

SISTEM PERSEDIAAN SLOT PARKIR DENGAN PENGAMAN DATA BERBASIS ARDUINO

Lindawati¹, Irma Salamah², Asriyadi³, Mohammad Fadhl⁴

Politeknik Negeri Sriwijaya

Jln. Sriwijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139

lindawati@polsri.ac.id, irma.salamah@yahoo.com, asriyadi@polsri.ac.id, almuhandismf@gmail.com

Abstract

Penelitian ini merancang suatu sistem pendeteksi ketersediaan slot parkir dengan pengaman data yang berbasis arduino. Pengaman data yang digunakan adalah dengan menggunakan metode kriptografi dalam bentuk algoritma hill cipher. Teknik algoritma hill cipher ini menggunakan sebuah matriks persegi sebagai kunci yang digunakan untuk melakukan enkripsi dan dekripsi. Cara kerja sistem ketersediaan slot parkir, dimulai dari proses perangkat lunak yang telah di rancang. Lalu sensor akan menginisialisasikan input output pada arduino mega. Selanjutnya, apabila pengemudi pada pintu masuk melakukan tag kartu RFID, maka RFID Reader akan membaca. Sistem akan mulaimencarislot parkir yang masih tersedia. Lalu, jika ada slot parkir yang masih tersedia, maka pintu akan terbuka dan speaker akan berbunyi, dan menampilkan posisi parkir pada display.

Katakunci: arduino mega, tag RFID, RFID reader, kriptografi hill cipher

Abstrak

This study designed a detection system for parking slot availability with arduino-based data security. Data security used is to use cryptographic methods in the form of a hill cipher algorithm. This hill cipher algorithm technique uses a square matrix as a key that is used for encryption and decryption. How the parking slot availability system works, starts from the software process that has been designed. Then the sensor will initialize the input output to the Arduino Mega. Furthermore, if the driver at the entrance tags an RFID card, the RFID Reader will read. The system will start searching for available parking slots. Then, if there is a parking slot still available, the door will open and the speaker will sound, and display the parking position on the display

Keywords: arduino mega, tag RFID, RFID reader, kriptografi hill cipher

1. PENDAHULUAN

Sistem otomatis sangat membantu dalam dunia industri. Salah satu dunia industri yang kini juga mengalami kemajuan yang cukup pesat yakni dalam bidang perparkiran kendaraan, baik kendaraan roda dua maupun roda empat (R.P. Galih, 2016). Tempat parkir dan sistem pengaturan perparkiran adalah komponen penting dan tidak dapat dipisahkan dalam pelayanan sebuah fasilitas umum. Keberadaan sistem perparkiran yang baik akan mendukung fasilitas umum yang digunakan oleh banyak pihak.

Sistem perparkiran yang ada saat ini masih menggunakan sistem perparkiran konvensional yang hanya memanfaatkan lahan parkir dan petugas parkir yang mengendalikan tiap-tiap kendaraan yang masuk, dan juga sering kali tidak memperhatikan daya tampung dari lahan parkir yang dimiliki oleh suatu bangunan. Hal ini dapat menimbulkan kerugian baik dari pihak pemilik kendaraan dikarenakan pengemudi tidak mengetahui di mana letak lahan parkir yang kosong dan terpaksa keluar apabila tidak menemukan lahan parkir kosong. Terkadang pada area parkir yang bertingkat membuat bingung pengguna parkir, yang menganggap area parkir tersebut masih kosong. Anggapan ini terjadi, disebabkan kurangnya informasi parkir yang dapat diberikan secara langsung bagi pengguna parkir. Persoalan tersebut juga menyebabkan pengguna parkir selalu terjebak dalam lokasi parkir dan harus memutar kembali kendaraannya untuk mencari lokasi parkir yang lainnya.

