



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

**SKRIPSI**

Oleh

**Muhammad Gebby Gumelar  
NIM 121910201056**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**



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

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Muhammad Gebby Gumelar  
NIM 121910201056**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**

## PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia-Nya hingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini merupakan langkah awal kesuksesan yang saya raih sebelum menuju kesuksesan selanjutnya dalam hidup saya. Dengan penuh rasa syukur dengan ketulusan hati saya persembahkan karya ini kepada:

1. Ibu saya tercinta Ir. Sukarlin Ambar Wati yang telah mendidik, membesarkan, memberi cinta dan kasih sayang serta doa yang tiada putus hingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini, dan saya persembahkan gelar yang saya dapatkan untuk beliau;
2. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai dengan Perguruan Tinggi;
3. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

## MOTO

Barang siapa keluar untuk mencari ilmu maka dia berada  
di jalan Allah. (HR. Turmudzi)<sup>\*)</sup>

Jika kau menghamba kepada ketakutan kita memperpanjang barisan  
perbudakan.<sup>\*\*)</sup>



---

<sup>\*)</sup> Afif K. A., & Antoro K. M. 2015. *Koleksi Tanya Jawab Agama Islam*. Yogyakarta: Pustaka Ilmu Sunni Salafiyah KTB.

<sup>\*\*)</sup> TEMPO. 2003. *Prahara Orde Baru WIJI THUKUL*. Jakarta: KPG.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Muhammad Gebby Gumelar

NIM : 121910201056

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Analisis Sistem Pengenalan dan Keamanan Kriptografi Hill Cipher pada Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Metode *Template Matching*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 11 November 2016

Yang menyatakan,

Muhamad Gebby Gumelar

NIM. 121910201056

**SKRIPSI**

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

Oleh

Muhammad Gebby Gumelar  
NIM 121910201056

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Bambang Supeno, S.T., M.T  
Dosen Pembimbing Anggota : Dodi Setiabudi, S.T., M.T.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Analisis Sistem Pengenalan dan Keamanan Kriptografi Hill Cipher pada Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Metode *Template Matching*”

karya Muhammad Gebby Gumelar telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Jumat, 11 November 2016

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember.

**Tim Penguji:**

Ketua,

Bambang Supeno, S.T., M.T.  
NIP 196906301995121001

Anggota II,

Khairul Anam, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP 197804052005011002

Anggota I,

Dodi Setiabudi, S.T., M.T.  
NIP 198405312008121004

Anggota III,

M. Agung Prawira Negara, S.T., M.T.  
NIP 198712172012121003

Mengesahkan  
Dekan,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M  
NIP 196612151995032001



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

*(The Analysis of Identification and Security Cryptography Hill Cipher System at  
License Plate Using Template Matching Method)*

M. Gebby Gumelar<sup>1</sup>, Ike Fibriani<sup>2</sup>, Dodi Setiabudi<sup>3</sup>, Bambang Supeno<sup>4</sup>

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Jember (UNEJ)

Jln. Kalimantan 37, Jember 68121

\*Email: [gebbygumelar@gmail.com](mailto:gebbygumelar@gmail.com)

**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  $0^{\circ}$  dan  $-15^{\circ}$  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%.

**Kata kunci:** Kriptografi Hill Cipher, Plat nomor, *Template matching*.



**THE ANALYSIS OF IDENTIFICATION AND SECURITY CRIPTOGRAPHY  
HILL CIPHER SYSTEM AT LICENSE PLATE USING TEMPLATE  
MATCHING METHOD**

M. Gebby Gumelar<sup>1</sup>, Ike Fibriani<sup>2</sup>, Dodi Setiabudi<sup>3</sup>, Bambang Supeno<sup>4</sup>

*Departement of Electrical Engineering, Engineering Faculty, Jember University*

*Jln. Kalimantan 37, Jember 68121*

*\*Email: gebbygumelar@gmail.com*

**ABSTRACT**

*Technology progress is closely related to human efficiency in doing his job one is the parking system, of 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). So that, the total of system accuracy in the identification process was 85%. In the angle test of  $0^{\circ}$  and  $-15^{\circ}$  obtained an accuracy 16.7% and 6.7%, while in the other angle can't be identified correctly. In the distance test of 1m obtained an accuracy 12.7%, whereas in the other distance test no 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 data plaintext, 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.*

## RINGKASAN

**Analisis Sistem Pengenalan dan Keamanan Kriptografi Hill Cipher pada Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Metode *Template Matching***; Muhammad Gebby Gumelar; 121910201056; 2016; 66 halaman; Jurusan Teknik elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Semakin berkembang pesatnya suatu zaman seperti saat ini dituntut adanya efisiensi sistem dalam segala bidang, termasuk dalam sistem perparkiran. Pada saat ini, kebanyakan sistem perparkiran masih belum memiliki tingkat efisiensi yang cukup baik. Pencatatan plat nomor masih banyak yang dilakukan secara manual serta tidak memiliki tingkat keamanan yang sesuai dengan harapan. Maka dari itu, pada penelitian ini akan dibuat suatu sistem yang dapat mengatasi masalah efisiensi dan tingkat keamanan pada sistem perparkiran tersebut. Pada penelitian ini akan dilakukan proses pengenalan plat nomor secara otomatis serta proses keamanan data pada plat nomor itu sendiri. Sehingga sistem ini memiliki proteksi terhadap ancaman dari pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab. Sistem pengenalan plat nomor pada penelitian ini menggunakan metode *template matching*. Pada penelitian ini dibagi menjadi 2 tahapan pengambilan data. Tahapan yang pertama dilakukan pengujian data sebanyak 20 citra uji, sepuluh diantaranya diambil pada siang hari (cahaya cukup) dan 10 sisanya diambil pada malam hari (cahaya kurang). Tujuan pengambilan data pada saat siang dan malam hari adalah untuk mengetahui pengaruh tingkat intensitas cahaya terhadap akurasi kinerja sistem. Posisi kamera saat pengambilan data adalah sejajar dengan plat nomor dengan jarak 1m. Pada pengambilan data siang hari, dari 10 citra yang diujikan terdapat 9 citra yang teridentifikasi dengan benar (akurasi 90%). Sedangkan pada pengambilan data malam hari, dari 10 citra yang diujikan terdapat 8 citra yang teridentifikasi dengan benar (akurasi 80%). Sehingga, total akurasi sistem dalam melakukan identifikasi karakter plat nomor adalah sebesar 85%. Kesalahan-kesalahan dalam mengidentifikasi karakter pada umumnya terjadi pada karakter-karakter yang memiliki bentuk identik antara karakter satu dengan karakter lainnya. Sedangkan

pada pengambilan data tahap kedua dilakukan pengambilan citra uji dengan berbagai variasi jarak dan sudut, hal ini bertujuan untuk mengetahui posisi jarak dan sudut terbaik untuk mendapatkan hasil pengenalan yang akurat. Pada pengambilan data tahap ke-2 ini digunakan 6 plat nomor, 3 plat nomor diambil saat siang hari dan 3 lainnya diambil saat malam hari. Setiap plat nomor diambil gambarnya sebanyak 55 kali dari berbagai sudut dan jarak yang berbeda sesuai skema. Dari hasil uji jarak diperoleh jarak ideal untuk pengenalan karakter adalah pada jarak 1m dengan tingkat akurasi 12,7%. Sedangkan pada jarak 2m, 3m, 4m, dan 5m tidak ada yang teridentifikasi dengan benar. Pada uji sudut diperoleh sudut paling ideal untuk pengenalan karakter adalah pada sudut  $0^0$  dengan tingkat akurasi sebesar 16,7%. Pada uji sudut  $-15^0$  diperoleh akurasi sebesar 6,7%, sedangkan pada uji sudut lainnya ( $-75^0$ ,  $-60^0$ ,  $-45^0$ ,  $-30^0$ ,  $15^0$ ,  $30^0$ ,  $45^0$ ,  $60^0$ , dan  $75^0$ ) tidak ada plat nomor yang teridentifikasi dengan benar. Pada proses keamanan data, citra yang telah teridentifikasi pada proses sebelumnya akan dienkripsi menggunakan algoritma kriptografi hill cipher. Pada proses ini, data hasil proses indentifikasi tersebut berposisi sebagai *plaintext*. Dari total 20 data *plaintext*, terdapat 20 data pula yang terenkripsi dengan benar, dengan kata lain akurasi algoritma kriptografi hill cipher pada sistem adalah 100%. Pengujian keberhasilan proses enkripsi ini adalah dengan cara membandingkan *ciphertext* keluaran dari sistem dengan perhitungan manual (terlampir).

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah Swt. Atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Analisis Sistem Pengenalan dan Keamanan Kriptografi Hill Cipher pada Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Metode *Template Matching*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Bapak Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember;
3. Ibu Ike Fibriani, S.T., M.T. dan Bapak Bambang Supeno S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, serta Bapak Dodi Setiabudi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
4. Bapak Khairul Anam, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen penguji I, dan Bapak M. Agung Prawira Negara, S.T., M.T. selaku dosen penguji II;
5. Bapak Dr. Triwahju Hardianto S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik;
6. Seluruh Dosen Teknik Elektro yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan dan bimbingan selama mengikuti pendidikan di Jurusan teknik elektro fakultas Teknik Universitas Jember;
7. Para staf karyawan dan karyawan serta teknisi Fakultas teknik Universitas jember yang telah memberikan bantuan selama mengikuti pendidikan di Fakultas teknik Universitas Jember;
8. Ibunda Ir. Sukarlin Ambar Wati tercinta yang telah memberikan dorongan, semangat, kasih sayang, perhatian, kesabaran dan doa yang tak pernah putus demi mempermudah saya mencapai kesuksesan awal dalam perguruan tinggi serta terselesaikannya skripsi ini;

9. Kakak-kakaku Whella Klova Flowilla, S.E. dan Cindy Gibrilian, S.P. yang telah memberikan kasih sayang;
10. Keluarga besar yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan kepada saya untuk menyelesaikan skripsi ini;
11. Mas Daru Brilianto, S.T., M.T., Agus Hari Cahyono, S.T., Fernanda Rohmansyah, dan Khikma Rizky sebagai pihak yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini;
12. Rekan-rekan seperjuangan, Krisnawan Putra Kumala, Rahmad Yusuf Desprianto, Alif Rizza Fahmi, Ahmad Junaidi, dll yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini;
13. Dulur-dulur SATE\_UJ yang sangat membantu, menjadi keluarga dan memberi semangat dari awal menjadi keluarga besar di teknik, semoga kekompakan tetap terjaga dan bias mencapai sukses bersama;
14. Dan seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat berguna bagi pembaca dan bagi penulis sendiri pada khususnya semoga Allah SWT memberikan yang terbaik untuk kita semua. Amin

Jember, 11 November 2016

Penulis



DAFTAR ISI

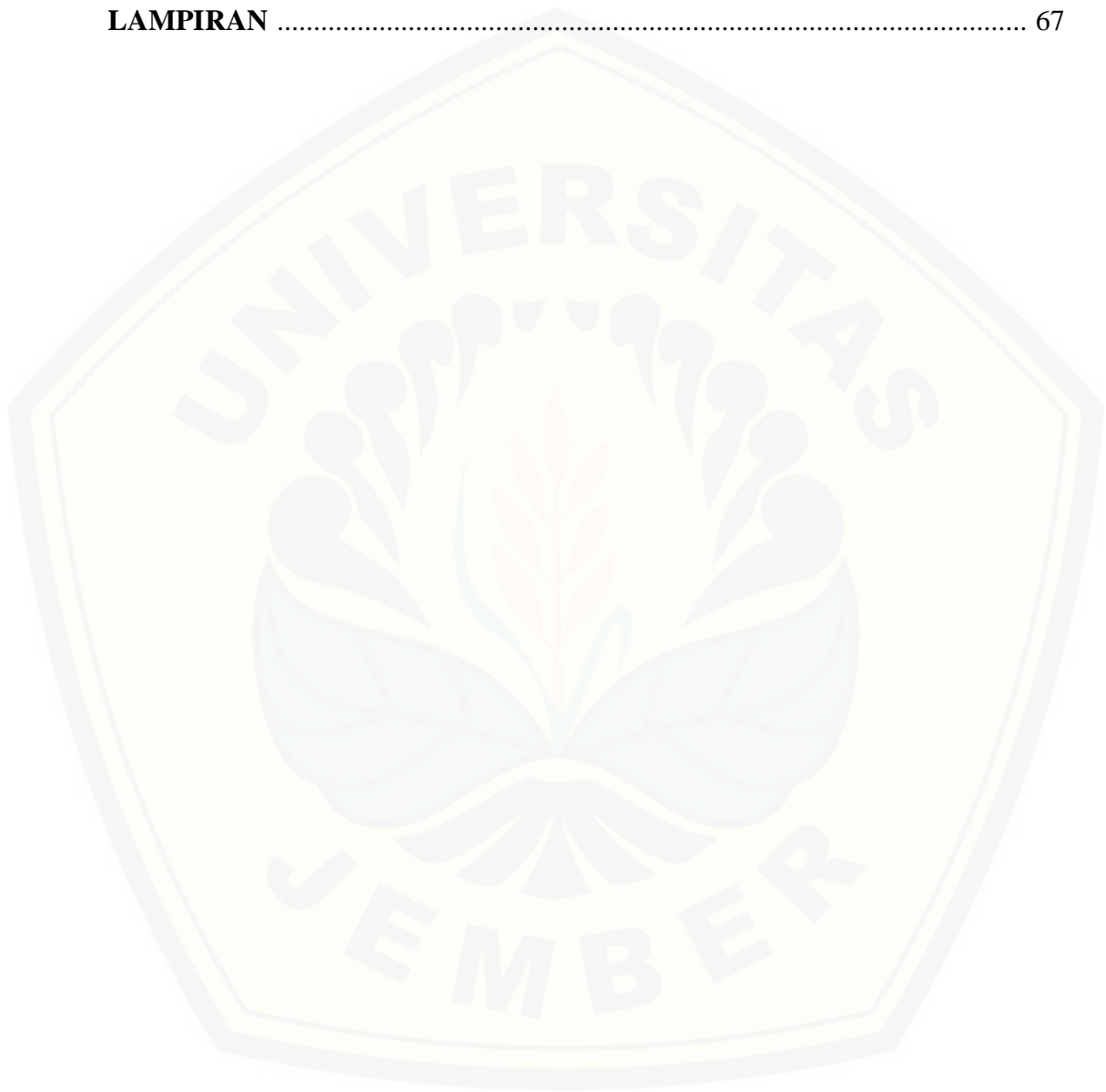
	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>RINGKASAN</b> .....	ix
<b>PRAKATA</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Tujuan</b> .....	3
<b>1.4 Manfaat</b> .....	3
<b>1.5 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>1.6 Sistematika Penulisan</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
<b>2.1 Matriks Permasalahan</b> .....	5
<b>2.2 Plat Nomor Kendaraan Bermotor</b> .....	7
<b>2.3 Citra</b> .....	8
2.3.1 Pengolahan Citra .....	9
2.3.2 Citra Biner .....	10
2.3.3 <i>Thresholding</i> .....	10
2.3.4 Derau ( <i>Noise</i> ).....	11
2.3.5 <i>Image Enhancement</i> .....	12

