yang baik karena akurasi sistem di atas 70%.

5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berperan penting dalam pengembangan algoritma Hill Cipher untuk melakukan sistem keamanan peresepan data obat yang dilakukan dengan cara mengenkripsi dan mendeskripsikan nama obat sehingga dapat menjaga kerahasiaan data obat dan dapat meningkatkan tingkat keamanan dari penggunaan resep obat kepada pihak yang tidak bertanggung jawab. Pengujian enkripsi data obat yang dilakukan pada jenis obat "antasida" telah berhasil dienkripsi dengan algoritma hill cipher sehingga berubah menjadi "namfsigj", hasil ini telah dibandingkan dengan program aplikasi juga telah memperoleh hasil yang sama sehingga sistem dinyatakan valid. Selain itu, uji sistem yang dilakukan dengan uji fungsionalitas di semua skenario pengujian memperoleh hasil yang baik, kemudian pada uji akhir melalui uji kuesioner diperoleh tingkat kelayakan sistem yang baik yaitu rata-rata tingkat Service diperoleh 83%, Features 78% dan Performance 81%. Secara keseluruhan, sistem ini telah memberikan skor kinerja yang baik karena akurasi sistem di atas 70%.

Ucapan Terima Kasih

Dalam kesempatan ini tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi (Kemendikbud Ristek) yang telah membantu mendanai penelitian hibah pendidikan tinggi 2024.

Referensi

- [1] M. Bennie, W. Malcolm, S. McTaggart, and T. Mueller, “Improving Prescribing Through Big Data Approaches—Ten Years of The Scottish Prescribing Information System,” *Br. J. Clin. Pharmacol.*, vol. 86, no. 2, pp. 250–257, 2020, doi: 10.1111/bcp.14184.
- [2] C. G. Toxværd, K. S. Benthien, A. H. Andreasen, A. Nielsen, M. Osler, and N. B. Johansen, “Chronic Diseases in High-Cost Users of Hospital, Primary Care, and Prescription Medication in the Capital Region of Denmark,” *J. Gen. Intern. Med.*, vol. 34, no. 11, pp. 2421–2426, 2019, doi: 10.1007/s11606-019-05315-w.
- [3] K. Ayu and W. Yulianingsih, “Simposium Hukum Indonesia,” *Simp. Huk. Indones.*, vol. 1, no. 1, pp. 574–586, 2019.
- [4] W. L. Prabowo, “Teori Tentang Pengetahuan Peresepan Obat,” *J. Med. hutama*, vol. 02, no. 04, pp. 402–406, 2021.
- [5] K. Ulum, I. L. Hilmi, and S. Salman, “Review Artikel : Implementasi dan Evaluasi Peresepan Elektronik Dalam Upaya Menurunkan Kesalahan Pengobatan,” *J. Pharm. Sci.*, vol. 6, no. 1, pp. 192–198, 2023, doi: 10.36490/journal-jps.com.v6i1.19.
- [6] F. Indrasari, R. Wulandari, and D. N. Anjayanti, “Peran Resep Elektronik dalam Meningkatkan Medication Safety pada Proses Peresepan di RSI Sultan Agung Semarang,” *J. Farm. Dan Ilmu Kefarmasian Indonesia.*, vol. 7, no. 1SI, p. 1, 2021, doi: 10.20473/jfiki.v7i1si2020.1-6.
- [7] R. D. Garcia, G. S. Ramachandran, R. Jurdak, and J. Ueyama, “A Blockchain-based Data Governance Framework with Privacy Protection and Provenance for e-Prescription,” 2021.
- [8] J. R. Paragas, A. M. Sison, and R. P. Medina, “An Improved Hill Cipher Algorithm using CBC and Hexadecimal S-Box,” *2019 IEEE Eurasia Conf. IOT, Commun. Eng. ECICE 2019*, no. October, pp. 77–81, 2019, doi: 10.1109/ECICE47484.2019.8942717.
- [9] E. Pawan and P. Hasan, “Optimization of Hill Cipher Method for Encryption and Decryption of Prescription Drugs at Puskesmas Twano Jayapura City,” *Int. J. Comput. Inf. Syst.*, vol. 2, no. 4, pp. 149–154, 2021, doi: 10.29040/ijcis.v2i4.48.
- [10] A. Eko and S. Informatika, “Keamanan Pesan Teks Dengan Metode Enkripsi Dan Dekripsi Menggunakan Algoritma Rsa (Rivest Shamir Adleman) Berbasis Android,” *Teknologi Pintar.org*, vol. 3, no. 2, p. 1, 2023.
- [11] E. Endaryono, “Perancangan Simulasi Metode Caesar Cipher Menggunakan Microsoft Excel – Alternatif Media Pembelajaran Kriptografi,” *SAP (Susunan Artik. Pendidikan)*, vol. 4, no. 3, 2020, doi: 10.30998/sap.v4i3.6289.
- [12] S. Hraoui, F. Gmira, M. F. Abbou, A. J. Oulidi, and A. Jarjar, “A New Cryptosystem of Color Image Using a Dynamic-Chaos Hill Cipher Algorithm,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 148, pp. 399–408, 2019, doi: 10.1016/j.procs.2019.01.048.
- [13] R. A. Saputra and A. S. Purnomo, “Implementasi Algoritma Schnorr Untuk Tanda Tangan Digital,” *JMAI (Jurnal Multimed. Artif. Intell.)*, vol. 2, no. 1, pp. 21–26, 2018, doi: 10.26486/jmai.v2i1.69.
- [14] H. Y. Chen, Z. Y. Wu, T. L. Chen, Y. M. Huang, and C. H. Liu, “Security Privacy and Policy for Cryptographic Based Electronic Medical Information System,” *Sensors (Switzerland)*, vol.