Didalam Ardianto, 2016 menyatakan bahwa masalah perparkiran merupakan masalah yang cukup krusial di abad modern saat ini. Meningkatnya pengguna kendaraan pribadi tidak diikuti dengan penambahan lahan parkir khususnya di perkotaan. Selain lahan yang sempit, keamanan dan kenyamanan pengemudi juga menjadi salah satu kondisi yang harus diperhatikan. Hal ini sering terjadi pada jam sibuk di

supermarket dan beberapa tempat yang membutuhkan lahan parkir yang luas. Selain penyempitan lahan parkir, beberapa tempat yang menyediakan lahan parkir yang cukup luas juga masih diselimi masalah pelayanan dan informasi parkir yang kurang baik salah satunya adalah informasi ketersediaan lokasi kosong dan posisi parkir yang masih tersedia (Ardianto,dkk,2015).

Sebelumnya beberapa penelitian tentang sistem parkir telah banyak dilakukan, diantaranya Kurniawan, Bobi,dkk, 2014 merancang sistem parkir dengan menggunakan *Radio Frequency Identification* (RFID), M.E.Devid, 2015, merancang sistem parkir dengan menginput nomor polisi kendaraan dan mencetaknya dalam bentuk karcis dengan barcode. Pada penelitian A.A.P.Riyan, 2017, merancang hasil informasi yang ditampilkan pada layar monitor berupa web yang berisi denah slot parkir yang telah terisi atau masih tersedia dan pada sistem web ini diharuskan untuk merefresh setiap detik untuk menampilkan informasi. Pada penelitian W.H.Bayu,dkk, 2018, merancang bahwa sistem yang terkoneksi mampu menampilkan informasi secara real time, tetapi NFC merupakan teknologi wireless dengan jarak dekat kurang dari 10cm. Tidak sedikit penggunaan sistem parkir berbasis komputer telah diterapkan. Namun sistem parkir yang ada saat ini sebagian besar belum optimal untuk menjamin keamanan. Sebab sistem tersebut hanya menginputkan nomor polisi kendaraan dan mencetaknya dalam bentuk karcis. Hal tersebut masih memungkinkan terjadinya kecurangan, sebab orang lain dapat memalsukan karcis dengan mudah. Pembangunan sistem parkir yang baik dengan menggabungkan beberapa teknologi sangat diperlukan untuk mengoptimalkan keamanan.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan di atas, maka peneliti menganggap diperlukan suatu pengembangan penelitian terhadap sistem parkir yang didasarkan pada penelitian sebelumnya yaitu merancang sistem ketersediaan slot parkir yang memiliki tingkat keamanan data yang diharapkan, sehingga memungkinkan suatu informasi tidak dapat disalah gunakan oleh pihak tertentu dan menyebabkan kerugian bagi pemilik informasi. Atau dengan kata lain, penambahan sistem keamanan data pada penelitian ini adalah untuk membuat sistem lebih tahan terhadap kemungkinan serangan-serangan dari pihak ketiga yang menginginkan *database* pengguna parkir. Untuk pengamanan data tersebut, peneliti menggunakan teknik penyandian data yang disebut kriptografi. Dan metode kriptografi yang digunakan adalah metode kriptografi Hill Cipher.

Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian Gumelar, Muhammad Gebby,dkk, 2016 yang juga menggunakan metode kriptografi hill cipher. Tetapi pada penelitian Gumelar, Muhammad Gebby,dkk, 2016 untuk mengidentifikasi karakter plat nomor kendaraan dengan menggunakan template matching. Sedangkan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti adalah berbasis arduino dan *Radio Frequency Identification* (RFID). Mengingat penelitian ini dilakukan untuk sistem ketersediaan slot parkir, maka penelitian ini akan diterapkan pada pusat kegiatan bisnis (mall).

