

ANALISIS SISTEM PENGENALAN DAN KEAMANAN KRIPTOGRAFI HILL CIPHER PADA PLAT NOMOR KENDARAAN MENGGUNAKAN METODE TEMPLATE MATCHING

Ike Fibriani¹, Gebby Gumelar²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jember 68121

¹ikefibriani.teknik@unej.ac.id, ²gebbygumelar@gmail.com

ABSTRACT

Technology progress is closely related to human efficiency in doing their jobs, one of them is the parking system. The high frequency parking vehicle out of a parking space would allow a computer to replace the role of human. The researcher will make a system that can recognize license plate automatically and have security system toward the license plate itself. License plate recognizing system in this research uses template matching method. Data collection method was conducted in the afternoon and night to know the effect of light intensity level toward system performance. In the afternoon, there were 9 of 10 correctly identified test images (90% accuracy). However, at night there were 8 of 10 correctly identified test images (80% accuracy). As a result, the total of system accuracy in the identification process was 85%. In the angle test of 0° and -15° were obtained an accuracy 16.7% and 6.7%, while in the other angles can't be identified correctly. In the distance test of 1m was obtained an accuracy 12.7%, whereas in the other distance tests cannot be identified correctly. In data security process, the identified test images (in this case as plaintext) will be encrypted using cryptography hill cipher algorithm. From 20 plaintext data, there were 20 data that encrypted correctly, in other words cryptography hill cipher algorithm accuracy in the system was 100%.

Keywords: *Cryptography hill cipher, License plate, Template matching.*

ABSTRAK

Kemajuan teknologi berkaitan erat dengan efisiensi manusia dalam melakukan pekerjaannya, salah satunya adalah pada sistem perparkiran. Semakin tinggi frekuensi kendaraan yang keluar masuk suatu tempat parkir akan memungkinkan komputer untuk menggantikan peran manusia dalam melakukan pencatatan plat nomor kendaraan. Pada penelitian ini akan dibuat suatu sistem yang dapat mengenali plat nomor dan memiliki sistem keamanan terhadap data plat nomor itu sendiri. Sistem pengenalan plat nomor pada penelitian ini menggunakan metode *template matching*. Pengambilan data dilakukan pada saat siang dan malam hari. Pada pengambilan data siang hari, dari 10 citra uji terdapat 9 citra yang teridentifikasi dengan benar (akurasi 90%). Sedangkan pada malam hari, dari 10 citra uji terdapat 8 citra yang teridentifikasi dengan benar (akurasi 80%). Sehingga, total akurasi sistem dalam melakukan proses identifikasi adalah sebesar 85%. Pada uji sudut 0° dan -15° diperoleh nilai akurasi sebesar 16,7% dan 6,7%, sedangkan pada sudut lainnya tidak dapat teridentifikasi dengan benar. Pada uji jarak 1m diperoleh nilai akurasi sebesar 12,7%, sedangkan pada uji jarak lainnya tidak ada yang teridentifikasi dengan benar. Pada proses keamanan data, citra yang telah teridentifikasi (dalam hal ini sebagai plaintext) akan dienkripsi menggunakan algoritma *kriptografi hill cipher*. Dari 20 data plaintext, terdapat 20 data yang terenkripsi dengan benar, dengan kata lain akurasi algoritma kriptografi hill cipher pada sistem adalah 100%.

I. PENDAHULUAN

Seiring berkembang pesatnya kemajuan teknologi, kejahatan dan pelanggaran masyarakat terhadap aturan-aturan yang telah ditentukan juga semakin rentan terjadi. Hal ini membutuhkan suatu sistem keamanan dengan tingkat efisiensi yang baik. Suatu sistem keamanan sangat dibutuhkan pada berbagai bidang, salah satunya adalah pengenalan atau pendeteksian plat nomor suatu kendaraan pada tempat parkir. Saat ini sistem yang digunakan dalam mencatat plat nomor masih banyak yang dilakukan secara manual. Hal ini akan memakan waktu dan tenaga kerja yang banyak sehingga mengurangi efisiensi, namun akan lebih mudah jika sistem indentifikasi ini dilakukan secara otomatis. Proses pengenalan karakter pada penelitian ini menerapkan metode *template matching* dengan cara membandingkan obyek dengan database yang tersedia, sehingga menghasilkan output nomor kendaraan bermotor berupa teks.