2.3.6	Penapisan Citra Secara Spasial.....	12
2.3.7	Dilasi dan Erosi.....	14
2.3.8	<i>Template Matching</i> .....	14
2.3.9	<i>Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR)</i> .....	16
<b>2.4</b>	<b>Kriptografi</b> .....	17
2.4.1	Tujuan Kriptografi.....	17
2.4.2	Enkripsi dan Deskripsi.....	18
2.4.3	Algoritma Kriptografi.....	18
2.4.4	Algoritma Hill Cipher.....	19
<b>2.5</b>	<b>ASCII</b> .....	22
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b>		
<b>3.1</b>	<b>Tahapan Penelitian</b> .....	24
<b>3.2</b>	<b>Blok Sistem</b> .....	25
<b>3.3</b>	<b><i>Flowchart</i> Penelitian</b> .....	27
<b>3.4</b>	<b>Pengambilan Data</b> .....	28
<b>3.5</b>	<b>Peguajian Data</b> .....	30
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
<b>4.1</b>	<b>Analisa Sistem Pengenalan Plat Nomor Menggunakan Metode</b> <b><i>Template Matching</i></b> .....	31
4.1.1	<i>Input</i> Citra.....	31
4.1.2	<i>Pre-processing</i> Citra.....	32
4.1.3	Ekstraksi Citra.....	39
4.1.4	<i>Template Matching</i> .....	41
4.1.5	Hasil Pengujian Data Sistem Pengenalan Nomor Plat Menggunakan Metode <i>Templat Matching</i> .....	45
<b>4.2</b>	<b>Analisa Algoritma Hill Cipher pada Sitem Keamanan Plat</b> <b>Nomor Kendaraan</b> .....	59
4.2.1	Konversi <i>Plaintext</i> Kedalam Nilai ASCII.....	59
4.2.2	Proses Komputasi.....	60
4.2.3	Konversi <i>Ciphertext</i> Kedalam Karakter ASCII.....	61
4.2.4	Hasil Pengujian Sistem Algoritma Kriptografi Hill Cipher ...	62



**BAB 5. PENUTUP**

<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	64
<b>5.2 Saran</b> .....	64
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	65
<b>LAMPIRAN</b> .....	67



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Matriks Permasalahan .....	5
2.2 Karakter-karakter ASCII (untuk manipulasi teks).....	23
4.1 Hasil Pengukuran MSE dan PSNR pada Data Siang Hari.....	34
4.2 Hasil Pengukuran MSE dan PSNR pada Data Malam Hari .....	34
4.3 Hasil Ekstraksi Karakter Plat Nomor pada Siang Hari .....	39
4.4 Hasil Ekstraksi Karakter Plat Nomor pada Malam Hari.....	40
4.5 Nilai Korelasi Tertinggi pada Siang Hari .....	43
4.6 Nilai Korelasi Tertinggi pada Malam Hari .....	43
4.7 Hasil Pengambilan Data Tahap 1 pada Siang Hari.....	45
4.8 Hasil Pengambilan Data Tahap 1 pada Malam Hari.....	47
4.9 Hasil Pengujian Sudut dan Jarak Plat Nomor W869SE.....	49
4.10 Hasil Pengujian Sudut dan Jarak Plat Nomor N570YL.....	51
4.11 Hasil Pengujian Sudut dan Jarak Plat Nomor P648VR .....	52
4.12 Hasil Pengujian Sudut dan Jarak Plat Nomor P1927S .....	53
4.13 Hasil Pengujian Sudut dan Jarak Plat Nomor S9847T .....	54
4.14 Hasil Pengujian Sudut dan Jarak Plat Nomor W869SF.....	55
4.15 Karakter-karakter ASCII (untuk manipulasi teks).....	59
4.16 Karakter ASCII yang digunakan.....	61
4.17 Data Hasil Pengujian kriptografi Hill Cipher Siang Hari .....	62
4.18 Data Hasil Pengujian kriptografi Hill Cipher Malam Hari.....	62

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 TNKB kendaraan pribadi dan umum .....	7
2.2 TNKB kendaraan pemerintahan dan corps diplomatik .....	7
2.3 TNKB transportasi dealer .....	8
2.4 Penomoran TNKB .....	8
2.5 Citra Lena dan citra kapal .....	9
2.6 Citra burung nuri .....	10
2.7 Citra biner .....	10
2.8 Penentuan nilai ambang $T$ .....	11
2.9 Ilustrasi <i>template matching</i> .....	14
2.10 Proses enkripsi dan deskripsi .....	18
2.11 Prosedur kerja algoritma simetris .....	19
2.12 Prosedur kerja algoritma asimetris .....	19
2.13 Ilustrasi Proses Enkripsi Hill Cipher .....	21
2.14 Ilustrasi Proses Deskripsi Hill Cipher .....	21
3.1 Kerangka Penelitian .....	24
3.2 Blok Sistem .....	25
3.3 Tingkat nada <i>zone system</i> .....	25
3.4 <i>Flowchart</i> penelitian .....	26
3.5 (a) <i>Flowchart</i> identifikasi karakter, (b) <i>Flowchart</i> enkripsi karakter .....	27
3.6 Skema pengambilan data untuk uji sudut dan jarak .....	30
4.1 Citra RGB sebagai masukan .....	31
4.2 Citra <i>grayscale</i> .....	32
4.3 Citra hasil <i>median filtering</i> .....	33
4.4 Citra hasil proses dilasi .....	36
4.5 Citra hasil proses erosi .....	36
4.6 Citra hasil pengurangan dari proses dilasi dan erosi .....	36
4.7 Citra hasil proses konvolusi .....	37
4.8 Citra hasil proses binerisasi .....	37

4.9 Citra hasil proses rekonstruksi .....	38
4.10 Citra hasil proses <i>thining</i> .....	38
4.11 Citra hasil proses seleksi obyek.....	39
4.13 <i>Database</i> karakter plat nomor .....	42



## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring berkembang pesatnya kemajuan teknologi di era *modern*, kejahatan dan pelanggaran masyarakat terhadap aturan-aturan yang telah ditentukan juga semakin rentan terjadi. Hal ini membutuhkan suatu sistem keamanan dan sistem *surveillance* yang memiliki tingkat efisiensi yang baik. Suatu sistem keamanan sangat dibutuhkan pada berbagai bidang, salah satunya adalah pengenalan atau pendeteksian plat nomor suatu kendaraan. Pendeteksian plat nomor dapat diterapkan pada berbagai tempat, salah satunya pada sistem parkir. Saat ini masih banyak sistem parkir yang melakukan pencatatan plat nomor kendaraan secara manual, yaitu dengan cara mencatat nomor kendaraan pada komputer atau pada kertas parkir. Hal ini akan memakan waktu dan tenaga kerja yang banyak sehingga mengurangi efisiensi, namun akan lebih mudah jika sistem indentifikasi plat nomor pada perparkiran ini dilakukan secara otomatis menggunakan suatu aplikasi komputer. Tujuan 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.

Pada penelitian ini, metode yang digunakan untuk melakukan pengenalan karakter plat nomor adalah metode *template matching*. Metode *template matching* memiliki algoritma yang sederhana namun memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi. Secara umum, kelemahan metode *template matching* adalah pembuatan *database* yang banyak menyesuaikan dengan citra yang akan diuji. Jika metode *template matching* ini diterapkan pada pengenalan karakter plat nomor, maka kelemahan tersebut akan tertutupi. Hal ini dikarenakan pada pengenalan karakter plat nomor kendaraan tidak membutuhkan *database* dalam jumlah yang banyak. *Database* yang digunakan hanyalah data yang terdiri dari huruf dan angka, sehingga metode *template matching* ini sangat cocok diterapkan pada proses pengenalan karakter plat nomor kendaraan.

Pada penelitian ini, pengambilan citra uji dilakukan pada saat siang dan malam hari untuk mengetahui pengaruh intensitas cahaya terhadap kinerja sistem. Selain itu, pada penelitian ini juga dilakukan pengambilan citra uji dengan berbagai variasi sudut dan jarak untuk mengetahui posisi terbaik yang dapat menghasilkan hasil identifikasi yang akurat. Pada penelitian sebelumnya yang berjudul “*Recognition of Vehicle Number Plate Using Matab*” (Bhat R., Mehandia B. 2014), tidak ada variasi sudut 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.

Pada penelitian sebelumnya, pengenalan plat nomor kendaraan secara otomatis masih belum memiliki tingkat keamanan yang diharapkan. Keamanan dan kerahasiaan data merupakan salah satu aspek yang penting pada suatu sistem, termasuk juga pada sistem perparkiran. 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. Hill cipher merupakan penerapan aritmatika modulo pada kriptografi, teknik kriptografi ini menggunakan sebuah matriks persegi sebagai kunci yang digunakan untuk melakukan enkripsi dan dekripsi.

Secara umum, memang tidak semua perparkiran membutuhkan sistem keamanan yang dapat menyandikan data plat nomor kendaraan. Beberapa perparkiran akan menganggap sistem keamanan yang demikian akan sia-sia tidak ada gunanya bahkan akan mengurangi efisiensi dari sistem perparkiran itu sendiri. Namun disisi lain beberapa perparkiran tertentu justru membutuhkan sistem keamanan yang dapat menjaga kerahasiaan data pengguna parkir dari pihak ketiga. Sehingga pihak ketiga tidak dapat menyalah gunakan data pengguna parkir yang dapat merugikan pihak pengelola parkir ataupun pemilik kendaraan.



Sistem pada penelitian ini adalah bersifat *offline* (non-*realtime*), dimana peneliti mengambil citra plat nomor di sekitar kota Jember menggunakan kamera digital yang kemudian citra tersebut dimasukkan kedalam sistem untuk diolah. Sehingga, sistem pengenalan dan keamanan plat nomor kendaraan ini nantinya bisa diterapkan di perpustakaan mana saja sesuai dengan kebutuhan sistem perpustakaan itu sendiri.

## 1.2 Rumusan masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini.

1. Bagaimana analisa sistem pengenalan plat nomor kendaraan berdasarkan metode *template matching*?
2. Bagaimana analisa algoritma hill cipher untuk sistem keamanan plat nomor kendaraan?

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah.

1. Menganalisa sistem pengenalan plat nomor berdasarkan metode *template matching*.
2. Menganalisa algoritma hill cipher untuk sistem keamanan plat nomor kendaraan.

## 1.4 Manfaat

Penelitian ini dapat dapat memberikan manfaat sebagai berikut.

1. Meningkatkan efisiensi sistem pencatatan plat nomor
2. Meningkatkan keamanan pada suatu sistem parkir.

## 1.5 Batasan masalah

Untuk memperjelas arah pembahasan dari penelitian ini, maka diberi batasan masalah yang meliputi.

1. Plat nomor yang digunakan adalah plat nomor mobil (kendaraan roda 4 atau lebih) yang memenuhi standar dari kepolisian Republik Indonesia.
2. Jumlah karakter pada plat nomor berjumlah 6 karakter



3. Plat nomor yang digunakan merupakan plat nomor kendaraan pribadi dengan warna karakter putih dan latar hitam.
4. Sistem yang dibuat pada penelitian ini bekerja secara *offline*.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Secara garis besar penyusunan proposal skripsi ini adalah sebagai berikut:

#### **BAB 1. PENDAHULUAN**

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan pembahasan, manfaat pembahasan, dan sistematika pembahasan.

#### **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

Berisi tentang tinjauan pustaka yang menguraikan pendapat-pendapat atau hasil-hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan, landasan teori merupakan penjabaran dari tinjauan pustaka.

#### **BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN**

Menjelaskan tentang metode kajian yang digunakan untuk menyelesaikan skripsi.

#### **BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berisi tentang analisa yang telah didapat dari proses perhitungan.

#### **BAB 5. PENUTUP**

Berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari pembuatan skripsi ini dan saran dari penulis untuk pengembangan lebih lanjut.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Matriks Permasalahan

Tabel 2.1 Matriks Permasalahan

No	Masalah	Solusi	Algoritma	Hasil	Pustaka
1.	Pengenalan plat nomor dilakukan manual oleh petugas kepolisian	Dibuat suatu sistem yang dapat mengenali plat nomor secara otomatis	OCR ( <i>Optical Character Recognition</i> )	Tingkat akurasi sistem yang diperoleh dari beberapa sampel sebesar 72%	Wicaksana R. P. 2010. Jurnal "Pengenalan Plat Nomor Kendaraan Secara Otomatis untuk Pelanggaran Lalu Lintas". Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
2.	Keterbatasan SDM dari segi fisik maupun jumlah dalam bekerja di bidang perparkiran	Pembuatan sistem yang memudahkan pengontrolan sistem keamanan parkir	RLSA ( <i>Run Length Smearing Algorithm</i> )	Karakter dapat dikenali, namun terdapat beberapa kendala saat proses segmentasi	Liliana, Budhi G. S., & Hendra. 2011. Jurnal: "Segmentasi Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Metode Run Length Smearing Algorithm (RLSA)". Teknik Informatika Universitas Kristen Petra. Surabaya.
3.	Perparkiran menggunakan sistem manual untuk menentukan kendaraan yang boleh masuk atau tidak	Pembuatan sistem otomatis	<i>Morphological operation</i>	Sistem dapat mengenali karakter plat nomor, namun terkadang dapat terjadi kesalahan pembacaan	Bhat R., Mehandia B. 2014. Jurnal "Recognition of Vehicle Number Plate Using Matlab". ECE Departement Gurgaon Intitute of Technology & Management. Gurgaon, India.