2. STUDI LITERATUR

2.1 Aplikasi Sistem Ketersediaan Slot Parkir

Sistem Parkir Untuk mengatur segala parkir kendaraan mobil, diperlukan suatu sistem untuk mengatur segala aktivitas parkir yang terjadi didalamnya. Beberapa persyaratan yang harus ada dalam sistem parkir adalah sebagai berikut (Kurniawan, Bobi,dkk, 2014):

- a. Adanya kecepatan dalam membaca dan menulis data parkir sehingga tidak terjadi antrian yang signifikan.
- b. Keakuratan dalam menghitung jumlah kendaraan yang parkir.
- c. Keamanan yang baik dalam hal keamanan kendaraan mobil maupun keamanan informasi yang ada.
- d. Database yang disusun dengan baik sehingga bisa menghasilkan berbagai laporan parkir yang sesuai dengan yang dibutuhkan.

2.2 Teknologi *Radio Frequency Identification*(RFID)

Radio Frequency Identification (RFID) merupakan teknologi wireless yang memanfaatkan gelombang elektromagnetik (RF). Teknologi RFID ini mampu melakukan identifikasi secara otomatis keberadaan seseorang atau suatu objek dengan cara memindahkan informasi dari suatu RFID Tag ke pembaca (*Reader*). Teknologi RFID akan mengidentifikasi secara unik suatu objek atau seseorang dan

menyediakan hubungan ke data dengan jarak tertentu (*contactless*), tanpa harus melihat secara langsung (*Line of Sight*) dan tidak mudah terpengaruh kondisi lingkungan sekitarnya. Suatu sistem RFID memiliki komponen pembaca RF (dikenal juga sebagai base stasiun atau interogator) dan Tag RF (atau *transponder*). Ketika Tag RFID terpasang pada benda-benda fisik yang memungkinkan suatu objek dapat diidentifikasi kepada pembaca RFID (*Reader*) melalui penggunaan komunikasi radio frekuensi.

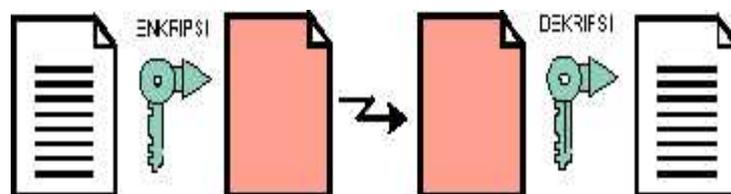
Terdapat pengelompokan menjadi 4 kategori berdasarkan frekuensi radio (Elisabeth,dkk, 2006)yaitu:

- a. Low frequency Tag (antara 125 ke 134kHz)
- b. High frequency Tag (13.56MHz)
- c. UHF Tag (868 sampai 956MHz)
- d. Microwave Tag (2.45GHz)

Kegunaan dari sistem RFID ini adalah untuk mengirimkan data dari piranti portable, yang dinamakan tag, dan kemudian dibaca oleh RFID reader dan kemudian diproses oleh aplikasi komputer yang membutuhkannya. Data yang dipancarkan dan dikirimkan tadi bisa berisi beragam informasi, seperti ID, informasi lokasi atau informasi lainnya seperti harga, warna, tanggal pembelian dan lain sebagainya (Y.Astuti, 2015). Jika di masa lalu barcode telah menjadi cara utama untuk pelacakan produk, kini sistem RFID menjadi teknologi pilihan untuk tracking manusia, hewan peliharaan, produk, bahkan kendaraan. Salah satu alasannya adalah kemampuan baca tulis dari sistem RFID aktif memungkinkan penggunaan aplikasi interaktif. Selain itu, tag juga dapat dibaca dari jarak jauh dan melalui berbagai substansi seperti salju, asap, es, ataucat (P. Rzki,dkk, 2012).