Pada penelitian ini, pengambilan citra uji dilakukan pada saat siang dan malam hari untuk mengetahui pengaruh intensitas cahaya terhadap kinerja sistem. Selain itu juga dilakukan pengambilan citra uji dengan berbagai variasi sudut dan jarak untuk mengetahui posisi terbaik untuk identifikasi karakter. Pada penelitian sebelumnya yang berjudul "Recognition of Vehicle Number Plate Using Matab" [1], tidak ada variasi sudut dan jarak pada saat proses pengambilan citra uji. Citra uji diambil sejajar dengan posisi plat nomor. Selain itu, pada penelitian sebelumnya juga masih belum ada perbandingan intensitas cahaya yang digunakan pada saat pengambilan citra uji.

Pengenalan plat nomor masih belum memiliki tingkat keamanan yang diharapkan. Semakin berkembang pesatnya teknologi memungkinkan suatu informasi dapat disalah gunakan oleh pihak-pihak tertentu dan menyebabkan kerugian bagi pemilik informasi, maka dari itu dibutuhkan suatu teknik penyandian data yang disebut kriptografi. Kriptografi merupakan seni dalam menyimpan atau merahasiakan pesan dari penerima yang tidak berhak, dalam hal ini pesan asli dari pengirim disebut plaintext dan pesan yang disembunyikan disebut

ciphertext. Teknik kriptografi yang digunakan pada penelitian ini adalah teknik hill cipher. Proses inti dari penelitian ini cukup sederhana, yaitu merubah input citra digital yang berupa gambar plat nomor kendaraan menjadi keluaran berformat teks, untuk selanjutnya data teks hasil keluaran tersebut akan di enkripsi untuk memberikan tingkat keamanan pada sistem.

II. METODELOGI

Metode Pada penelitian ini akan dianalisis proses pengenalan plat nomor suatu kendaraan bermotor menggunakan teknik pengolahan citra digital dengan metode *template matching*, kemudian hasil dari pengenalan tersebut nantinya akan dienkrpsi menggunakan algoritma kriptografi hill cipher.

1. Blok Sistem

Tahapan pertama pada sistem adalah proses pengola-han citra digital untuk mengidentifikasi karakter plat nomor dengan menggunakan metode *template matching*. Karakter plat nomor yang telah teridentifikasi kemudian dilanjutkan dengan proses keamanan data menggunakan kriptografi hill cipher, sehingga keluaran dari sistem ini berupa karakter plat nomor kendaraan dalam bentuk ciphertext. Data hasil keluaran dari sistem ini selanjutnya akan diuji dan dianalisis. Diagram blok sistem dapat dilihat pada gambar 1.

2. Flowchart Penelitian

Pada sistem dipenelitian ini dibagi menjadi dua tahapan. Tahapan pertama adalahtahapan Identifikasi dan kedua merupakan tahapan penyandian karakter plat nomor. Flowchart sistem dapat dilihat pada gambar 2.

Pada proses identifikasi, bahan sebagai masukan berupa citra uji dan database karakter. Proses pre-processing citra meliputi resizing, grayscale, filtering, dilasi, erosi, dll. Citra hasil pre-processing dilanjutkan dengan proses ekstraksi karakter untuk mendapatkan enam karakter plat nomor. Citra hasil Ekstraksi diproses dalam sebuah

metode yang dinamakan metode *template matching*. Metode *template matching* pada penelitian ini adalah *template matching correlation*. Pada metode ini dilakukan perbandingan citra uji dengan database dan tahapan Identifikasi dan kedua merupakan tahapan penyandian karakter plat nomor. Flowchart sistem dapat dilihat pada gambar 2.