Tabel 2.1 Matriks Permasalahan (lanjutan)

4.	Munculnya teknik-teknik baru yang digunakan untuk mengancam keamanan dari suatu sistem informasi	Pembuatan suatu sistem keamanan yang dapat melindungi data	Kriptografi Hill Cipher (menggunakan visual basic)	Sistem ini dapat berjalan dengan baik dan dapat digunakan dengan mudah	Hasugian A. H. 2013. Jurnal "Implementasi Algoritma Hill Cipher dalam Penyandian Data". STMIK Budi Darma. Medan.
5.	Keamanan suatu informasi yang menggunakan kriptografi Hill Cipher dirasa masih perlu ditingkatkan	Pembuatan suatu sistem keamanan dengan memodifikasi kriptografi Hill Cipher	Chaining Hill	Modifikasi cukup efektif untuk menambah tingkat keamanan	Widyanarko A. 2009. Jurnal "Studi dan analisis mengenai Hill Cipher, Teknik Kriptanalisis dan Upaya Penanggulangannya". Program Studi Teknik Informatika Institut Teknologi Bandung. Bandung.
6.	Banyaknya media komunikasi umum menyebabkan ketidakamanan informasi	Menjaga kerahasiaan pesan antara pihak yang satu dengan yang lainnya dengan konsep penyandian data kriptografi	Kriptografi Hill Cipher (Delphi)	Jika teks yang dikirim cukup panjang dapat menyulitkan pengguna kriptografi Hill Cipher ini.	Puspita N. P., Bahtiar N. 2010. Jurnal: "Kriptografi Hill Cipher dengan Menggunakan Operasi Matriks". Jurusan Matematika FMIPA Universitas Diponegoro. Semarang.

## 2.2 Plat Nomor Kendaraan Bermotor

Bahan baku Tanda Nomor Kendaraan Bermotor (TNKB) resmi adalah alumunium dengan ketebalan 1 mm. Ukuran TNKB untuk kendaraan bermotor roda 2 dan roda 3 adalah 250x105 mm, sedangkan untuk kendaraan bermotor roda 4 atau lebih adalah 395x135 mm. Baris pertama pada TNKB menunjukkan kode wilayah (huruf), nomor polisi (angka), dan kode/seri akhir wilayah (huruf) sedangkan baris kedua menunjukkan bulan dan tahun masa berlaku. Terdapat cetakan garis lurus pembatas lebar 5 mm diantara ruang nomor polisi dengan ruang angka masa berlaku. Warna tanda nomor kendaraan bermotor resmi ditetapkan sebagai berikut:

1. Kendaraan bermotor bukan umum dan kendaraan bermotor sewa dengan warna dasar hitam dengan tulisan berwarna putih, dapat dilihat pada gambar 2.1 kiri.
2. Kendaraan bermotor umum dengan warna dasar kuning dengan tulisan berwarna hitam, seperti tampak pada gambar 2.1 kanan.



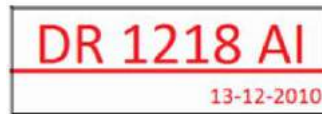
Gambar 2.1 Tanda nomor kendaraan bermotor bukan umum (kiri), umum (kanan)  
(Sumber: Liliana, 2010)

3. Kendaraan bermotor milik pemerintah dengan warna dasar merah dengan tulisan berwarna putih, seperti tampak pada gambar 2.2 kiri.
4. Kendaraan bermotor corps diplomatik negara asing dengan warna dasar putih dengan tulisan berwarna hitam, seperti tampak pada gambar 2.2 kanan.



Gambar 2.2 Tanda nomor kendaraan bermotor pemerintah (kiri), corps diplomatik negara asing (kanan)  
(Sumber: Liliana, 2010)

5. Kendaraan bermotor untuk transportasi dealer (pengiriman dan perakitan ke dealer, atau dealer ke dealer) dengan warna dasar putih dengan tulisan berwarna merah. Contoh plat dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Tanda nomor kendaraan bermotor transportasi dealer  
(Sumber: Liliana, 2010)



Gambar 2.4 Penomoran tanda nomor kendaraan bermotor  
(Sumber: Liliana, 2010)

Keterangan :

- A = Nomor kode wilayah
- B = Nomor urut pendaftaran
- C = Nomor tanda pengenal
- D = Tanggal masa berlaku

### 2.3 Citra

Secara harfiah, citra (*image*) adalah gambar pada bidang dwimatra (dua dimensi). Gambar 2.5 adalah citra seorang gadis model yang bernama Lena, dan gambar di sebelah kanannya adalah citra kapal di sebuah pelabuhan. Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus (*continue*) dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra. Sumber cahaya menerangi obyek, obyek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat optik, misalnya mata pada manusia, kamera, pemindai (*scanner*), dan sebagainya, sehingga bayangan obyek yang disebut citra tersebut terekam. Citra sebagai keluaran dari suatu sistem perekaman data dapat bersifat:

1. Optik berupa foto,
2. Analog berupa sinyal video seperti gambar pada monitor televisi,
3. Digital yang dapat langsung disimpan pada suatu pita magnetik.





(a)

(b)

Gambar 2.5 Citra Lena dan citra kapal  
(Sumber: Fajar A. H., 2013)

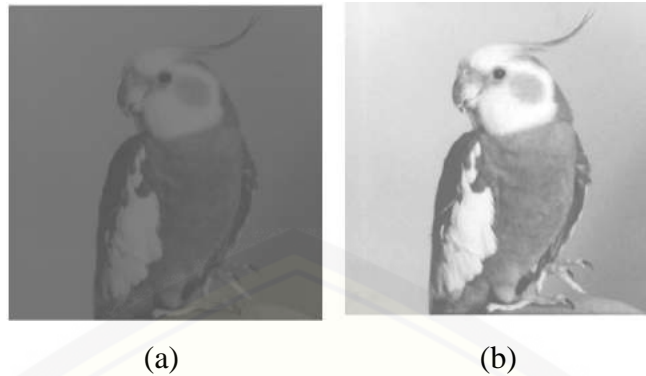
### 2.3.1 Pengolahan Citra

Meskipun sebuah citra kaya informasi, namun seringkali citra yang kita miliki mengalami penurunan mutu (degradasi), misalnya mengandung cacat atau derau (*noise*), warnanya terlalu kontras, kurang tajam, kabur (*blurring*), dan sebagainya. Tentu saja citra semacam ini menjadi lebih sulit diinterpretasi karena informasi yang disampaikan oleh citra tersebut menjadi berkurang. Agar citra yang mengalami gangguan mudah diinterpretasi (baik oleh manusia maupun mesin), maka citra tersebut perlu dimanipulasi menjadi citra lain yang kualitasnya lebih baik. Bidang studi yang menyangkut hal ini adalah pengolahan citra (*image processing*).

Pengolahan citra adalah pemrosesan citra, khususnya dengan menggunakan komputer, menjadi citra yang kualitasnya lebih baik. Sebagai contoh, citra burung nuri pada gambar 2.6 (a) tampak gelap, lalu dengan operasi pengolahan citra kontrasnya diperbaiki sehingga menjadi lebih terang dan tajam (b).

Umumnya, operasi-operasi pada pengolahan citra diterapkan pada citra bila:

1. Perbaikan atau memodifikasi citra perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas penampakan atau untuk menonjolkan beberapa aspek informasi yang terkandung di dalam citra,
2. Elemen di dalam citra perlu dikelompokkan, dicocokkan, atau diukur,
3. Sebagian citra perlu digabung dengan bagian citra yang lain.



Gambar 2.6 (a) Citra burung nuri yang gelap, (b) Citra burung yang telah diperbaiki kontrasnya sehingga terlihat jelas dan tajam  
(Sumber: Fajar A. H., 2013)

### 2.3.2 Citra Biner

Citra biner (*binary image*) adalah citra yang hanya mempunyai dua nilai derajat keabuan: hitam dan putih. Meskipun saat ini citra berwarna lebih disukai karena memberi kesan yang lebih kaya daripada citra biner, namun tidak membuat citra biner mati. Pada beberapa aplikasi citra biner masih tetap dibutuhkan, misalnya citra logo instansi (yang hanya terdiri atas warna hitam dan putih), citra kode batang (*bar code*) yang tertera pada label barang, citra hasil pemindaian dokumen teks, dan sebagainya. *Pixel-pixel* obyek bernilai 1 dan *pixel-pixel* latar belakang bernilai 0. Pada waktu menampilkan gambar, 0 adalah putih dan 1 adalah hitam. Jadi, pada citra biner, latar belakang berwarna putih sedangkan obyek berwarna hitam. Gambar 2.7 memperlihatkan contoh citra biner.



Gambar 2.7 Citra biner  
(Sumber: Fajar A. H., 2013)

### 2.3.3 *Thresholding*

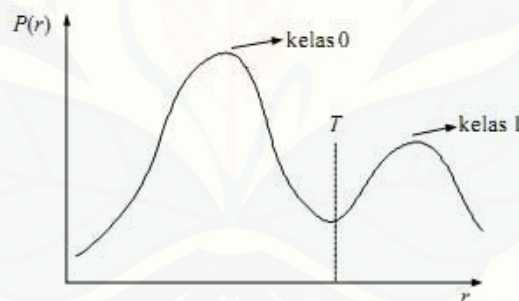
Setiap *pixel* di dalam citra dipetakan ke dua nilai, 1 atau 0 dengan fungsi pengambangan:



$$f_B(i,j) = \begin{cases} 1, & f_g(i,j) \leq T \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases} \dots\dots\dots (2.1)$$

dalam hal ini,  $f_g(i, j)$  adalah citra hitam-putih,  $f_B(i, j)$  adalah citra biner, dan  $T$  adalah nilai ambang yang dispesifikasikan. Dengan operasi pengambangan tersebut, obyek dibuat berwarna gelap (1 atau hitam) sedangkan latar belakang berwarna terang (0 atau putih).

Nilai ambang  $T$  dipilih sedemikian sehingga galat yang diperoleh sekecil mungkin. Cara yang umum menentukan nilai  $T$  adalah dengan membuat histogram citra. Jika citra mengandung satu buah obyek dan latar belakang mempunyai nilai intensitas yang homogen, maka citra tersebut umumnya mempunyai histogram bimodal (mempunyai dua puncak atau dua buah maksimum lokal) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.8. Nilai  $T$  dipilih pada nilai  $i$  minimum lokal yang terdapat di antara dua puncak, dengan cara seperti ini kita tidak hanya mengkonversi citra hitam-putih ke citra biner, tetapi sekaligus melakukan segmentasi obyek dari latar belakangnya.



Gambar 2.8 Penentuan nilai ambang  $T$   
(Sumber: Fajar A. H., 2013)

#### 2.3.4 Derau (*Noise*)

Derau (*Noise*) adalah gambar atau *pixel* yang mengganggu kualitas citra. Derau dapat disebabkan oleh gangguan fisis (optik) pada alat akuisisi maupun secara disengaja akibat proses pengolahan yang tidak sesuai. Contohnya adalah bintik hitam atau putih yang muncul secara acak yang tidak diinginkan di dalam citra, bintik acak ini disebut dengan derau *salt & pepper*. *Noise* juga bisa disebabkan karena menyimpangnya data digital yang diterima oleh alat penerima data gambar yang mana dapat mengganggu kualitas citra. Selain itu derau juga dapat disebabkan

oleh gangguan fisis (optik) pada alat penangkap citra misalnya kotoran debu yang menempel pada lensa foto maupun akibat proses pengolahan yang tidak sesuai. Ada tiga jenis *noise* yang sering digunakan dalam pengolahan citra yaitu *gaussian noise*, *localvar noise*, dan *salt and pepper noise*.

### 2.3.5 Image Enhancement

*Image Enhancement* adalah proses mendapatkan citra yang lebih mudah diinterpretasikan oleh mata manusia. Pada proses ini, ciri-ciri tertentu yang terdapat didalam citra lebih diperjelas kemunculannya. Secara matematis *image enhancement* dapat diartikan sebagai proses mengubah citra  $f(x,y)$  menjadi  $f'(x,y)$  sehingga ciri-ciri yang dilihat pada  $f(x,y)$  lebih ditonjolkan. Perbaikan kualitas citra (*image enhancement*) merupakan salah satu proses awal dalam pengolahan citra (*image preprocessing*). Perbaikan kualitas diperlukan karena seringkali citra yang dijadikan objek pembahasan mempunyai kualitas yang buruk, misalnya citra mengalami derau (*noise*) pada saat pengiriman melalui saluran transmisi, citra terlalu terang atau gelap, citra kurang tajam, kabur, dan sebagainya.

### 2.3.6 Penapisan Citra Secara Spasial

Pengolahan citra (*image processing*) untuk mereduksi suatu *noise* atau derau pada citra digunakan metode *filtering* yaitu suatu cara untuk ekstraksi bagian data tertentu dari suatu himpunan data, dengan menghilangkan bagian-bagian data yang tidak diinginkan. Ada beberapa jenis *filtering* yang digunakan dalam pengolahan citra salah satunya adalah *spacial filtering*. *Spatial filter* disebut juga *Discrete Convolution Filter* atau *filter* yang meng-konvolusi suatu citra dengan citra lain. Ukuran *filter* citra ini biasanya kecil, relatif terhadap citra dan disebut *Convolution Mask*. Operasi ini menyalin suatu citra pada suatu *pixel* sehingga menimbulkan efek yang berbeda. Dengan *spatial filter*, komputasi yang dilakukan hanya akan berakibat pada nilai dari *pixel* dan *pixel-pixel* tetangganya. (Hal ini berbeda dengan *spatial frequency*. Pada *spatial frequency*, nilai dari *pixel* dikombinasikan membentuk suatu nilai *pixel* tunggal). Pemakaian teknik *spatial filtering* pada citra, umumnya titik yang akan diproses beserta titik-titik disekitarnya dimasukkan ke dalam sebuah matriks yang berukuran  $N \times N$ . Matriks ini dinamakan

matriks *neighbor* (matriks tetangga), dimana N ini besarnya tergantung dari kebutuhan, tetapi pada umumnya N ini selalu kelipatan ganjil karena titik yang akan diproses diletakkan di tengah dari matriks. Contoh matriks ketetanggaan 3 x 3 :

1	2	3
4	T	5
6	7	8

T = Titik yang akan diproses

Selain digunakannya matriks tetangga, teknik *spatial filtering* menggunakan sebuah matriks lagi yaitu matriks *convolution (mask)* yang ukurannya sama dengan matriks tetangga.

Salah satu jenis *filter* yang termasuk dalam *filter* spasial yaitu *Median Spacial Filtering*. *Median filter* bekerja dengan mengevaluasi tingkat *brightness* dari suatu *pixel* dan menentukan *pixel* mana yang tingkat *brightness*-nya adalah nilai *median* (nilai tengah) dari semua *pixel*. Nilai *median* ditentukan dan menempatkan *brightness pixel* pada urutan yang bertingkat dan memilih nilai tengah. Sehingga angka yang didapat dari *brightness pixel* yang ada menjadi kurang dari dan lebih dari nilai tengah yang didapat.