2.3 Metode Kriptografi untuk Pengamanan Data

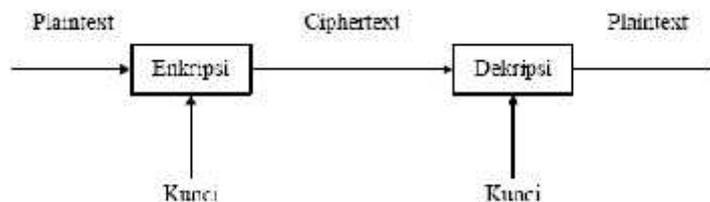
Secara etimologi, kriptografi berasal dari bahasa Yunani yaitu “kriptos” dan “graphia”. Kriptos dapat diartikan sebagai rahasia, sedangkan graphia dapat diartikan sebagai tulisan (Munir,R, 2006) merupakan ilmu yang digunakan untuk mempelajari tulisan rahasia dimana komunikasi dan data dapat dikodekan dan berfungsi mencegah orang yang tidak berwenang untuk memanipulasi informasi melalui sebuah teknik sehingga hanya pihak berwenang saja yang dapat mengetahui isi informasi tersebut (Kurniawan,Y, 2004).



Gambar 1.Konsep Penyandian Kriptografi

2.4 Prinsip Kerja Kriptografi

Pembakuan penulisan pada kriptografi dapat ditulis dalam bahasa matematika. Fungsi-fungsi yang mendasar dalam kriptografi adalah enkripsi dan dekripsi. Enkripsi adalah proses mengubah suatu pesan asli (plaintext) menjadi suatu pesan dalam bahasa sandi (ciphertext). Enkripsi merupakan bagian dari kriptografi, dan merupakan hal yang sangat penting supaya keamanan data yang dikirimkan bisa terjaga kerahasiaannya. Enkripsi bisa diartikan dengan chiperatau kode, dimana pesan asli (plaintext) diubah menjadi kode-kode tersendiri sesuai metode yang disepakati oleh kedua belah pihak, baik pihak pengirim pesan maupun penerima pesan (S.Pasanbu,Johni, 2016).



Gambar 2.Proses Enkripsi dan Dekripsi

2.5 Algoritma Kriptografi

Algoritma kriptografi disebut juga cipher yaitu aturan untuk enchiperling dan dechiperling atau fungsi yang digunakan untuk enkripsi dan dekripsi. Beberapa cipher memerlukan algoritma yang berbeda untuk enciphering dan dechiperling. Keamanan algoritma kriptografi sering diukur dari banyaknya kerja yang dibutuhkan untuk memecahkan chiperteks menjadi plainteks tanpa mengetahui kunci yang digunakan. Apabila semakin banyak proses yang diperlukan berarti juga semakin lama waktu yang dibutuhkan, maka semakin kuat algoritma tersebut dan semakin aman digunakan untuk menyandikan pesan. Dalam kriptografi terdapat dua macam algoritma kriptografi berdasarkan kuncinya, yaitu: algoritma simetris, algoritma asimetris dan fungsi Hash (Scheneier, Bruce, 1996).

2.6 Algoritma Hill Cipher

Hill Cipher merupakan penerapan aritmatika modulo pada kriptografi. Teknik kriptografi ini menggunakan sebuah matriks persegi sebagai kunci yang digunakan untuk melakukan enkripsi dan dekripsi. Hill Cipher diciptakan oleh Lester S. Hill pada tahun 1929 (Forouzan, Behrouz, 2006). Hill Cipher yang merupakan polyalphabetic cipher dapat dikategorikan sebagai block cipher, karena teks yang akan diproses akan dibagi menjadi blok- blok dengan ukuran tertentu. Setiap karakter dalam satu blok akan saling mempengaruhi karakter lainnya dalam proses enkripsi dan dekripsinya, sehingga karakter yang sama tidak dipetakan menjadi karakter yang sama pula. Hill Cipher termasuk kepada algoritma kriptografi klasik yang sangat sulit dipecahkan oleh kriptanalis apabila dilakukan hanya dengan mengetahui berkas ciphertext saja. Proses pengamanan data menggunakan metode kriptografi hill cipher sebagai berikut (Forouzan, Behrouz, 2006):

1. Proses Enkripsi
 - a. Susun Plaintext menjadi beberapa blok sesuai ordo matriks kunci.
 - b. Tentukan matriks kunci dengan ketentuan nilai determinan matriks kunci bilangan bulat ganjil positif atau negatif.
 - c. Lakukan proses enkripsi dengan menggunakan rumus:

$$C = MK \times MP \text{ Mod } n$$

Keterangan :