Pada proses identifikasi, bahan sebagai masukan berupa citra uji dan database karakter. Proses pre-processing citra meliputi resizing, grayscaling, filtering, dilasi, erosi, dll. Citra hasil pre-processing dilanjutkan dengan proses ekstraksi karakter untuk mendapatkan enam karakter plat nomor. Citra hasil Ekstraksi diproses dalam sebuah metode yang dinamakan metode *template matching*. Metode *template matching* pada penelitian ini adalah *template matching correlation*. Pada metode ini dilakukan perbandingan citra uji dengan database dan akan dipilih database yang memiliki nilai korelasi yang paling tinggi. Nilai korelasi antara citra uji dan citra pada database dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [2].

$$r = \frac{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_i)(x_{jk} - x_j)}{\sqrt{(\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_i)^2) (\sum_{k=1}^n (x_{jk} - x_j)^2)}} \quad (1)$$

$$x_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_{ik} \quad (2)$$

$$x_j = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_{jk} \quad (3)$$

Keterangan :

r = nilai korelasi antara dua buah matriks

x_{ik} = nilai pixel ke-k pada matriks i

x_{jk} = nilai pixel ke-k pada matriks j

x_i = rata-rata nilai pixel matriks i

x_j = rata-rata nilai pixel matriks j

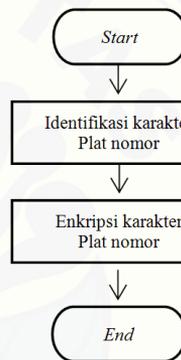
n = jumlah pixel pada suatu matriks

Pada proses keamanan data, metode yang digunakan adalah metode kriptografi hill cipher. Pada algoritma ini dibutuhkan masukan *plaintext* dan kunci (*key*). *Plaintext* disini merupakan karakter hasil pengenalan plat nomor, sedangkan kunci yang digunakan berupa matrik 2x2 yang memiliki determinan 1 atau -1. Langkah pertama adalah inialisasi variabel yang dilanjutkan dengan mengkonversi *plaintext* kedalam nilai ASCII. Proses berikutnya adalah mengalikan

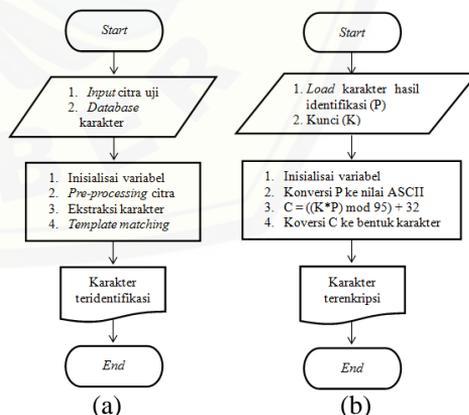
plaintext dengan kunci kemudian dimodulo dengan 95, karena karakter pada ACII yang digunakan adalah 95. Hasil dari proses modulo selanjutnya dijumlahkan dengan 32, karena 32 karakter awal pada ASCII tidak digunakan. Nilai yang didapat dari proses perhitungan kemudian dikonversi kebentuk karakter kembali, karakter inilah yang kemudian ditampilkan sebagai output dari sistem.



Gambar 1. Blok sistem penelitian



Gambar 2. Flowchart system

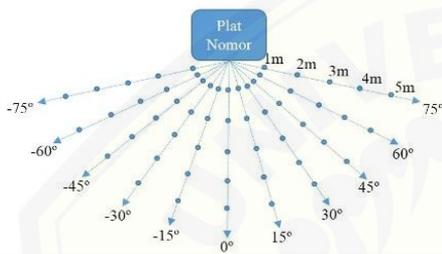


Gambar 3. (a) Flowchart proses identifikasi karakter, (b) Flowchart proses enkripsi karakter

3. Pengambilan Data

Data pada penelitian ini adalah citra plat nomor kendaraan roda 4 yang memiliki

jumlah karakter 6 dan memenuhi standar kepolisian RI. Pengambilan data dilakukan saat siang dan malam hari pada kondisi terbuka. Pengambilan data menggunakan kamera cannon 1100D beresolusi 12MP. Pengambilan data dibagi menjadi 2 tahapan, Tahapan pertama sebanyak 20 citra yang diambil dengan posisi kamera sejajar dengan obyek dengan jarak 1m. Pada kedua dilakukan pengambilan data sebanyak 6 citra (3 citra diambil saat siang hari dan 3 citra diambil saat malam hari). Pada setiap plat nomor diambil berdasarkan sudut-sudut dan jarak yang telah ditentukan pada gambar 4.