*Median* adalah nilai dari kumpulan data. Untuk mencari *median* dari kumpulan data yang ganjil maka:

$$x = \frac{n+1}{2} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

- n = Jumlah data
- x = Jumlah baru *median*

*Median spatial filtering*, tidak langsung dihitung dari *convolution mask*, tapi terlebih dahulu akan diurutkan menurut nilai intensitas lalu nilai tengahnya akan dipilih. Contoh *pixel* citra sebagai berikut :

7	7	7
7	16	7
7	7	7

*Pixel* tersebut diurutkan menjadi: 7 7 7 7 7 7 7 16, dan diambil nilai *median*-nya yaitu : 7. *Median filter* ini akan menghilangkan nilai *pixel* yang berbeda dengan tetangga-tetangganya.

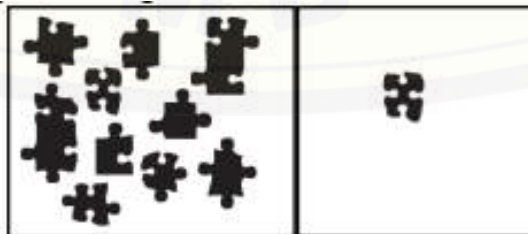
### 2.3.7 Dilasi dan Erosi

Dilasi adalah operasi *morphologi* yang akan menambahkan *pixel* pada batas antar objek dalam satu citra digital. Secara rinci dilasi merupakan proses menambahkan *pixel* pada batasan dari objek dalam satu *image* sehingga nantinya apabila dilakukan operasi ini maka *image* hasilnya lebih besar ukurannya dibandingkan dengan *image* aslinya.

Erosi merupakan proses pembuatan sebuah citra *image* menjadi lebih kecil. Berbeda dengan dilasi apabila erosi dilakukan maka yang dikerjakan adalah memindahkan *pixel* pada batasan- batasan objek yang akan di erosi. Jumlah dari *pixel* yang ditambah atau dihilangkan bergantung pada ukuran dan bentuk *structuring* elemen yang digunakan untuk memproses *image* tersebut.

### 2.3.8 Template Matching

Pada dasarnya *template matching* adalah proses yang sederhana. Suatu citra masukan yang mengandung *template* tertentu dibandingkan dengan *template* pada basis data. *Template* ditempatkan pada pusat bagian citra yang akan dibandingkan dan dihitung seberapa banyak titik yang paling sesuai dengan *template*. Langkah ini diulangi terhadap keseluruhan citra masukan yang akan dibandingkan. Nilai kesesuaian titik yang paling besar antara citra masukan dan citra *template* menandakan bahwa *template* tersebut merupakan citra *template* yang paling sesuai dengan citra masukan.



Gambar 2.9 Ilustrasi *template matching*  
(sumber: Raden S. B, 2012)



Gambar 2.9 bagian kiri merupakan citra yang mengandung objek yang sama dengan objek pada *template* yang ada di sebelah kanan. *Template* diposisikan pada citra yang akan dibandingkan dan dihitung derajat kesesuaian pola pada citra masukan dengan pola pada citra *template*. *Template Matching* secara ekstensif digunakan untuk melokalisir dan mengidentifikasi pola-pola dalam citra yang memiliki kerumitan rendah. Metode yang umum digunakan antara lain adalah metode subtraksi citra dan korelasi.

Pada *template matching* dengan metode substraksi, citra-citra dianggap sebagai vektor, dan *norm* dari perbedaan mereka dianggap sebagai ukuran dari ketidaksamaannya. Pada metode ini, tingkat kesesuaian antara citra masukan dan citra *template* bisa dihitung berdasarkan nilai *error* terkecil dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Min } e = \sum_{(x,y) \in W} (I_{x,y} - T_{x,y})^2 \dots\dots\dots(2.3)$$

I adalah pola *pixel* citra masukan yang akan dibandingkan. T adalah pola *pixel* citra *template*. *Template* dengan nilai *error* paling kecil adalah *template* yang paling sesuai dengan citra masukan yang akan dibandingkan.

Sedangkan pada *template matching* dengan metode korelasi, *dot product* dari dua citra dianggap sebagai pengukuran dari kesamaan mereka (karena mewakili sudut antara citra-citra ketika mereka ternormalisasi, dan dianggap sebagai vektor). Pada metode ini memberikan keputusan tentang kemiripan obyek berdasarkan kesamaan bentuk, skala dan arah. Sehingga warna target walaupun berbeda dengan *template*, akan tetap terdeteksi sebagai obyek yang sama. Kesamaan antar dua buah matriks citra dapat dihitung nilainya dengan menghitung nilai korelasinya (*correlation*). Nilai korelasi dua buah matriks dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$r = \frac{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_i) \cdot (x_{jk} - x_j)}{\sqrt{[\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_i)^2 \cdot \sum_{k=1}^n (x_{jk} - x_j)^2]}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana  $x_i$  dirumuskan dengan persamaan 2.5 dan  $x_j$  dirumuskan dengan persamaan 2.6

$$x_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_{ik} \dots \dots \dots (2.5)$$

$$x_j = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_{jk} \dots \dots \dots (2.6)$$

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

Ukuran objek yang beragam bisa diatasi dengan menggunakan *template* berbagai ukuran. Namun hal ini membutuhkan tambahan ruang penyimpanan. Penambahan *template* dengan berbagai ukuran akan membutuhkan komputasi yang besar. Jika suatu *template* berukuran persegi dengan ukuran  $m \times m$  dan sesuai dengan citra yang berukuran  $N \times N$ , dan dimisalkan *pixel*  $m^2$  sesuai dengan semua titik citra, maka komputasi yang harus dilakukan adalah  $O(N^2m^2)$ . Komputasi tersebut harus dilakukan dengan *template* yang tidak beragam. Jika parameter *template* bertambah, seperti ukuran *template* yang beragam, maka komputasi yang dilakukan juga akan bertambah. Hal ini yang menyebabkan metode *template matching* menjadi lamban.

### 2.3.9 Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR)

Istilah *Peak Signal-to-Noise Ratio* (PSNR) adalah sebuah istilah dalam bidang teknik yang menyatakan perbandingan antara kekuatan sinyal maksimum yang mungkin dari suatu sinyal *digital* dengan kekuatan derau yang mempengaruhi kebenaran sinyal tersebut. Oleh karena banyak sinyal memiliki *dynamic range* yang luas, maka PSNR biasanya diekspresikan dalam skala *logarithmic decibel*. PSNR didefinisikan melalui *Signal-to-Noise Ratio* (SNR). SNR digunakan untuk mengukur tingkat kualitas sinyal. Nilai ini dihitung berdasarkan perbandingan antara sinyal dengan nilai derau. Kualitas sinyal berbanding lurus dengan dengan nilai SNR. Semakin besar nilai SNR semakin baik kualitas sinyal yang dihasilkan. PSNR ini dilaporkan dengan ketepatan/presisi sebanyak dua desimal poin.



Pertama yang dilakukan adalah menghitung nilai *Mean Squared Error* (*MSE*) dari suatu citra hasil rekonstruksi. *MSE* dihitung untuk seluruh *pixel* dalam citra. *Root Mean Squared Error* (*RMSE*) adalah akar dari *MSE*.

$$MSE = \frac{\sum [f(i,j) - F(i,j)]^2}{N^2} \dots\dots\dots(2.7)$$

$N^2$  menyatakan hasil perkalian panjang dan lebar citra dalam *pixel*.  $F(i,j)$  merupakan citra hasil rekonstruksi, sedangkan  $f(i,j)$  adalah citra asal. Berdasarkan persamaan *MSE* tersebut, maka nilai *PSNR* dapat dihitung dengan persamaan 2.8. Nilai *PSNR* direpresentasikan dalam skala desibel (dB).

$$PSNR = 20 \log_{10} \left( \frac{255}{RMSE} \right) \dots\dots\dots(2.8)$$

Nilai 255 dalam rumus 2.8 merupakan batas atas dari sebuah nilai *pixel*.

## 2.4 Kriptografi

Kriptografi (*cryptography*) berasal dari Bahasa Yunani: *cryptos* artinya *secret* (rahasia), sedangkan *graphein* artinya *writing* (tulisan), Jadi, kriptografi berarti *secret writing* (tulisan rahasia). Kriptografi adalah ilmu yang mempelajari teknik-teknik matematika yang berhubungan dengan aspek keamanan informasi seperti kerahasiaan, integritas data, serta otentikasi. (Rinaldi Munir, 2006). Definisi kriptografi adalah ilmu dan seni untuk menjaga kerahasiaan pesan dengan cara menyandikannya ke dalam bentuk yang tidak dapat dimengerti lagi maknanya. Definisi ini mungkin cocok pada masa lalu di mana kriptografi digunakan untuk keamanan komunikasi penting seperti komunikasi di kalangan militer, diplomat, dan mata-mata. Namun saat ini kriptografi lebih dari sekadar *privacy*, tetapi juga untuk tujuan data *integrity*, *authentication*, dan *non-repudation*.

### 2.4.1 Tujuan Kriptografi

Menurut Menezes, Oorshot dan Vanstone 1996, kriptografi memiliki tujuan dasar antara lain sabagai berikut:

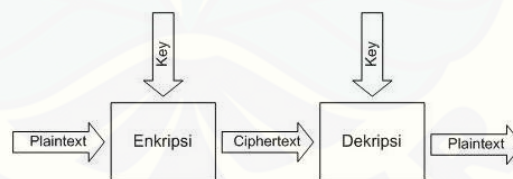
1. Kerahasiaan, yaitu aspek yang berhubungan dengan penjagaan isi informasi dari siapapun kecuali yang mempunyai kewenangan atau kunci rahasia untuk membuka informasi.

2. Integritas data, adalah aspek yang berhubungan dengan penjagaan dari perubahan data secara tidak sah.
3. Autentifikasi, yaitu aspek yang berhubungan dengan identifikasi atau pengenalan baik secara kesatuan sistem maupun informasi itu sendiri. Pihak yang saling berkomunikasi harus saling memperkenalkan diri.
4. *Non repudation* (menolak penyangkalan), merupakan usaha untuk mencegah terjadinya penyangkalan terhadap pengiriman suatu informasi oleh yang mengirimkan.

#### 2.4.2 Enkripsi dan Deskripsi

Enkripsi merupakan bagian dari kriptografi, dan merupakan hal yang sangat penting supaya keamanan data yang dikirimkan bisa terjaga kerahasiaannya. Enkripsi bisa diartikan dengan *chiper* atau kode, di mana pesan asli (*plaintext*) diubah menjadi kode-kode tersendiri sesuai metode yang disepakati oleh kedua belah pihak, baik pihak pengirim pesan maupun penerima pesan. (Andy Pramono, 2009)

Dekripsi merupakan proses sebaliknya dari enkripsi yaitu mengembalikan sandi-sandi atau informasi yang telah dilacak kebentuk *file* aslinya dengan menggunakan kunci atau kode. (Munawar, 2012)



Gambar 2.10 Proses enkripsi dan deskripsi  
(sumber: Andy Pramono, 2009)

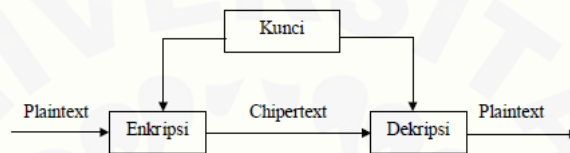
#### 2.4.3 Algoritma Kriptografi

Algoritma kriptografi disebut juga *cipher* yaitu aturan untuk *enchipering* 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 *chipertext* menjadi *palintext* 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. (Eko Satria, 2009). Dalam kriptografi terdapat dua macam algoritma kriptografi, yaitu: algoritma simetris dan algoritma asimetris. (Yulita, 2010).

#### a. Algoritma Simetris

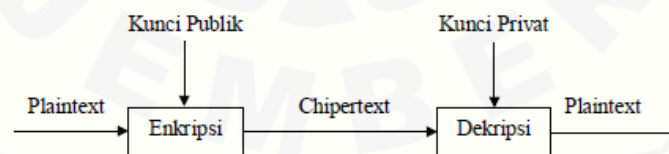
Algoritma kriptografi simetris atau disebut juga algoritma kriptografi konvensional. Algoritma ini menggunakan kunci yang sama untuk proses enkripsi dan proses dekripsi.



Gambar 2.11 Prosedur kerja algoritma simetris  
(sumber: Abdul H. H., 2013)

#### b. Algoritma Asimetris

Algoritma kriptografi asimetris adalah algoritma yang menggunakan kunci yang berbeda untuk proses enkripsi dan dekripsinya. Algoritma ini disebut juga algoritma kunci umum (*public key algorithm*) karena kunci untuk enkripsi dibuat umum (*publik key*) atau dapat diketahui oleh setiap orang, tapi kunci untuk dekripsi hanya diketahui oleh orang yang berwenang mengetahui data yang disandikan atau sering disebut kunci pribadi (*private key*).



Gambar 2.12 Prosedur kerja algoritma asimetris  
(sumber: Yulita, 2010)

#### 2.4.4 Algoritma Hill Cipher

Algoritma kriptografi atau *cipher*, dan juga sering disebut dengan istilah sandi adalah suatu fungsi matematis yang digunakan untuk melakukan enkripsi dan dekripsi. 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 (Arya Widyanarko, 2009).

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. Hill cipher tidak mengganti setiap abjad yang sama pada *plaintext* dengan abjad lainnya yang sama pada *ciphertext* karena menggunakan perkalian matriks pada dasar enkripsi dan dekripsinya. Hill cipher termasuk kepada algoritma kriptografi klasik yang sangat sulit dipecahkan oleh kriptanalis apabila dilakukan hanya dengan mengetahui berkas *ciphertext* saja. Namun, teknik ini dapat dipecahkan dengan cukup mudah apabila kriptanalis memiliki berkas *ciphertext* dan potongan berkas *plaintext*. Teknik kriptanalisis ini disebut *known-plaintext attack*. (Arya Widyanarko, 2009)

#### a. Dasar Teknik Hill Cipher

Dasar dari teknik hill cipher adalah aritmatika modulo terhadap matriks. Dalam penerapannya, hill cipher menggunakan teknik perkalian matriks dan teknik *inverse* terhadap matriks. Kunci pada hill cipher adalah matriks  $n \times n$  dengan  $n$  merupakan ukuran blok. Jika kunci disebut dengan  $K$ , maka  $K$  adalah sebagai berikut (Arya Widyanarko, 2009) :

$$K = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & \dots & k_{1n} \\ k_{21} & k_{22} & \dots & k_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ k_{m1} & k_{m2} & \dots & k_{mn} \end{bmatrix}$$

Matriks  $K$  yang menjadi kunci harus merupakan matriks yang *invertible*, yaitu memiliki *multiplicative inverse*  $K^{-1}$  sehingga:  $K \cdot K^{-1} = 1$  Kunci harus memiliki *inverse* karena matriks  $K^{-1}$  tersebut adalah kunci yang digunakan untuk melakukan dekripsi.