C = Cipherteks

MK = Matriks Kunci

MP = Matriks Plainteks

2. Proses Dekripsi
 - a. Tentukan nilai determinan X:

$$\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix} = ad - bc$$

- b. Tentukan nilai Y dengan rumus:

$$X \times Y = 1 \text{ Mod } 256$$

Keterangan :

X = Nilai Determinan Matriks Kunci

Y = Invers Multiplikasi

- c. Tentukan matriks invers dari MK:

$$K = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$$

$$K^{-1} = \begin{bmatrix} d & -b \\ -c & a \end{bmatrix}$$

d. Lakukan proses dekripsi dengan rumus:

$$P = Y \times \begin{bmatrix} d & -b \\ -c & a \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} C1 \\ C2 \end{bmatrix}$$

Keterangan:

P = Plainteks

Y = Invers Multiplikasi

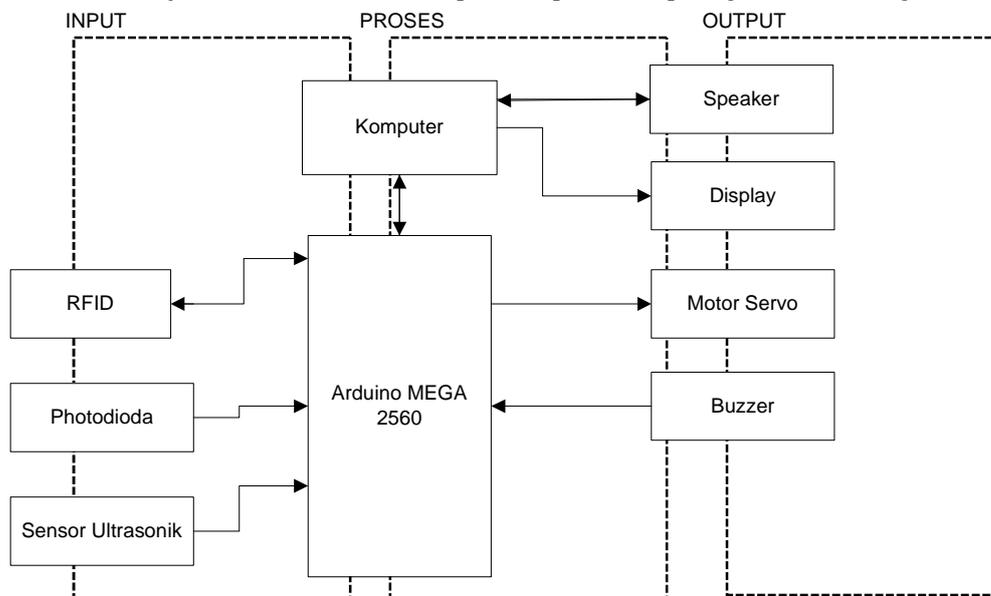
K^{-1} = Matriks Kunci Invers

MC = MatriksCipherteks

3. METODE PENELITIAN

3.1 Blok Diagram Sistem Ketersediaan Sot Parkir

Proses kerja sistem ketersediaan slot parkir dapat dilihat pada gambar blok diagram berikut ini:



Gambar 3. Blok Diagram Sistem Ketersediaan Slot Parkir

Proses kerja sistem pendeteksi ketersediaan slot parkir, diawali jika setiap pengendara melakukan tag kartu RFID, maka RFID berkomunikasi dua arah dengan arduino mega 2560 yang berfungsi sebagai mikrokontroler dan akan mengirimkan informasi data berupa ID.