Gambar4. Skema pengambilan data untuk uji sudut dan jarak

Pada gambar 4 terdapat titik-titik berwarna biru, pada titik-titik tersebut merupakan posisi pengambilan citra plat nomor. Pada setiap plat nomor yang diuji nantinya akan diambil gambar sebanyak 55 citra uji dari berbagai sudut dan jarak sesuai dengan skema. Sudut pengambilan gambar adalah -75° , -60° , -45° , -30° , -15° , 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , dan 75° terhadap plat nomor yang diuji. Pada masing-masing sudut dilakukan pengambilan data sebanyak 5 kali dengan jarak yang berbeda-beda, yaitu 1m, 2m, 3m, 4m, dan 5m. Pada setiap pengambilan gambar, jarak kamera dengan tanah adalah 0,5m.

4. Pengujian Data

Pengujian hasil identifikasi plat nomor dilakukan dengan cara melakukan perbandingan antara karakter plat nomor (*image*) dengan karakter plat nomor (*text*). Jumlah data benar nantinya akan dihitung terhadap jumlah total dari citra uji yang digunakan. Sedangkan pada proses enkripsi, pengujian dilakukan dengan cara membandingkan keluaran dari sistem total yang berupa ciphertext dengan karakter *ciphertext* yang dihitung secara manual.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1 Analisa Sistem Pengenalan Plat Nomor Menggunakan Metode *Template matching*

Pada proses identifikasi dibutuhkan beberapa tahapan untuk mendapatkan karakter-karakter yang diinginkan. Berikut beberapa tahapan yang harus dilakukan.

1.1 Input Citra

Pada penelitian ini citra yang digunakan berwarna RGB dengan format .jpg dengan ukuran *pixel* yang beragam, mulai dari 311×181 *pixel* hingga 748×415 *pixel*.

1.2 Pre-processing Image

Pada *Pre-processing* citra terdiri dari beberapa proses pengolahan citra, diantaranya adalah *resizing image*, *grayscale*, *dilation*, erosi, dll.

a. Grayscale

Pada citra *grayscale* hanya memiliki satu nilai kanal pada setiap *pixel*nya, artinya nilai *red*, *green*, dan *blue* adalah sama besar.

b. Median Filtering

Konsep dasar *median filter* adalah memilih nilai tengah dari nilai-nilai *pixel* tetangganya. Pada penelitian ini digunakan matriks ketetanggaan 3×3 . Kualitas hasil *filtering* diukur menggunakan MSE dan PSNR. MSE (*Mean Squared Error*) merupakan selisih antara citra asli dengan citra hasil *filtering*. Sedangkan PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*) merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui kualitas citra hasil *filtering*. Berikut Persamaan yang digunakan untuk mencari nilai MSE dan PSNR [3].

$$MSE = \frac{\sum |f(i,j) - F(i,j)|^2}{N^2} \quad (5)$$

N^2 merupakan hasil perkalian panjang dan lebar citra. $F(i,j)$ merupakan citra hasil *filtering*, dan $f(i,j)$ adalah citra asal.

$$PSNR = 20 \log_{10} \left(\frac{255}{RMSE} \right) \quad (6)$$

Jika dilakukan perbandingan antara data siang dan malam hari, kualitas citra hasil *filtering* pada siang hari cenderung lebih baik. Hal ini dibuktikan dengan nilai rata-rata

PSNR pada siang hari lebih tinggi. Nilai MSE yang lebih rendah pada siang hari juga menunjukkan bahwa kualitas citra saat pengambilan data siang hari lebih baik. Berikut hasil perhitungan nilai MSE dan PSNR pada pengambilan data tahap 1

Tabel 1. Hasil Pengukuran MSE dan PSNR (Siang Hari)