#### b. Teknik Enkripsi pada Hill Cipher

Proses enkripsi pada hill cipher dilakukan per blok *plaintext*. Ukuran blok tersebut sama dengan ukuran matriks kunci. Sebelum membagi teks menjadi deretan blok-blok, *plaintext* terlebih dahulu dikonversi menjadi angka, masing-

masing sehingga A=0, B=1, hingga Z=25. Secara matematis, proses enkripsi pada hill cipher adalah:

$$C = K \cdot P \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan:

C = *Ciphertext*

K = Kunci

P = *Plaintext*



Gambar 2.13 Ilustrasi Proses Enkripsi Hill Cipher (sumber: Abdul H. H., 2013)

c. Teknik Deskripsi Hill Cipher

Proses deskripsi pada hill cipher pada dasarnya sama dengan proses enkripsinya. Namun matriks kunci harus dibalik (*inverse*) terlebih dahulu. Secara matematis, proses deskripsi pada Hill cipher dapat diturunkan dari persamaan :

$$C = K.P \dots\dots\dots(2.10)$$

$$K^{-1}.C = K^{-1}.K.P \dots\dots\dots(2.11)$$

$$K^{-1}.C = I.P \dots\dots\dots(2.12)$$

$$P = K^{-1}.C \dots\dots\dots(2.13)$$

Menjadi persamaan proses deskripsi:

$$P = K^{-1}.C \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana untuk menentukan  $K^{-1}$  dengan menggunakan rumus :

$$\frac{1}{\det K} \text{ mod } 26 = x \text{ atau } (\det K * x \text{ mod } 26 = 1) \dots\dots\dots(2.15)$$



Gambar 2.14 Ilustrasi Proses Deskripsi Hill Cipher (sumber: Abdul H. H., 2013)



## 2.5 ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*)

Kode standar Amerika untuk pertukaran informasi atau ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*) merupakan suatu standar internasional dalam kode huruf dan simbol seperti *hex* dan *unicode* tetapi ASCII lebih bersifat universal, contohnya 124 adalah untuk karakter "|". Ia selalu digunakan oleh komputer dan alat komunikasi lain untuk menunjukkan teks. Kode ASCII sebenarnya memiliki komposisi bilangan biner sebanyak 7 bit. Namun, ASCII disimpan sebagai sandi 8 bit dengan menambahkan satu angka 0 sebagai bit *significant* paling tinggi. Bit tambahan ini sering digunakan untuk uji prioritas. Karakter kontrol pada ASCII dibedakan menjadi 5 kelompok sesuai dengan penggunaan yaitu berturut-turut meliputi *logical communication*, *Device control*, *Information separator*, *Code extention*, dan *physical communication*. Code ASCII ini banyak dijumpai pada papan ketik (*keyboard*) computer atau instrumen-instrumen digital.

Jumlah kode ASCII adalah 255 kode. Kode ASCII 0-127 merupakan kode ASCII untuk manipulasi teks; sedangkan kode ASCII 128-255 merupakan kode ASCII untuk manipulasi grafik. Kode ASCII sendiri dapat dikelompokkan lagi kedalam beberapa bagian:

1. Kode yang tidak terlihat simbolnya seperti Kode 10 (*Line Feed*), 13 (*Carriage Return*), 8 (*Tab*), 32 (*Space*)
2. Kode yang terlihat simbolnya seperti abjad (A..Z), numerik (0..9), karakter khusus (~!@#\$%^&\*()\_+?:"{}))
3. Kode yang tidak ada di keyboard namun dapat ditampilkan. Kode ini umumnya untuk kode-kode grafik.

Tabel 2.2 Karakter-Karakter ASCII (untuk manipulasi teks)

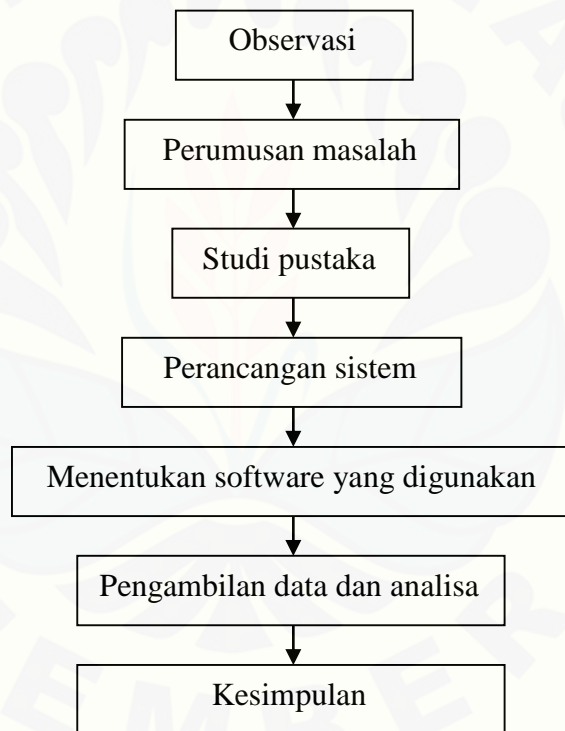
<i>Decimal</i>	<i>Char</i>	<i>Decimal</i>	<i>Char</i>	<i>Decimal</i>	<i>Char</i>	<i>Decimal</i>	<i>Char</i>
0	[NULL]	32	[SPACE]	64	@	96	`
1	[START OF HEADING]	33	!	65	A	97	a
2	[START OF TEXT]	34	“	66	B	98	b
3	[END OF TEXT]	35	#	67	C	99	c
4	[END OF TRANSMISSION]	36	\$	68	D	100	d
5	[ENQUIRY]	37	%	69	E	101	e
6	[ACKNOWLEDGE]	38	&	70	F	102	f
7	[BELL]	39	‘	71	G	103	g
8	[BACKSPACE]	40	(	72	H	104	h
9	[HORIZONTAL TAB]	41	)	73	I	105	i
10	[LINE FEED]	42	*	74	J	106	j
11	[VERTICAL TAB]	43	+	75	K	107	k
12	[FORM FEED]	44	,	76	L	108	l
13	[CARRIAGE RETURN]	45	-	77	M	109	m
14	[SHIFT OUT]	46	.	78	N	110	n
15	[SHIFT IN]	47	/	79	O	111	o
16	[DATA LINK ESCAPE]	48	0	80	P	112	p
17	[DEVICE CONTROL 1]	49	1	81	Q	113	q
18	[DEVICE CONTROL 2]	50	2	82	R	114	r
19	[DEVICE CONTROL 3]	51	3	83	S	115	s
20	[DEVICE CONTROL 4]	52	4	84	T	116	t
21	[NEGATIVE ACKNOWLEDGE]	53	5	85	U	117	u
22	[SYNCHRONOUS IDLE]	54	6	86	V	118	v
23	[ENG OF TRANS BLOCK]	55	7	87	W	119	w
24	[CANCEL]	56	8	88	X	120	x
25	[END OF MEDIUM]	57	9	89	Y	121	y
26	[SUBSTITUTE]	58	:	90	Z	122	z
27	[ESCAPE]	59	;	91	[	123	{
28	[FILE SEPARATOR]	60	<	92	\	124	
28	[GROUP SEPARATOR]	61	=	93	]	125	}
30	[RECORD SEPARATOR]	62	>	94	^	126	~
31	[UNIT SEPARATOR]	63	?	95	_	127	[DEL]

(Sumber : Chris Sanders & Jason Smith, 2014)

### BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada metodologi penelitian ini akan dijelaskan tentang alur penelitian yang akan dikaji dalam bentuk diagram blok dan diagram alur (*flowchart*). Pada penelitian ini akan dianalisis proses pengenalan plat nomor suatu kendaraan bermotor menggunakan teknik pengolahan citra digital dengan metode *template matching* yang kemudian hasil dari pengenalan tersebut nantinya akan dienkrpsi menggunakan algoritma kriptografi hill cipher.

#### 3.1 Tahapan Penelitian

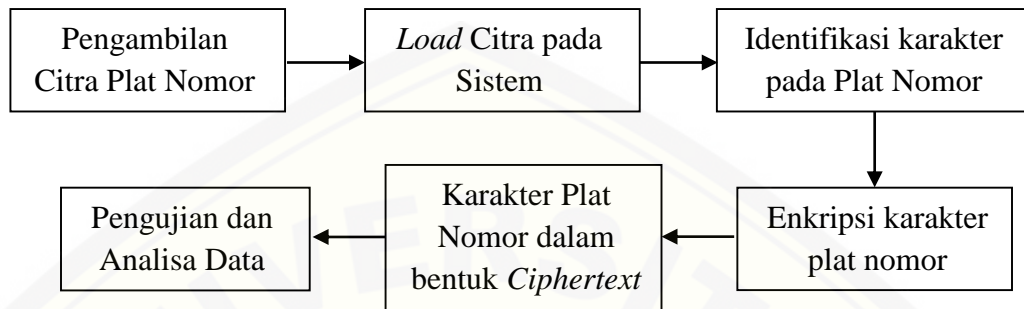


Gambar 3.1 Kerangka Penelitian

Tahapan penelitian ini diawali dengan melakukan observasi di sekitar lingkungan kehidupan sehari-hari. Hasil observasi tersebut nantinya akan menimbulkan berbagai permasalahan. Dari sini akan muncul solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut, yaitu permasalahan tentang efisiensi serta tingkat keamanan dari sistem perparkiran yang ada. Langkah awal untuk menjalankan solusi tersebut adalah dengan mencari literatur dari buku maupun internet, serta dari

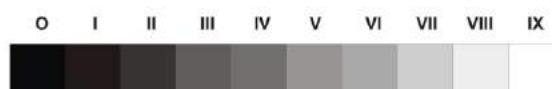
penelitian-penelitian sebelumnya. Langkah selanjutnya adalah membuat rancangan sistem pengenalan karakter plat nomor dan sistem keamanannya.

### 3.2 Blok Sistem



Gambar 3.2 Blok Sistem

Pada penelitian ini citra plat nomor akan diambil menggunakan kamera cannon 1100D dengan resolusi kamera sebesar 12,2 MP. Plat nomor yang digunakan pada penelitian ini adalah plat nomor mobil (kendaraan roda 4 atau lebih). Pengambilan citra plat nomor dilakukan pada saat siang dan malam hari pada lokasi terbuka (*outdoor*), hal ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tingkat intensitas cahaya terhadap tingkat akurasi sistem dalam mengidentifikasi nomor plat. Acuan dalam menentukan cahaya yang digunakan termasuk dalam kategori cukup atau kurang adalah dengan menggunakan *light meter*. *Light meter* merupakan salah satu fitur didalam kamera yang berfungsi mengukur intensitas cahaya yang ditangkap oleh lensa kamera. Sebuah pencahayaan dianggap cukup jika berada pada *zone V* atau memiliki nada warna abu-abu netral *grey card 18%*. Jika berada diatas *zone V* maka termasuk dalam kategori cahaya berlebih, sedangkan jika dibawah *zone V* termasuk kekurangan cahaya. Pada penelitian ini dilakukan pengambilan data dengan intensitas cahaya cukup dan intensitas cahaya kurang. Berikut 10 tingkatan nada *zone system*.

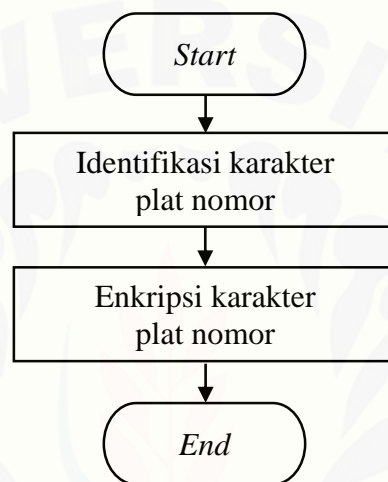


Gambar 3.3 Tingkat nada *zone system*

Citra uji berupa citra plat nomor yang memiliki warna RGB berformat .jpg yang dimasukkan kedalam sistem untuk diolah. Tahapan pertama pada sistem ini

adalah proses pengolahan 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.

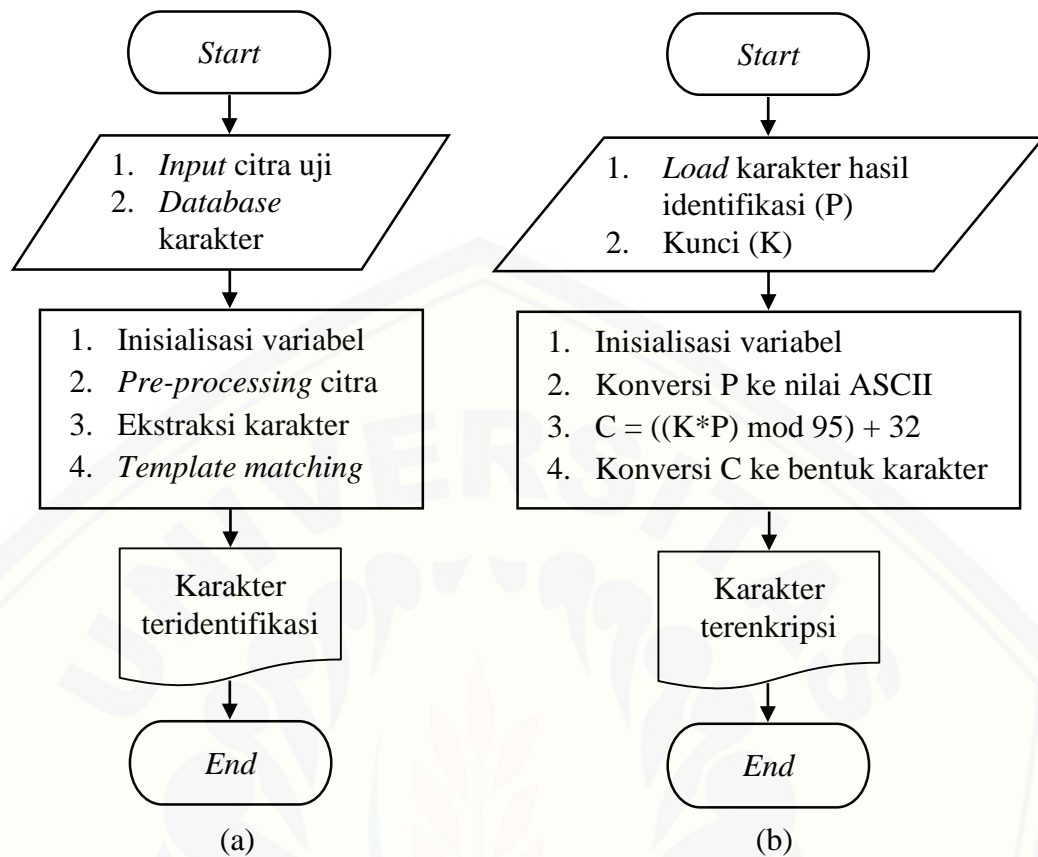
### 3.3 Flowchart Penelitian



Gambar 3.4 Flowchart sistem

Pada sistem pengenalan dan keamanan plat nomor kendaraan pada penelitian ini dibagi menjadi dua proses tahapan. Tahapan yang pertama adalah tahapan Identifikasi karakter plat nomor menggunakan metode *template matching*. Pada proses ini citra plat nomor akan diolah menggunakan berbagai teknik pengolahan citra digital sehingga karakter-karakter pada plat nomor yang diujikan dapat teridentifikasi dengan baik. Sedangkan pada tahapan kedua merupakan tahapan lanjutan untuk menyandingkan karakter-karakter plat nomor yang telah dikenali. Proses penyandingan ini biasa disebut dengan proses enkripsi. Karakter-karakter hasil pengenalan pada proses sebelumnya akan dienkripsi menggunakan algoritma kriptografi hill cipher sehingga diperoleh keluaran total pada sistem berupa karakter plat nomor dalam bentuk *ciphertext*.