3.2 Pengembangan Metode Kriptografi

Pada Penelitian sistem penataan lahan parkir ini, menggunakan metode kriptografi dalam bentuk algoritma hill cipher untuk menjaga keamanan data. Teknik hill cipher ini menggunakan sebuah matriks persegi sebagai kunci yang digunakan untuk melakukan enkripsi dan dekripsi. Algoritma hill cipher yang diimplementasikan pada kode ASCII mempunyai anggota sebanyak 256 karakter, sehingga semua perhitungan matriks menggunakan modulo 256. Perhitungan untuk keamanan data menggunakan metode kriptografi dalam bentuk algoritma hill cipher sebagai berikut

Perhitungan ID RFID : 161201802627

Plaintext = 161201802627

$$\text{Kunci} = \begin{bmatrix} 3 & 3 \\ 2 & 5 \end{bmatrix}$$

Proses enkripsi dan dekripsi:

1. Proses Enkripsi

Blok 1	Blok 2	Blok 3	Blok 4	Blok 5	Blok 6
--------	--------	--------	--------	--------	--------

1 6 1 2 0 1 8 0 2 6 2 7

49 54 49 50 48 49 56 48 50 54 50 55

a. Chipertext Blok 1 :

$$16 = \begin{bmatrix} 49 \\ 54 \end{bmatrix}$$

$$C = [MK \times MP \text{ Mod } 256]$$

$$C = \begin{bmatrix} 3 & 3 \\ 2 & 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 49 \\ 54 \end{bmatrix} \text{ Mod } 256$$

$$C = \begin{bmatrix} 509 \\ 368 \end{bmatrix} \text{ Mod } 256$$

$$C = \begin{matrix} 53 \\ 112 \end{matrix} = 5p$$

Perhitungan ID RFID : 1771222242649

Plaintext = 1771222242649

$$\text{Kunci} = \begin{bmatrix} 3 & 3 \\ 2 & 5 \end{bmatrix}$$

Proses enkripsi dan dekripsi:

1. Proses Enkripsi

Blok 1	Blok 2	Blok 3	Blok 4	Blok 5	Blok 6
--------	--------	--------	--------	--------	--------

1 7 7 1 2 2 2 2 4 2 6 4

49 55 55 49 50 50 50 50 52 50 54 52

a. Chipertext Blok 1 :

$$P = \begin{bmatrix} 49 \\ 55 \end{bmatrix}$$

$$C = MK \times MP \text{ Mod } 256$$

$$C = \begin{bmatrix} 3 & 3 \\ 2 & 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 49 \\ 55 \end{bmatrix} \text{ Mod } 256$$

$$C = \begin{bmatrix} 312 \\ 373 \end{bmatrix} \text{ Mod } 256$$

$$C = \begin{bmatrix} 56 \\ 117 \end{bmatrix}$$

2. Proses Dekripsi

Determinan nilai MK

$$K = \begin{bmatrix} 3 & 3 \\ 2 & 5 \end{bmatrix}$$

$$X = (a \times d) - (b \times c)$$

$$X = (3 \times 5) - (3 \times 2)$$

$$X = 9$$

Mencari invers modulo :

$$X \times Y = 1 \text{ Mod } 256$$

$$(9 \times Y) \text{ Mod } 256 = 1$$

$$Y = 57$$

a. Plaintext Blok 1 :

b.

$$P = Y \times \begin{bmatrix} d & -b \\ -c & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C1 \\ C2 \end{bmatrix} \text{ Mod } 256$$

$$P = 57 \times \begin{bmatrix} 5 & -3 \\ -2 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 56 \\ 117 \end{bmatrix} \text{ Mod } 256$$

$$P = \begin{bmatrix} -4047 \\ 13623 \end{bmatrix} \text{ Mod } 256$$

$$P = \begin{bmatrix} 49 \\ 55 \end{bmatrix}$$

Perhitungan ID RFID : 153612525210

Plaintext = 153612525210

$$\text{Kunci} = \begin{bmatrix} 3 & 3 \\ 2 & 5 \end{bmatrix}$$

Proses enkripsi dan dekripsi:

1. Proses Enkripsi

Blok 1	Blok 2	Blok 3	Blok 4	Blok 5	Blok 6						
1	5	3	6	1	2	5	2	5	2	1	0
49	53	51	54	49	50	53	50	53	50	49	48