No.	No plat	MSE	PSNR (dB)
1	W454RK	0,9618	48,3000
2	P329QI	0,3329	52,9081
3	P838TO	1,1845	47,3953
4	P215CA	0,2030	55,0562
5	P750NL	0,8577	48,7974
6	P805KU	1,0694	47,8396
7	P657ZS	0,4584	51,5181
8	P973VO	0,8888	48,6429
9	P875TL	2,8463	43,5880
10	P759DJ	0,8403	48,8863
Rata-rata		0,9643	49,2932

Tabel 2. Hasil Pengukuran MSE dan PSNR (Malam Hari)

No.	No plat	MSE	PSNR (dB)
1	P847DH	0,9629	48,2963
2	P742KL	0,6233	50,1840
3	P1927S	0,9626	48,2936
4	P759KL	0,6267	50,1603
5	N11NDY	1,2945	47,0097
6	P422KA	0,4568	51,5336
7	P446DK	0,8770	48,7007
8	P882TL	1,9306	45,2740
9	N782DI	0,9184	48,5006
10	P960DG	0,3715	52,4309
Rata-rata		1	48,341

c. Dilasi dan Erosi

Dilasi merupakan proses pembesaran batas dari obyek citra uji sehingga obyek akan terlihat lebih besar. Sedangkan pada proses erosi, *pixel-pixel* pada batas obyek dikurangi bahkan dihilangkan.

d. Konvolusi

Pada penelitian ini, teknik konvolusi dilakukan dua kali yang bertujuan untuk mendeteksi tepi. Tepi-tepi yang di deteksi pada obyek akan terlihat lebih terang.

e. Binerisasi

Citra biner merupakan sebuah citra yang memiliki 2 nilai derajat keabuan, yaitu warna hitam dan putih. *Pixel* berwarna hitam bernilai 1 dan *pixel* berwarna putih bernilai 0.

f. Thining

Thining (penipisan) bertujuan untuk mereduksi obyek menjadi lebih kecil atau menjadi rangka saja. Tujuan penipisan untuk mengurangi bagian-bagian yang tidak perlu.

g. Seleksi Obyek

Pada tahapan terakhir *pre-processing image*, dilakukan proses seleksi obyek. Pada proses ini, obyek yang memiliki luasan kurang dari 100 *pixel* akan dihilangkan dari citra.

1.3 Ekstraksi Karakter

Pada proses ekstraksi karakter, sistem akan melakukan segmentasi karakter yang berjumlah 6 karakter. Pencarian karakter dilakukan dengan cara membandingkan dimensi dan titik koordinat karakter satu dengan lainnya. Keenam karakter pada plat nomor memiliki dimensi tinggi yang sama, hal ini dapat mempermudah proses pencarian karakter. Sedangkan koordinat karakter pada plat nomor memiliki koordinat yang sama antara karakter satu dengan yang lainnya. Koordinat yang dimaksud adalah koordinat pada sumbu y. Pada penelitian ini, teknik *template matching* yang digunakan adalah *template matching correlation*. Metode *template matching correlation* adalah metode pencocokan antara citra uji dengan citra *database* dimana hasil pencocokan tertinggi akan diputuskan menjadi keluaran dari sistem. Jika dilakukan perbandingan, nilai korelasi pada siang hari memiliki nilai yang lebih tinggi dengan nilai rata-rata sebesar 0,6834, sedangkan pada malam hari memiliki nilai 0,6492. Pada data tabel 3 dan 4 terdapat beberapa data yang tidak teridentifikasi dengan benar. Hal ini dikarenakan citra hasil proses ekstraksi karakter yang kurang baik sehingga citra hasil ekstraksi lebih menyerupai karakter lain.