- 21, no. 3, pp. 1–14, 2021, doi: 10.3390/s21030713.
- [15] N. Nasron, S. Suroso, and C. Buana, “Rancang Bangun Pengaman Rumah dan Kontrol Pada Kunci Pintu dengan Metode Kriptografi Hill Cipher Berbasis IoT,” *PRotek J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 2, pp. 104–109, 2020, doi: 10.33387/protek.v7i2.2073.
- [16] D. M. Sholahudin and A. Asmunin, “Implementasi Algoritma Hill Cipher untuk Proses Enkripsi dan Dekripsi Citra Berwarna dengan Modifikasi Padding,” *J. Informatics Comput. Sci.*, vol. 1, no. 04, pp. 228–234, 2020, doi: 10.26740/jinacs.v1n04.p228-234.
- [17] U. Indriani, H. Gunawan, A. Yugo Nugroho Harahap, and H. Zaharani, “Chat Message Security Enhancement on WLAN Network using Hill Cipher Method,” *2020 8th Int. Conf. Cyber IT Serv. Manag. CITSM 2020*, 2020, doi: 10.1109/CITSM50537.2020.9268838.
- [18] E. Safrianti and F. Fitriansyah, “Cryptography With Layered Algorithms for Text Security On Android,” *Int. J. Electr. Energy Power Syst. Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 35–39, 2020, doi: 10.31258/ijeepse.3.2.35-39.
- [19] R. Ardhani, M. M. Munir, and A. M. Dawis, “Penerapan Metode Waterfall Dalam Perancangan Sistem Informasi E-Learning Berbasis Web Pada Madrasah Tsanawiyah (Mts) Al-Wusho Rumah Setia Rumah Setia,” *J. Innov. Futur. Technol.*, vol. 5, no. 2, pp. 64–73, 2023, doi: 10.47080/iftech.v5i2.2754.
- [20] M. Gobi and B. Arunapriya, “A Survey on Public-Key and Identity-Based Encryption Scheme with Equality Testing over Encrypted Data in Cloud Computing,” vol. 13, no. 2, pp. 2129–2134, 2022.
- [21] G. G. Deverajan, V. Muthukumaran, C. H. Hsu, M. Karuppiah, Y. C. Chung, and Y. H. Chen, “Public Key Encryption With Equality Test for Industrial Internet Of Things System in Cloud Computing,” *Trans. Emerg. Telecommun. Technol.*, vol. 33, no. 4, pp. 1–15, 2022, doi: 10.1002/ett.4202.
- [22] R. Gusmana, Haryansyah, and Adimulya Dyas Wibisono, “Implementasi Algoritma Hill Cipher Menggunakan Kunci Matriks 2x2 Dalam Mengamankan Data Teks,” *Gener. J.*, vol. 7, no. 3, pp. 31–39, 2023, doi: 10.29407/gj.v7i3.21105.
- [23] D. Astuti and C. Sundari, “Implementasi Algoritma Vigenere Cipher Untuk Enkripsi Dan Dekripsi Pada Peresepan Data Obat Di Puskesmas Mertoyudan 1 Kabupaten Magelang,” *J. Tek. Inf. dan Komput.*, vol. 5, no. 2, p. 341, 2022, doi: 10.37600/tekinkom.v5i2.534.
- [24] Y. W. Hasibuan, R. B. Veronica, J. Matematika, U. N. Semarang, K. S. Gunungpati, and I. Artikel, “How to Cite,” vol. 11, no. 1, pp. 54–68, 2022.
- [25] O. Laia, E. M. Zamzami, and Sutarman, “Analysis of Combination Algorithm Data Encryption Standard (DES) and Blum-Blum-Shub (BBS),” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1898, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1898/1/012017.
- [26] R. Hassan, S. Pepic, M. Saracevic, K. Ahmad, and M. Tasic, “a Novel Approach To Data Encryption Based on Matrix Computations,” *Comput. Mater. Contin.*, vol. 66, no. 2, pp. 1139–1153, 2020, doi: 10.32604/cmc.2020.013104.
- [27] J. H. Sinaga, M. Pangaribuan, F. Fazly, I. Rivaldo, and I. Gunawan, “Penerapan Enkripsi Dan Deskripsi Menggunakan Algoritma Data Encryption Standard Dengan Pemrograman Matlab,” *J. Media Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 63–69, 2022, doi: 10.55338/jumin.v4i1.468.
- [28] S. Ramadhani, “Hybird Cryptosystem Algoritma Hill Cipher dan Algoritma Elgamal Pada Keamanan Citra,” *METHOMIKA J. Manaj. Inform. dan Komputerisasi Akun.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–9, 2020, doi: 10.46880/jmika.vol4no1.pp1-9.