Chipertext Blok 1 :

$$15 = \begin{bmatrix} 49 \\ 53 \end{bmatrix}$$

$$C = MK \times MP \text{ Mod } 256$$

$$C = \begin{bmatrix} 3 & 3 \\ 2 & 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 49 \\ 53 \end{bmatrix} \text{ Mod } 256$$

$$C = \begin{bmatrix} 306 \\ 363 \end{bmatrix} \text{ Mod } 256$$

$$C = \begin{bmatrix} 50 \\ 107 \end{bmatrix}$$

4. HASIL PENGUJIAN

Pengujian pertama yang dilakukan merupakan pengujian pencarian lokasi slot parkir ketika pengendara lupa dimana tempat slot memarkirkan kendaraannya. Pencarian lokasi slot parkir tersebut dilakukan dengan menggunakan identitas kendaraan berupa STNK yang telah diinput sebelumnya. Tabel 1 berikut ini merupakan tabel pengujian pencarian lokasi slot parkir bagi pengendara.

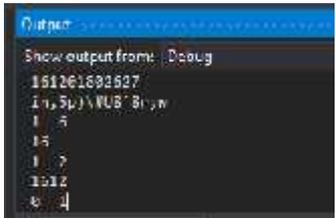
Tabel 2. Pengujian Pencarian Lokasi Slot Parkir Bagi Pengendara

Pengujian	Nomor Kendaraan	Lokasi Parkir	Gambar
1	D 4878 Y	A1	
2	B 2345 OK	A3	
3	BG 1111 N	B2	

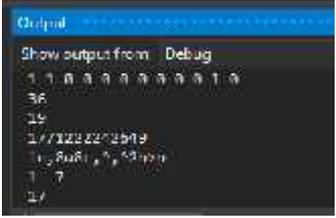
			
4	BG 1916 N	B4	

Pengujian berikutnya adalah pengujian yang dilakukan untuk menguji metode yang digunakan, yaitu pengujian metode kriptografi menggunakan algoritma Hill Cipher. Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan hasil antara perhitungan manual ID pada karti RFID dengan kartu RFID yang menggunakan Program C Sharp. Tabel 2 berikut ini merupakan tabel pengujian metode kriptografi menggunakan algoritma Hill Cipher.

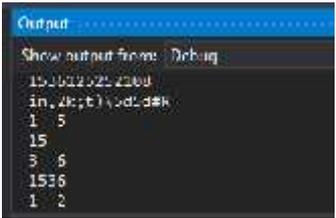
Tabel 2. Pengujian Metode Kriptografi Menggunakan Algoritma Hill Cipher

ID RFID	Kunci	Enkripsi	Kunci	Deskripsi	Gambar
1612018026 27	$\begin{bmatrix} 3 & 1 \\ 2 & 11 \end{bmatrix}$	5p)\#U8'8r;w	$\begin{bmatrix} 6 & -3 \\ -2 & 3 \end{bmatrix}$	161201802627	

Pengujian 2

1771222242 649	$\begin{bmatrix} 3 & 3 \\ 2 & 6 \end{bmatrix}$	8u8c,^,^2b>p	$\begin{bmatrix} 6 & -3 \\ -2 & 3 \end{bmatrix}$	1771222242649	
-------------------	--	--------------	--	---------------	--

Pengujian 3

1536125252 108	$\begin{bmatrix} 3 & 3 \\ 2 & 6 \end{bmatrix}$	2k;t)5d5d#R	$\begin{bmatrix} 6 & -3 \\ -2 & 3 \end{bmatrix}$	1536125252108	
-------------------	--	-------------	--	---------------	--

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem ketersediaan slot parkir dapat memberikan informasi slot parkir yang kosong dan dapat mencari lokasi slot parkir pengendara apabila pengendara lupa pada tempat lokasi parkirnya. Selanjutnya untuk pengujian pengaman data berupa metode kriptografi menggunakan algoritma Hill Cipher juga sudah dibuktikan, dimana terdapat hasil yang sama antara perhitungan kartu RFID secara manual dengan kartu RFID menggunakan program C Sharp.