1.4 Template matching

Tabel 3. Nilai Korelasi Tertinggi Antara Citra Hasil Ekstraksi dengan Citra *Database* pada Siang Hari

No.	No. Plat	Nilai Korelasi Tertinggi pada Karakter Plat Nomor Ke-						Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	
1.	W454RK	0.3648	0.5455	0.4974	0.5470	0.7009	0.5558	0,5352
2.	P329QI	0.8872	0.7616	0.7748	0.8702	0.8054	0.4913	0,7651
3.	P838TO	0.6576	0.8258	0.7642	0.6972	0.7608	0.7917	0,7495
4.	P215CA	0.7910	0.6517	0.5233	0.4879	0.6834	0.6619	0,6332
5.	P750NL	0.6879	0.6679	0.4639	0.7579	0.5596	0.8478	0,6641
6.	P805KU	0.6663	0.6971	0.7834	0.4055	0.6279	0.7255	0,6509
7.	P657ZS	0.8003	0.7326	0.4617	0.7139	0.7227	0.5783	0,6682
8.	P973VO	0.7695	0.7760	0.7238	0.7400	0.7469	0.7364	0,7488
9.	P875TL	0.7370	0.7316	0.6203	0.4254	0.8797	0.8130	0,7012
10.	P759DJ	0.7583	0.7758	0.5573	0.7994	0.5956(O)	0.8231	0,7183
Rata-rata								0,6834

Keterangan. Data berwarna merah merupakan data yang tidak dapat diidentifikasi dengan benar

Tabel 4. Nilai Korelasi Tertinggi Antara Citra Hasil Ekstraksi dengan Citra *Database* pada Malam Hari

No.	No. Plat	Nilai Korelasi Tertinggi pada Karakter Plat Nomor Ke-						Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	
1.	P847DH	0.7714	0.7889	0.4429	0.8190	0.5846	0.6467	0,6756
2.	P742KL	0.6402	0.7251	0.5536	0.5775	0.5506	0.6851	0,6220
3.	P1927S	0.6991	0.4616	0.7218	0.6050	0.7159	0.5435	0,6245
4.	P759KL	0.7221	0.6239	0.5611	0.7495	0.4764	0.7003	0,6389
5.	N11NDY	0.2892	0.4682	0.5148	0.6386	0.5214	0.8254	0,5429
6.	P422KA	0.8141	0.5419	0.6151	0.6421	0.7074	0.7689	0,6816
7.	P446DK	0.7598	0.5107	0.5472	0.7400	0.7068	0.5768	0,6402
8.	P882TL	0.4748	0.7286(O)	0.6423	0.5996	0.8047	0.9111	0,6935
9.	N782DI	0.6322	0.6382	0.8173	0.5156	0.7434	0.5279	0,6458
10.	P960DG	0.7328	0.7798	0.8281	0.7975	0.6089(B)	0.6169(C)	0,7273
Rata-rata								0,6492

Keterangan. Data berwarna merah merupakan data yang tidak dapat diidentifikasi dengan benar

1.5 Hasil Pengujian Data Sistem Pengenalan Nomor Plat Menggunakan Metode *Templat Matching*

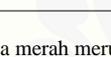
a. Pengambilan Data Tahap 1

Tabel 5. Hasil Pengambilan Data pada Siang Hari

No.	Citra	Nomor Plat	Dikenali Sebagai	Ket.
1.		W454RK	W454RK	Benar
2.		P329QI	P329QI	Benar
3.		P838TO	P838TO	Benar
4.		P215CA	P215CA	Benar
5.		P750NL	P750NL	Benar
6.		P805KU	P805KU	Benar
7.		P657ZS	P657ZS	Benar
8.		P973VO	P973VO	Benar
9.		P875TL	P875TL	Benar
10.		P759DJ	P759OJ	Salah
Akurasi				90%

Keterangan. Karakter berwarna merah merupakan karakter yang tidak dapat diidentifikasi dengan benar

Tabel 6. Hasil Pengambilan Data pada Malam Hari

No	Citra	Nomor Plat	Dikenali Sebagai	Ket.
1.		P847DH	P847DH	Benar
2.		P742KL	P742KL	Benar
3.		P1927S	P1927S	Benar
4.		P759KL	P759KL	Benar
5.		N11NDY	N11NDY	Benar
6.		P422KA	P422KA	Benar
7.		P446DK	P446DK	Benar
8.		P882TL	P082TL	Salah
9.		N782DI	N782DI	Benar
10.		P960DG	P960BC	Salah
Akurasi				80%

Keterangan. Karakter berwarna merah merupakan karakter yang tidak dapat diidentifikasi dengan benar