Gambar 3.5 (a) *Flowchart* proses identifikasi karakter, (b) *Flowchart* proses enkripsi karakter

Pada proses pengenalan plat nomor suatu kendaraan dibutuhkan beberapa bahan sebagai masukan, diantaranya adalah citra uji dan data base karakter sebagai bahan untuk melakukan proses *template matching*. Pada proses identifikasi karakter, data masukan yang digunakan berupa citra digital (berformat .jpg) dengan warna RGB. Sedangkan citra *database* merupakan citra biner dengan format .bmp. Pada proses identifikasi karakter dibutuhkan beberapa tahapan, yaitu inisialisasi variabel, *pre-processing* citra, ekstraksi karakter plat nomor, dan proses *template matching*. Pada proses *pre-processing* meliputi beberapa teknik pengolahan citra seperti *resizing*, *grayscale*, *filtering*, dilasi, erosi, konvolusi, *intensity scaling*, dll. Citra hasil *pre-processing* kemudian dilanjutkan dengan proses ekstraksi karakter untuk mendapatkan enam karakter plat nomor pada citra uji. Hasil Ekstraksi plat nomor tersebut kemudian diproses dalam sebuah metode yang dinamakan metode *template matching*, dimana setiap karakter yang telah

diekstraksi akan dilakukan perbandingan dengan *database* pada setiap *pixel*-nya. Perbandingan yang dimaksud adalah perbandingan nilai bit pada setiap *pixel*-nya (0 dan 1). Metode *template matching* yang digunakan pada penelitian ini *template matching* dengan metode *correlation*, dimana nilai bit pada setiap *pixel* citra uji akan dibandingkan dengan nilai bit pada setiap *pixel* pada citra *database*. Pada perbandingan citra uji dengan *database* ini, akan dipilih *database* yang memiliki nilai *correlation* (kesesuaian) yang paling tinggi. Nilai korelasi antara citra uji dan citra pada *database* dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$r = \frac{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_i) \cdot (x_{jk} - x_j)}{\sqrt{[\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_i)^2 \cdot \sum_{k=1}^n (x_{jk} - x_j)^2]}} \dots \dots \dots (3.1)$$

Dimana  $x_i$  dirumuskan dengan persamaan 3.2 dan  $x_j$  dirumuskan dengan persamaan 3.3

$$x_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_{ik} \dots \dots \dots (3.2)$$

$$x_j = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_{jk} \dots \dots \dots (3.3)$$

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  $j$

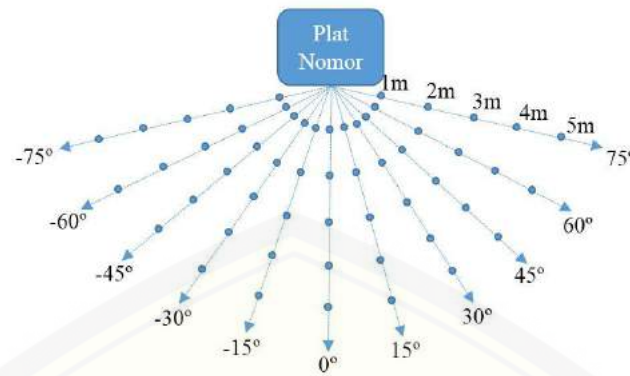
$n$  = jumlah *pixel* pada suatu matriks

Pada proses enkripsi karakter, metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kriptografi hill cipher. Pada prinsipnya metode ini cukup sederhana dan mudah diaplikasikan pada suatu sistem keamanan data, namun memiliki ketahanan yang sangat baik terhadap serangan. Penggunaan komputasi berbentuk matriks dan penggunaan karakter ASCII pada sistem dapat menambah tingkat kerumitan pihak ketiga dalam mendeskripsikan *ciphertext*. Pada algoritma hill cipher sendiri dibutuhkan masukan berupa *plaintext* dan kunci (*key*). *plaintext* disini merupakan karakter hasil pengenalan dari plat nomor, sedangkan kunci yang

digunakan berupa angka matrik 2x2 yang memiliki determinan 1 atau -1. Kunci yang digunakan harus sama-sama diketahui oleh pihak pengirim dan penerima. Langkah berikutnya adalah mengkonversi setiap karakter pada *plaintext* ke dalam nilai ASCII (*American Standart Code for Information Interchange*). Proses inti perubahan *plaintext* menjadi *ciphertext* adalah dengan cara mengalikan *plaintext* dengan kunci, kunci dan *plaintext* dikalikan dalam bentuk matriks. Matriks *plaintext* terdiri dari 2 baris menyesuaikan dengan kunci yang digunakan. Hasil dari perkalian ini selanjutnya dilakukan proses modulo 95 pada setiap nilainya, karena total karakter pada ASCII yang digunakan adalah 95. Hasil dari proses modulo ini selanjutnya dijumlahkan dengan 32, karena pada karakter ASCII terdapat 32 karakter awal yang tidak tertulis (pada penelitian ini tidak diperlukan). Nilai yang didapat dari proses perhitungan tersebut kemudian dikonversi dari nilai ASCII ke bentuk karakter kembali, karakter inilah yang kemudian dinamakan *ciphertext* dan ditampilkan sebagai *output* dari sistem.

### 3.4 Pengambilan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah citra plat nomor kendaraan roda 4 atau lebih yang memiliki jumlah karakter sebanyak 6 dan memenuhi standar kepolisian Republik Indonesia. Pengambilan data dilakukan pada saat siang dan malam hari pada kondisi terbuka (*outdoor*) menggunakan kamera cannon 1100D beresolusi 12MP. Plat nomor kendaraan nantinya akan diambil gambarnya kemudian disimpan pada komputer, lalu citra plat nomor kendaraan tersebut kemudian di-*load* pada sistem untuk diolah agar karakter plat nomor dapat dikenali dan dienkripsi. Pengambilan data pada penelitian ini dibagi menjadi 2 tahapan. Pada tahapan pertama, jumlah data yang diambil sebanyak 20 citra yang terdiri dari 10 citra pada saat siang hari dan 10 citra saat malam hari. Pengambilan citra uji dilakukan dengan posisi kamera sejajar dengan obyek serta jarak antara citra uji dengan obyek  $\pm 1$ m. Sedangkan pada pengambilan data tahap kedua dilakukan pengambilan data sebanyak 6 buah citra plat nomor (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 sebagai berikut.



Gambar 3.6 Skema pengambilan data untuk uji sudut dan jarak

Pada gambar 3.5 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 pada gambar 3.5. Sudut yang digunakan untuk pengambilan gambar adalah  $-75^\circ$ ,  $-60^\circ$ ,  $-45^\circ$ ,  $-30^\circ$ ,  $-15^\circ$ ,  $0^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ , dan  $75^\circ$  terhadap plat nomor yang diuji. Pada masing-masing sudut tersebut 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. Hal ini dikarenakan ketinggian posisi plat nomor kendaraan di Indonesia terhadap tanah memiliki jarak rata-rata  $\pm 0,5m$ .

### 3.5 Pengujian Data

Pengujian hasil identifikasi plat nomor dilakukan dengan cara melakukan perbandingan antara karakter plat nomor (*image*) dengan karakter plat nomor (*text*) yang merupakan keluaran dari proses pengolahan citra. 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. Perhitungan tingkat akurasi dari proses identifikasi karakter plat nomor dan tingkat akurasi proses enkripsi dan pengenalan karakter plat nomor dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$Akurasi = \frac{\text{Jumlah data benar}}{\text{Jumlah total data pengujian}} \times 100\% \dots\dots\dots(3.4)$$

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

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

1. Berdasarkan tabel 4.7 (halaman 45) dan tabel 4.8 (halaman 47), 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  $0^{\circ}$  merupakan sudut terbaik untuk proses identifikasi karakter. Pada uji sudut  $0^{\circ}$  diperoleh nilai akurasi sebesar 16,7% dan pada uji sudut  $-15^{\circ}$  memiliki nilai akurasi sebesar 6,7<sup>0</sup>. 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 4.17 (halaman 62) dan tabel 4.18 (halaman 62) pada data hasil proses enkripsi kriptografi hill cipher, dari 20 data uji yang digunakan terdapat 20 data uji yang berhasil dienkrpsi dengan benar, atau dengan kata lain sistem ini memiliki tingkat akurasi sebesar 100%.

### 5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah:

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



**DAFTAR PUSTAKA**

- Liliana, Budhi G. S., & Hendra. 2011. Jurnal: “Segmentasi Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Metode Run Length Smearing Algorithm (RLSA)”. Teknik Informatika Universitas Kristen Petra. Surabaya.
- Hermawati F. A. 2013. Pengolahan Citra Digital Konsep dan Teori. Yogyakarta. Penerbit Andi.
- Solihin R. S., Purwoto B. H. 2014. Jurnal: “Perbaikan Citra dengan Menggunakan Median Filter dan Metoda Histogram Equalization”. Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Bahri R. S., Maliki I. 2012. Jurnal: “Perbandingan Algoritma Template Matching dan Feature Extraction pada Optical Character Recognition”. Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Indonesia. Bandung.
- Hendry J., Hidayat R. 2011. Jurnal: “Template Matching Untuk Deteksi Obyek Citra Dengan Menggunakan Algoritma Korelasi”. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
- 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.
- Hasugian A. H. 2013. Jurnal “Implementasi Algoritma Hill Cipher dalam Penyandian Data”. STMIK Budi Darma. Medan.
- Puspita N. P., Bahtiar N. 2010. Jurnal: “Kriptografi Hill Cipher dengan Menggunakan Operasi Matriks”. Jurusan Matematika FMIPA Universitas Diponegoro. Semarang.

Sanders C. & Smith J. 2014. Applied Network Security Monitoring. Waltham. Penerbit Elseiver.

Bhat R., Mehandia B. 2014. Jurnal "Recognition of Vehicle Number Plate Using Matlab". ECE Departement Gurgaon Intitute of Technology & Management. Gurgaon, India.

Widyanarko A. 2009. Jurnal "Studi dan analisis mengenai Hill Cipher, Teknik Kriptanalisis dan Upaya Penanggulangannya". Program Studi Teknik Informatika Institut Teknologi Bandung. Bandung.

Wicaksana R. P. 2010. Jurnal "Pengenalan Plat Nomor Kendaraan Secara Otomatis untuk Pelanggaran Lalu Lintas". Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

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 .

Robinson E. M. 2010. Crime Scene Photography. California. Penerbit Elseiver.

LAMPIRAN

A. Perhitungan Algoritma Hill Cipher pada Saat Pengambilan Citra Siang Hari

1. No Plat : W454RK

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

Konversi plat nomor (*plaintext*) kedalam nilai ASCII dalam bentuk matriks

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

$$C = ((K \times P) \bmod 95) + 32$$

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

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

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

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

Konversi nilai ASCII kedalam bentuk karakter

$$C = \begin{bmatrix} T & T & k \\ ! & ^ & J \end{bmatrix}$$

$$= T!T^kJ$$

2. No Plat : P329QI

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

Konversi plat nomor (*plaintext*) kedalam nilai ASCII dalam bentuk matriks

$$P = \begin{bmatrix} 80 & 50 & 81 \\ 51 & 57 & 73 \end{bmatrix}$$

$$C = ((K \times P) \bmod 95) + 32$$

$$= \left( \left( \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 80 & 50 & 81 \\ 51 & 57 & 73 \end{bmatrix} \right) \bmod 95 \right) + 32$$

$$\begin{aligned}
 &= \left( \begin{bmatrix} 51 & 57 & 73 \\ 182 & 164 & 227 \end{bmatrix} \text{mod}95 \right) + 32 \\
 &= \begin{bmatrix} 51 & 57 & 73 \\ 87 & 69 & 37 \end{bmatrix} + 32 \\
 &= \begin{bmatrix} 83 & 89 & 105 \\ 119 & 101 & 69 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Konversi nilai ASCII kedalam bentuk karakter

$$\begin{aligned}
 C &= \begin{bmatrix} S & Y & i \\ w & e & E \end{bmatrix} \\
 &= SwYeiE
 \end{aligned}$$

### 3. No Plat : P838TO

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

Konversi plat nomor (*plaintext*) kedalam nilai ASCII dalam bentuk matriks

$$P = \begin{bmatrix} 80 & 51 & 84 \\ 56 & 56 & 79 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned}
 C &= ((K \times P) \text{mod}95) + 32 \\
 &= \left( \left( \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 80 & 51 & 84 \\ 56 & 56 & 79 \end{bmatrix} \right) \text{mod}95 \right) + 32 \\
 &= \left( \begin{bmatrix} 56 & 56 & 79 \\ 192 & 163 & 242 \end{bmatrix} \text{mod}95 \right) + 32 \\
 &= \begin{bmatrix} 56 & 56 & 79 \\ 2 & 68 & 52 \end{bmatrix} + 32 \\
 &= \begin{bmatrix} 88 & 84 & 111 \\ 34 & 100 & 84 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Konversi nilai ASCII kedalam bentuk karakter

$$\begin{aligned}
 C &= \begin{bmatrix} X & X & o \\ " & d & T \end{bmatrix} \\
 &= X"Xd oT
 \end{aligned}$$