5.2 Saran

Untuk penelitian lebih lanjut disarankan metode kriptografi untuk keamanan data dapat dilakukan dengan menggunakan 2 (dua) kunci atau lebih sehingga keamanan data yang ada pada kartu RFID tersebut menjadi lebih terjamin.

REFERENSI

- [1] A. A. P. Riyan. 2017. "Sistem Ketersediaan Slot Parkir Menggunakan Arduino Uno". Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- [2] Ardianto, dkk. 2015. "Perancangan Prototipe Sistem Parkir Cerdas Berbasis Mikrokontroler Atmega8535". Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [3] Arthur, dkk. 2017. "Pemodelan Sistem Pelacakan Lot Parkir Kosong Berbasis Sensor Ultrasonic dan Internet Of Things (IOT) Pada Lahan Parkir Diluar Jalan". Seminar Nasional Sains dan Teknologi. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [4] Elisabeth Ilie-Zudor, dkk. 2006. "The RFID Technology And Its Current Applications", In Proceeding of Modern Information Technology in The Inovation of The Industrial Enterprises-MITIP.
- [5] Forouzan, Behrouz. 2006. "Cryptography and Network Security". McGraw- Hill, New York.
- [6] Gumelar, Muhammad Gebby, dkk. 2016. "Analisis Sistem Pengenalan dan Keamanan Kriptografi Hill Cipher pada Plat Nomor Kendaraan". Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi.
- [7] Kurniawan, Bobi, dkk. 2014. "Perbaikan Sistem Parkir Kendaraan Bermotor Di Lingkungan Universitas Komputer Indonesia Dengan Menggunakan RFID dan Database". Majalah Ilmiah UNIKOM Vol 12, No. 2.
- [8] Kurniawan, Y. 2004. "Kriptografi Keamanan Internet dan Jaringan Komunikasi". Bandung: Informatika.
- [9] Lestari, Novi. 2017. "Rancang Bangun Pintu Otomatis Menggunakan Arduino Uno dan PIR Sensor di SMP Negeri Simpang". Jurnal STMIK Muralingau, Vol. 2 No.2.
- [10] M. B. Rhen. 2010. "Analisis Kriptografi Dalam Penentuan Cipherteks Kode ASCII Melalui Metode Aljabar Boolean".
- [11] M.E. Devid. 2015. "Perancangan system parkir dengan kartu barcode berbasis mikrokontroler ATmega16". Teknik Informatika, Universitas Kanjuruhan Malang.
- [12] Munir, R. 2006. "Kriptografi". Bandung: Informatika.
- [13] P. Rizki, dkk. 2012. "Perancangan Sistem Perparkiran Kendaraan Roda Empat Menggunakan Teknologi RFID". Universitas Sebelas Maret R.P. Galih, 2016. "Smart Parking Berbasis Arduino Uno". Universitas Negeri Yogyakarta.
- [14] R.P. Galih, 2016. Smart Parking Berbasis Arduino Uno. Universitas Negeri Yogyakarta.
- [15] Scheneier, Bruce. 1996. "Applied Cryptography: Protocols, Algorithms, and Source Code in C", 2nd Edition. John Wiley & Sons, New York.
- [16] Sembiring, Andy Pranata Putra. 2017. "Implementasi Algoritma Hill Cipher Dalam Penyandian Data Menggunakan Kode Ascii Memanfaatkan Digit Desimal Bilangan Euler".
- [17] S. Pasanbu, Johni. 2016. "Penerapan Algoritma Hill Cipher Dalam Pengamanan Data Dengan Teknik Enkripsi Dan Dekripsi".
- [18] W.H. Bayu, dkk. 2018. "System pengelolaan parkir dengan NFC". Universitas Brawijaya
- [19] Y. Astuti. 2015. "Radio Frequency Identification (RFID) Untuk Keamanan Parkir Sepeda Motor Di SMK X". Jurnal Teknologi Informasi.