Tabel 7. Data Hasil Uji Sudut

Sudut (°)	Jumlah citra uji	Jumlah citra teridentifikasi benar		Total	Akurasi (%)
		siang	malam		
-75	30	-	-	-	0
-60	30	-	-	-	0
-45	30	-	-	-	0
-30	30	-	-	-	0
-15	30	1	1	2	6,7
0	30	3	2	5	16,7
15	30	-	-	-	0
30	30	-	-	-	0
45	30	-	-	-	0
60	30	-	-	-	0
75	30	-	-	-	0

Tabel 8. Jumlah Hasil Uji Jarak

Jarak (m)	Jumlah Citra Uji	Jumlah citra yang teridentifikasi benar		Total Akurasi (%)
		siang	malam	
1	55	4	3	12,7
2	55	-	-	0
3	55	-	-	0
4	55	-	-	0
5	55	-	-	0

2. Analisa Algoritma Hill Cipher pada Sitem Keamanan Plat Nomor Kendaraan

Pada penelitian ini, teknik keamanan data yang digunakan adalah algoritma kriptografi hill cipher. Pada algoritma ini, teknik yang digunakan adalah teknik perkalian matriks dan berbagai operasi aritmatika. Berikut langkah-langkah proses enkripsi data [4].

2.1 Konversi Plaintext Kedalam Nilai ASCII

Plaintext “W454RK” memiliki hasil konversi ASCII “87 52 53 52 82 75”, dengan bentuk matriks sebagai berikut.

$$P = \begin{bmatrix} 87 & 53 & 82 \\ 52 & 52 & 75 \end{bmatrix}$$

2.2 Proses Komputasi

Pada penelitian ini digunakan kunci matriks ordo 2x2 dengan determinan 1 atau -1.

$$K = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$$

$$C = ((KxP) \text{ mod } 95) + 32 \quad (7)$$

$$= \left(\left(\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 87 & 53 & 82 \\ 52 & 52 & 75 \end{bmatrix} \right) \text{ mod } 95 \right) + 32$$

$$= \left(\begin{bmatrix} 52 & 52 & 75 \\ 191 & 157 & 232 \end{bmatrix} \text{ mod } 95 \right) + 32$$

$$= \begin{bmatrix} 52 & 52 & 75 \\ 1 & 62 & 42 \end{bmatrix} + 32$$

$$= \begin{bmatrix} 84 & 84 & 107 \\ 33 & 94 & 74 \end{bmatrix}$$

Penjumlahan angka 32 dan modulo 95 digunakan karena terdapat 32 karakter awal tabel ASCII yang tidak digunakan, dan hanya menggunakan 95 karakter terakhir.

2.3 Konversi Ciphertext Kedalam Karakter ASCII

Hasil proses komputasi, ciphertext masih dalam bentuk nilai, sehingga diperlukan proses konversi ke bentuk karakter.

$$\begin{bmatrix} 84 & 84 & 107 \\ 33 & 94 & 74 \end{bmatrix} \text{ dikonversi menjadi } \begin{bmatrix} T & T & k \\ l & ^ & j \end{bmatrix}$$

Maka, hasil enkripsi algoritma kriptografi hill cipher dari nomor plat “W454RK” adalah “T!T^kJ”

2.4 Hasil Pengujian Algoritma Kriptografi Hill Cipher

Tabel 9. Data Pengujian kriptografi Hill Cipher Siang Hari

No	Plain text	Cipher text (keluaran sistem)	Cipher text (manual)	Ket.
1	W454R K	T!T^kJ	T!T^kJ	Benar
2	P329QI	SwYeiE	SwYeiE	Benar
3	P329QI	X"XdoT	X"XdoT	Benar
4	P215CA	RuU\`a'	RuU\`a'	Benar
5	P750NL	W PVIH	W PVIH	Benar
6	P805KU	X"U[uW	X"U[uW	Benar
7	P657ZS	V}Wdsb	V}Wdsb	Benar
8	P973VO	Y\$S^oV	Y\$S^oV	Benar
9	P875TL	X"UbiN	X"UbiN	Benar
10	P759OJ	W YhjE	W YhjE	Benar
Akurasi				100%