### 4. No Plat : P215CA

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

Konversi plat nomor (*plaintext*) kedalam nilai ASCII dalam bentuk matriks

$$P = \begin{bmatrix} 80 & 49 & 67 \\ 50 & 53 & 65 \end{bmatrix}$$

$$C = ((K \times P) \bmod 95) + 32$$

$$= \left( \left( \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 80 & 49 & 67 \\ 50 & 53 & 65 \end{bmatrix} \right) \bmod 95 \right) + 32$$

$$= \left( \begin{bmatrix} 50 & 53 & 65 \\ 180 & 155 & 197 \end{bmatrix} \bmod 95 \right) + 32$$

$$= \begin{bmatrix} 50 & 53 & 65 \\ 85 & 60 & 7 \end{bmatrix} + 32$$

$$= \begin{bmatrix} 82 & 85 & 97 \\ 117 & 92 & 39 \end{bmatrix}$$

Konversi nilai ASCII kedalam bentuk karakter

$$C = \begin{bmatrix} R & U & a \\ u & \backslash & ' \end{bmatrix}$$

$$= RuU\backslash a'$$

##### 5. No Plat : P750NL

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

Konversi plat nomor (*plaintext*) kedalam nilai ASCII dalam bentuk matriks

$$P = \begin{bmatrix} 80 & 53 & 78 \\ 55 & 48 & 76 \end{bmatrix}$$

$$C = ((K \times P) \bmod 95) + 32$$

$$= \left( \left( \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 80 & 53 & 78 \\ 55 & 48 & 76 \end{bmatrix} \right) \bmod 95 \right) + 32$$

$$= \left( \begin{bmatrix} 55 & 48 & 76 \\ 190 & 149 & 230 \end{bmatrix} \bmod 95 \right) + 32$$

$$= \begin{bmatrix} 55 & 48 & 76 \\ 0 & 54 & 40 \end{bmatrix} + 32$$

$$= \begin{bmatrix} 87 & 80 & 108 \\ 32 & 86 & 72 \end{bmatrix}$$

Konversi nilai ASCII kedalam bentuk karakter



$$C = \begin{bmatrix} W & P & l \\ V & & H \end{bmatrix}$$

$$= W PVIH$$

#### 6. No Plat : P805KU

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

Konversi plat nomor (*plaintext*) kedalam nilai ASCII dalam bentuk matriks

$$P = \begin{bmatrix} 80 & 48 & 75 \\ 56 & 53 & 85 \end{bmatrix}$$

$$C = ((K \times P) \bmod 95) + 32$$

$$= \left( \left( \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 80 & 48 & 75 \\ 56 & 53 & 85 \end{bmatrix} \right) \bmod 95 \right) + 32$$

$$= \left( \begin{bmatrix} 56 & 53 & 85 \\ 192 & 154 & 245 \end{bmatrix} \bmod 95 \right) + 32$$

$$= \begin{bmatrix} 56 & 53 & 85 \\ 2 & 59 & 55 \end{bmatrix} + 32$$

$$= \begin{bmatrix} 88 & 85 & 117 \\ 34 & 91 & 87 \end{bmatrix}$$

Konversi nilai ASCII kedalam bentuk karakter

$$C = \begin{bmatrix} X & U & u \\ " & [ & W \end{bmatrix}$$

$$= X"U[uW$$

#### 7. No Plat : P657ZS

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

Konversi plat nomor (*plaintext*) kedalam nilai ASCII dalam bentuk matriks

$$P = \begin{bmatrix} 80 & 53 & 90 \\ 54 & 55 & 83 \end{bmatrix}$$

$$C = ((K \times P) \bmod 95) + 32$$

$$= \left( \left( \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 80 & 53 & 90 \\ 54 & 55 & 83 \end{bmatrix} \right) \bmod 95 \right) + 32$$

$$\begin{aligned}
 &= \left( \begin{bmatrix} 54 & 55 & 83 \\ 188 & 163 & 256 \end{bmatrix} \text{mod}95 \right) + 32 \\
 &= \begin{bmatrix} 54 & 55 & 83 \\ 93 & 68 & 66 \end{bmatrix} + 32 \\
 &= \begin{bmatrix} 86 & 87 & 115 \\ 125 & 100 & 98 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Konversi nilai ASCII kedalam bentuk karakter

$$\begin{aligned}
 C &= \begin{bmatrix} V & W & s \\ \} & d & b \end{bmatrix} \\
 &= V\}Wdsb
 \end{aligned}$$

#### 8. No Plat : P973VO

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

Konversi plat nomor (*plaintext*) kedalam nilai ASCII dalam bentuk matriks

$$P = \begin{bmatrix} 80 & 55 & 86 \\ 57 & 51 & 79 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned}
 C &= ((K \times P) \text{mod}95) + 32 \\
 &= \left( \left( \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 80 & 55 & 86 \\ 57 & 51 & 79 \end{bmatrix} \right) \text{mod}95 \right) + 32 \\
 &= \left( \begin{bmatrix} 57 & 51 & 79 \\ 194 & 157 & 244 \end{bmatrix} \text{mod}95 \right) + 32 \\
 &= \begin{bmatrix} 57 & 51 & 79 \\ 4 & 62 & 54 \end{bmatrix} + 32 \\
 &= \begin{bmatrix} 89 & 83 & 111 \\ 36 & 94 & 86 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Konversi nilai ASCII kedalam bentuk karakter

$$\begin{aligned}
 C &= \begin{bmatrix} Y & S & o \\ \$ & ^ & V \end{bmatrix} \\
 &= Y\$S^oV
 \end{aligned}$$

#### 9. No Plat : P875TL

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

Konversi plat nomor (*plaintext*) kedalam nilai ASCII dalam bentuk matriks

$$P = \begin{bmatrix} 80 & 55 & 84 \\ 56 & 53 & 76 \end{bmatrix}$$

$$C = ((K \times P) \bmod 95) + 32$$

$$= \left( \left( \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 80 & 55 & 84 \\ 56 & 53 & 76 \end{bmatrix} \right) \bmod 95 \right) + 32$$

$$= \left( \begin{bmatrix} 56 & 53 & 76 \\ 192 & 161 & 236 \end{bmatrix} \bmod 95 \right) + 32$$

$$= \begin{bmatrix} 56 & 53 & 76 \\ 2 & 66 & 46 \end{bmatrix} + 32$$

$$= \begin{bmatrix} 88 & 85 & 108 \\ 34 & 98 & 78 \end{bmatrix}$$

Konversi nilai ASCII kedalam bentuk karakter

$$C = \begin{bmatrix} X & U & l \\ " & b & N \end{bmatrix}$$

$$= X"UblN$$

#### 10. No Plat : P759DJ (Teridentifikasi P759OJ)

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

Konversi plat nomor (*plaintext*) kedalam nilai ASCII dalam bentuk matriks

$$P = \begin{bmatrix} 80 & 53 & 79 \\ 55 & 57 & 74 \end{bmatrix}$$

$$C = ((K \times P) \bmod 95) + 32$$

$$= \left( \left( \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 80 & 53 & 79 \\ 55 & 57 & 74 \end{bmatrix} \right) \bmod 95 \right) + 32$$

$$= \left( \begin{bmatrix} 55 & 57 & 74 \\ 190 & 167 & 227 \end{bmatrix} \bmod 95 \right) + 32$$

$$= \begin{bmatrix} 55 & 57 & 74 \\ 0 & 72 & 37 \end{bmatrix} + 32$$

$$= \begin{bmatrix} 87 & 89 & 106 \\ 32 & 104 & 69 \end{bmatrix}$$

Konversi nilai ASCII kedalam bentuk karakter

$$C = \begin{bmatrix} W & Y & j \\ & h & E \end{bmatrix}$$

$$= W YhjE$$

## B. Perhitungan Algoritma Hill Cipher pada Saat Pengambilan Citra Malam Hari

### 1. No Plat : P847DH

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

Konversi plat nomor (*plaintext*) kedalam nilai ASCII dalam bentuk matriks

$$P = \begin{bmatrix} 80 & 52 & 68 \\ 56 & 55 & 72 \end{bmatrix}$$

$$C = ((K \times P) \bmod 95) + 32$$

$$= \left( \left( \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 80 & 52 & 68 \\ 56 & 55 & 72 \end{bmatrix} \right) \bmod 95 \right) + 32$$

$$= \left( \begin{bmatrix} 56 & 55 & 72 \\ 192 & 162 & 212 \end{bmatrix} \bmod 95 \right) + 32$$

$$= \begin{bmatrix} 56 & 55 & 72 \\ 2 & 67 & 22 \end{bmatrix} + 32$$

$$= \begin{bmatrix} 88 & 87 & 104 \\ 34 & 99 & 54 \end{bmatrix}$$

Konversi nilai ASCII kedalam bentuk karakter

$$C = \begin{bmatrix} X & W & h \\ " & c & 6 \end{bmatrix}$$

$$= X"Wch6$$

### 2. No Plat : P742KL

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

Konversi plat nomor (*plaintext*) kedalam nilai ASCII dalam bentuk matriks

$$P = \begin{bmatrix} 80 & 52 & 75 \\ 55 & 50 & 76 \end{bmatrix}$$

$$C = ((K \times P) \bmod 95) + 32$$

$$\begin{aligned}
&= \left( \left( \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 80 & 52 & 75 \\ 55 & 50 & 76 \end{bmatrix} \right) \bmod 95 \right) + 32 \\
&= \left( \begin{bmatrix} 55 & 50 & 76 \\ 190 & 152 & 227 \end{bmatrix} \bmod 95 \right) + 32 \\
&= \begin{bmatrix} 55 & 50 & 76 \\ 0 & 57 & 37 \end{bmatrix} + 32 \\
&= \begin{bmatrix} 87 & 82 & 108 \\ 32 & 89 & 69 \end{bmatrix}
\end{aligned}$$

Konversi nilai ASCII kedalam bentuk karakter

$$\begin{aligned}
C &= \begin{bmatrix} W & R & l \\ & Y & E \end{bmatrix} \\
&= WRYIE
\end{aligned}$$

### 3. No Plat : P1927S

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

Konversi plat nomor (*plaintext*) kedalam nilai ASCII dalam bentuk matriks

$$P = \begin{bmatrix} 80 & 57 & 55 \\ 49 & 50 & 83 \end{bmatrix}$$

$$C = ((K \times P) \bmod 95) + 32$$

$$\begin{aligned}
&= \left( \left( \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 80 & 57 & 55 \\ 49 & 50 & 83 \end{bmatrix} \right) \bmod 95 \right) + 32 \\
&= \left( \begin{bmatrix} 49 & 50 & 83 \\ 178 & 157 & 221 \end{bmatrix} \bmod 95 \right) + 32 \\
&= \begin{bmatrix} 49 & 50 & 83 \\ 83 & 62 & 31 \end{bmatrix} + 32 \\
&= \begin{bmatrix} 81 & 82 & 115 \\ 115 & 94 & 63 \end{bmatrix}
\end{aligned}$$

Konversi nilai ASCII kedalam bentuk karakter

$$\begin{aligned}
C &= \begin{bmatrix} Q & R & s \\ s & ^ & ? \end{bmatrix} \\
&= QsR^s?
\end{aligned}$$



**4. No Plat : P759KL**

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

Konversi plat nomor (*plaintext*) kedalam nilai ASCII dalam bentuk matriks

$$P = \begin{bmatrix} 80 & 53 & 75 \\ 55 & 57 & 76 \end{bmatrix}$$

$$C = ((K \times P) \bmod 95) + 32$$

$$= \left( \left( \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 80 & 53 & 75 \\ 55 & 57 & 76 \end{bmatrix} \right) \bmod 95 \right) + 32$$

$$= \left( \begin{bmatrix} 55 & 57 & 76 \\ 190 & 167 & 227 \end{bmatrix} \bmod 95 \right) + 32$$

$$= \begin{bmatrix} 55 & 57 & 76 \\ 0 & 72 & 37 \end{bmatrix} + 32$$

$$= \begin{bmatrix} 87 & 89 & 108 \\ 32 & 104 & 69 \end{bmatrix}$$

Konversi nilai ASCII kedalam bentuk karakter

$$C = \begin{bmatrix} W & Y & l \\ h & E & \end{bmatrix}$$

$$= W Yh l E$$

**5. No Plat : N11NDY**

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

Konversi plat nomor (*plaintext*) kedalam nilai ASCII dalam bentuk matriks

$$P = \begin{bmatrix} 78 & 49 & 68 \\ 49 & 78 & 89 \end{bmatrix}$$

$$C = ((K \times P) \bmod 95) + 32$$

$$= \left( \left( \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 78 & 49 & 68 \\ 49 & 78 & 89 \end{bmatrix} \right) \bmod 95 \right) + 32$$

$$= \left( \begin{bmatrix} 49 & 78 & 89 \\ 176 & 205 & 246 \end{bmatrix} \bmod 95 \right) + 32$$

$$= \begin{bmatrix} 49 & 78 & 89 \\ 81 & 15 & 56 \end{bmatrix} + 32$$

$$= \begin{bmatrix} 81 & 110 & 121 \\ 113 & 47 & 88 \end{bmatrix}$$

Konversi nilai ASCII kedalam bentuk karakter

$$C = \begin{bmatrix} Q & n & y \\ q & / & X \end{bmatrix}$$

$$= Qqn/yX$$

#### 6. No Plat : P422KA

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

Konversi plat nomor (*plaintext*) kedalam nilai ASCII dalam bentuk matriks

$$P = \begin{bmatrix} 80 & 50 & 75 \\ 52 & 50 & 65 \end{bmatrix}$$

$$C = ((K \times P) \bmod 95) + 32$$

$$= \left( \left( \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 80 & 50 & 75 \\ 52 & 50 & 65 \end{bmatrix} \right) \bmod 95 \right) + 32$$

$$= \left( \begin{bmatrix} 52 & 50 & 65 \\ 184 & 150 & 205 \end{bmatrix} \bmod 95 \right) + 32$$

$$= \begin{bmatrix} 52 & 50 & 65 \\ 89 & 55 & 15 \end{bmatrix} + 32$$

$$= \begin{bmatrix} 84 & 82 & 97 \\ 121 & 87 & 47 \end{bmatrix}$$

Konversi nilai ASCII kedalam bentuk karakter

$$C = \begin{bmatrix} T & R & a \\ y & W & / \end{bmatrix}$$

$$= TyRWa/$$

#### 7. No Plat : P446DK

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

Konversi plat nomor (*plaintext*) kedalam nilai ASCII dalam bentuk matriks

$$P = \begin{bmatrix} 80 & 52 & 68 \\ 52 & 54 & 75 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned}
 C &= ((K \times P) \bmod 95) + 32 \\
 &= \left( \left( \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 80 & 52 & 68 \\ 52 & 54 & 75 \end{bmatrix} \right) \bmod 95 \right) + 32 \\
 &= \left( \begin{bmatrix} 52 & 54 & 75 \\ 184 & 160 & 218 \end{bmatrix} \bmod 95 \right) + 32 \\
 &= \begin{bmatrix} 52 & 54 & 75 \\ 89 & 65 & 28 \end{bmatrix} + 32 \\
 &= \begin{bmatrix} 84 & 86 & 107 \\ 121 & 97 & 60 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Konversi nilai ASCII kedalam bentuk karakter

$$\begin{aligned}
 C &= \begin{bmatrix} T & V & k \\ y & a & < \end{bmatrix} \\
 &= TyVak<
 \end{aligned}$$