Tabel 10. Data Pengujian kriptografi Hill Cipher Malam Hari

No	Plain text	Cipher text (keluaran sistem)	Cipher text (manual)	Ket.
1	P847DH	X"Wch6	X"Wch6	Benar
2	P742KL	W RYIE	W RYIE	Benar
3	P1927S	QsR^s?	QsR^s?	Benar
4	P759KL	W YhlE	W YhlE	Benar
5	N11NDY	Qqn/yX	Qqn/yX	Benar
6	P422KA	TyRWa/	TyRWa/	Benar
7	P446DK	TyVak<	TyVak<	Benar
8	P082TL	PqRjIN	PqRjIN	Benar
9	N782DI	W}Rji8	W}Rji8	Benar
10	P960BC	Y\$Pwc*	Y\$Pwc*	Benar
Akurasi				100%

Pengujian akurasi dari proses kriptografi hill cipher dilakukan dengan cara melakukan perbandingan antara keluaran akhir pada sistem dengan hasil perhitungan manual. Berdasarkan pada data tabel 9 dan tabel 10, terdapat 20 data benar dari total 20 data uji, atau dengan kata lain sistem algoritma kriptografi hill cipher ini memiliki tingkat akurasi 100%.Pengambilan data pada siang ataupun malam hari tidak berpengaruh pada sistem enkripsi algoritma hill cipher.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengambilan dan analisis data dari penelitian ini dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan tabel 5 dan tabel 6, tingkat intensitas cahaya saat pengambilan data dapat menentukan akurasi pengenalan karakter plat nomor. Pada pengambilan

data tahap 1 diperoleh tingkat akurasi pada siang hari sebesar 90% dan pada malam hari sebesar 80%, sehingga total akurasi sebesar 85%. Pada pengambilan data tahap 2, sudut 0° merupakan sudut terbaik untuk proses identifikasi karakter. Pada uji sudut 0° diperoleh nilai akurasi sebesar 16,7% dan pada uji sudut -15° memiliki nilai akurasi sebesar $6,7^{\circ}$. Sedangkan pada uji sudut lainnya tidak ada citra uji yang teridentifikasi dengan benar. Pada uji jarak, jarak 1m merupakan jarak paling ideal untuk mendapatkan nilai akurasi yang terbaik dengan nilai akurasi sebesar 12,7%. Sedangkan pada jarak lainnya tidak ada citra uji yang teridentifikasi dengan benar.

2. Berdasarkan tabel 9 dan tabel 10 pada data hasil proses enkripsi kriptografi hill cipher, dari 20 data uji yang digunakan terdapat 20 data uji yang berhasil dienkripsi dengan benar, atau dengan kata lain sistem ini memiliki tingkat akurasi sebesar 100%.

Beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah:

1. Perbandingan metode yang digunakan pada proses pengenalan karakter ataupun pada proses keamanan data untuk mengetahui kelemahan dan kelebihan masing-masing metode
2. Sistem pengenalan pada plat nomor dapat mengidentifikasi jumlah karakter plat nomor yang beragam.
3. Peningkatan akurasi pada sudut-sudut dan jarak-jarak yang bervariasi

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bhat R., Mehandia B. 2014. Jurnal "Recognition of Vehicle Number Plate Using Matlab". ECE Departement Gurgaon Intitue of Technology & Management. Gurgaon, India
- [2] Hartanto S., Sugiharto A., &Endah S. N. 2012. Jurnal: "Optical Character Recognition Menggunakan Algoritma Template Matching Correlation". Jurusan Informatika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro. Semarang.

- [3] Raju K. M. S., Nasir M. S., Devi T. M., 2013. Jurnal "Filtering Techniques to reduce Speckle Noise and Image Quality Enhancement methods on Satellite Images". Department of Computer Science, Jazan University, Jazan, Kingdom of Saudi Arabia .
- [4] Puspita N. P., Bahtiar N. 2010. Jurnal: "Kriptografi Hill Cipher dengan Menggunakan Operasi Matriks". Jurusan Matematika FMIPA Universitas Diponegoro. Semarang.