#### 8. No Plat : P882TL (Teridentifikasi P082TL)

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

Konversi plat nomor (*plaintext*) kedalam nilai ASCII dalam bentuk matriks

$$P = \begin{bmatrix} 80 & 56 & 84 \\ 48 & 50 & 76 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned}
 C &= ((K \times P) \bmod 95) + 32 \\
 &= \left( \left( \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 80 & 56 & 84 \\ 48 & 50 & 76 \end{bmatrix} \right) \bmod 95 \right) + 32 \\
 &= \left( \begin{bmatrix} 48 & 50 & 76 \\ 176 & 156 & 236 \end{bmatrix} \bmod 95 \right) + 32 \\
 &= \begin{bmatrix} 48 & 50 & 76 \\ 81 & 61 & 46 \end{bmatrix} + 32 \\
 &= \begin{bmatrix} 80 & 82 & 108 \\ 113 & 93 & 78 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Konversi nilai ASCII kedalam bentuk karakter

$$\begin{aligned}
 C &= \begin{bmatrix} P & R & l \\ q & ] & N \end{bmatrix} \\
 &= PqR]lN
 \end{aligned}$$

**9. No Plat : N782DI**

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

Konversi plat nomor (*plaintext*) kedalam nilai ASCII dalam bentuk matriks

$$P = \begin{bmatrix} 78 & 56 & 68 \\ 55 & 50 & 73 \end{bmatrix}$$

$$C = ((K \times P) \bmod 95) + 32$$

$$= \left( \left( \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 78 & 56 & 68 \\ 55 & 50 & 73 \end{bmatrix} \right) \bmod 95 \right) + 32$$

$$= \left( \begin{bmatrix} 55 & 50 & 73 \\ 188 & 156 & 214 \end{bmatrix} \bmod 95 \right) + 32$$

$$= \begin{bmatrix} 55 & 50 & 73 \\ 93 & 61 & 24 \end{bmatrix} + 32$$

$$= \begin{bmatrix} 87 & 82 & 105 \\ 125 & 93 & 56 \end{bmatrix}$$

Konversi nilai ASCII kedalam bentuk karakter

$$C = \begin{bmatrix} W & R & i \\ } & ] & 8 \end{bmatrix}$$

$$= W}R]i8$$

**10. No Plat : P960DG (Teridentifikasi P960BC)**

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

Konversi plat nomor (*plaintext*) kedalam nilai ASCII dalam bentuk matriks

$$P = \begin{bmatrix} 80 & 54 & 66 \\ 57 & 48 & 67 \end{bmatrix}$$

$$C = ((K \times P) \bmod 95) + 32$$

$$= \left( \left( \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 80 & 54 & 66 \\ 57 & 48 & 67 \end{bmatrix} \right) \bmod 95 \right) + 32$$

$$= \left( \begin{bmatrix} 57 & 48 & 67 \\ 194 & 150 & 200 \end{bmatrix} \bmod 95 \right) + 32$$

$$= \begin{bmatrix} 57 & 48 & 67 \\ 4 & 55 & 10 \end{bmatrix} + 32$$

$$= \begin{bmatrix} 89 & 80 & 99 \\ 36 & 87 & 42 \end{bmatrix}$$

Konversi nilai ASCII kedalam bentuk karakter

$$C = \begin{bmatrix} Y & P & c \\ \$ & W & * \end{bmatrix}$$

$$= Y\$PWc*$$

### List program

```
function numberPlateExtraction
%NUMBERPLATEEXTRACTION untuk mengekstraksi karakter plat nomor dari
citra.

f=imread('S10.jpg'); % Membaca citra
f=imresize(f,[400 NaN]); % Mengubah ukuran citra dengan
perbandingan rasio tetap.
g=rgb2gray(f); %Konversi RGB - grayscale.
g=medfilt2(g,[3 3]); % Median filtering untuk menghilangkan noise.
se=strel('disk',1); % Pembentukan elemen penstruktur berbentuk
cakram dengan radius 1.
gi=imdilate(g,se); % Dilasi untuk penambahan pixel pd batas antar
objek guna memperbaiki huruf yg terputus
ge=imerode(g,se); % Erosi untuk pengurangan pixel pd batas objek
gdiff=imsubtract(gi,ge); % Proses mengurangi citra gi dengan ge
gdiff=mat2gray(gdiff); % Konversi nilai range array [0-255] menjadi
[0-1]
gdiff=conv2(gdiff,[1 1;1 1]); % Konvolusi double untuk meningkatkan
kecerahan tepi.
gdiff=imadjust(gdiff,[0.5 0.7],[0 1],0.1); % Intensity scaling
antara range 0 to 1.
B=logical(gdiff); % Konversi dari double ke biner.
% Menghilangkan garis horizontal yang bisa jadi merupakan tepi dari
plat nomor
er=imerode(B,strel('line',50,0)); % Pembuat elemen bentuk garis
dengan panjang 50 & sudut 0 derajat (datar)
out1=imsubtract(B,er); % Mengurangi citra B dengan er
F=imfill(out1,'holes'); % Rekonstruksi citra (mengisi celah kosong
pada huruf)
H=bwmorph(F,'thin',1); % Menipiskan objek ke dalam bentuk garis
H=imerode(H,strel('line',3,90)); %pembuat elemen bentuk garis
dengan panjang 3 & sudut 90 derajat
final=bwareaopen(H,100); %menghilangkan area yang memiliki luas
<100 piksel
Iprops=regionprops(final,'BoundingBox','Image'); % Dua properti,
BoundingBox & citra biner bersesuaian dengan BoundingBox yg
diperoleh
NR=cat(1,Iprops.BoundingBox); % Memilih semua "BoundingBox" di
matriks pada "order numberofboxesX4"
r=controlling(NR); % Memanggil fungsi "controlling" untuk ekstraksi
karakter
```



```

if ~isempty(r) % Jika berhasil memilih kotak yang diinginkan
    I={Iprops.Image}; % Cell array pada citra (salah satu sifat
dari regionprps)
    noPlate=[]; % Inisialisasi plat nomor dalam variabel string.
    for v=1:length(r)
        N=I{1,r(v)}; % Ekstraksi citra biner yg sesuai dg indeks
'r'.
        letter=readLetter(N); % Membaca huruf sesuai citra biner
'N'.
        while letter=='0' || letter=='1' % Untuk membedakan huruf
0 dengan angka 0
            if v<=1 || v>=5
                letter='0';
            else
                letter='1';
            end
            break;
        end
        while letter=='Z' || letter=='2'
            if v<=1 || v>=
                letter='Z';
            else
                letter='2';
            end
            break;
        end
        while letter=='B' || letter=='8'
            if v>=1 || v<=4
                letter='8';
            else
                letter='B';
            end
            break;
        end
        noPlate=[noPlate letter]; % Penambahan karakter berikutnya
pada setiap variabel plat nomor.
    end

%Proses Kriptografi Hill Cipher
plaintext = double (noPlate); %input plaintext & konversi ke nilai
ASCII
X = [plaintext(1:2:6);plaintext(2:2:6)]; %Pembentukan matriks
baris 1 & 2 (2x6)
Key = [0 1;1 2]; %Kunci dalam bentuk matriks
C = mod(Key*X,95)+32; %Proses Perhitungan
D = char (C); %konversi dari bilangan ASCII
ciphertext = D(1:1:6); %Pembentukan matriks baris (2x6) menjadi
(1x12)
%Penulisan karakter plat nomor dalam bentuk .txt pada notepad
fid = fopen('ciphertext.txt', 'wt');
fprintf(fid, '%s\n',ciphertext);
fclose(fid);
winopen('ciphertext.txt')

else % Jika gagal mengekstrak "r", maka akan ditampilkan
pernyataan sebagai berikut

```

```

fprintf('Tidak dapat mengekstrak karakter dari plat
nomor.\n');
fprintf('Plat nomor mungkin tidak sesuai standar kepolisian
atau karakter plat nomor dalam kondisi cacat.\n');
end
end

```

```

function r=controlling(NR)
%CONTROLLING menentukan susunan dari pengenalan "BoundingBox" yang
diinginkan
%R=CONTROLLING(NR) memiliki keluaran vektor baris R yg berisi
pengenalan dari "BoundingBox" yg diinginkan dari matrik NR.
%NR adalah matrik dari perintah "numberofregionx4"
%Numberofregions adalah total dari wilayah yg di ekstraksi dari
fungsi "regionprops" dengan ciri "boundingBox". Untuk memastikan,
dapat digunakan
%perintah "cat(1,...)". Kode tersebut digunakan untuk mendapatkan
pengenalan dari "bounding boxes" yang memiliki lebar yang hampir
sama di sepanjang dimensi-y
%Jika pendekatan tersebut tidak bekerja, maka digunakan pendekatan
dengan koordinat-y yg relatif sama

[Q,W]=hist(NR(:,4)); %histogram lebar dimensi 'y' pada semua kotak
ind=find(Q==6); %Menemukan pengenalan dari Q yang berjumlah '6'.
%find(Q==6)digunakan selama jumlah karakter pd plat nomor berjumlah
6
%Q adalah banyaknya kotak pada baris
%W adalah vektor baris dari semua titik pertengahan, fungsi 'hist'
untuk memilih otomatis range W
for k=1:length(NR) %memanfaatkan keunikan koordinat-y dan lebar y
    C_5(k)=NR(k,2) * NR(k,4);
end
NR2=cat(2,NR,C_5'); % Penambahan kolom baru pada NR
[E,R]=hist(NR2(:,5),20);
Y=find(E==6); % Pencarian 6 karekter plat
if length(ind)==1 %Jika keenam kotak yang diinginkan berhasil
ditemukan rekam titik tengah dari kotak (bin) yang bersesuaian
    MP=W(ind);
    binsize=W(2)-W(1);
    container=[MP-(binsize/2) MP+(binsize/2)]; %Hitung ukuran
CONTAINER yang telah selesai
    r=takeboxes(NR,container,2);
elseif length(Y)==1
    MP=R(Y);
    binsize=R(2)-R(1);
    container=[MP-(binsize/2) MP+(binsize/2)]; %Hitung ukuran
CONTAINER yang telah selesai
    r=takeboxes(NR2,container,2.5); %Memanggil fungsi takesboxes
elseif isempty(ind) || length(ind)>1 %Jika tidak ada nilai dari 6
di vektor Q, gunakan hanya pendekatan koordinat-y
    [A,B]=hist(NR(:,2),20);
    ind2=find(A==6);
    if length(ind2)==1
        MP=B(ind2);
        binsize=B(2)-B(1);

```

```

        container=[MP-(binsize/2) MP+(binsize/2)]; %Hitung ukuran
CONTAINER yang telah selesai
        r=takeboxes (NR,container,1);
    else
        container=guessthesix(A,B,(B(2)-B(1))); %Memanggil fungsi
guessthesix
        if ~isempty(container) %Jika guessthesix bekerja, Panggil
fungsi takesboxes
            r=takeboxes (NR,container,1);
        elseif isempty(container)
            container2=guessthesix(E,R,(R(2)-R(1)));
            if ~isempty(container2)
                r=takeboxes (NR2,container2,2.5);
            else
                r=[]; %jika tidak menetapkan matrik kosong ke 'r'
            end
        end
    end
end
end
end
end

```

```

function r=takeboxes (NR,container,chk)
%TAKEBOXES membantu dalam menentukan nilai dari pengenalan yang
akan digunakan
%R=TAKEBOXES (NR,CONTAINER,CHK) nilai keluaran dari "bounding boxes"
sesuai dengan pengenalan
%NR adalah matriks "numberofregionsx4" dari semua wilayah "bounding
boxes"
%CONTAINER adalah lebar yang berisi 6 "bounding boxes"
%CHK menentukan pengelompokan lebar dimensi-y pada "bounding
boxes" atau koordinat-y
%CHK=2 memperhitungkan pengelompokan lebar dimensi-y
%CHK=1 memperhitungkan pengelompokan koordinat-y

takethisbox=[]; % Inialisasi variabel untuk matrik kosong
for i=1:size (NR,1)
    if NR(i,(2*chk))>=container(1) && NR(i,(2*chk))<=container(2)
% Jika "BoundingBox" berada diantara CONTAINER
        takethisbox=cat (1,takethisbox,NR(i,:)); % Ambil kotak
tersebut dan gabungkan dengan dimensi pertama
    end
end
r=[];
for k=1:size (takethisbox,1)
    var=find (takethisbox(k,1)==reshape (NR(:,1),1,[])); % Menemukan
pengenalan dari kotak yang diinginkan diantara NR
    if length (var)==1 %selama koordinat-x pada kotak berbentuk unik
        r=[r var];
    else
        for v=1:length (var) %Pada kasus koordinat-x yang tidak
unik,

```

```

        M(v)=NR(var(v),(2*chk))>=container(1)  &&  NR(var(v),
            (2*chk))<=container(2);  %periksa kotak bawah
            kondisi CONTAINER
    end
    var=var(M);
    r=[r var];
end
end
end

```

```

function container=guessthesix(Q,W,bsize)
%GUESSTHESIX memprediksi CONTAINER untuk 6 "BoundingBox" yang
diinginkan
%CONTAINER=GUESSTHESIX(Q,W,BSIZE)memiliki keluaran CONTAINER
"BOundingBox"
%yang diinginkan dari frekuensi vektor baris Q, vektor baris titik
tengah dari kotak di W dan ukuran kotak di "BSIZE"

for l=5:-1:2 % Kondisi ini berubah jika jumlah karakter plat nomor
tidak = 6
    val=find(Q==l); % Menemukan pengenalan yang sesuai nilai dari
frekuensi yang sama "l"
    var=length(val); % Cek berapa banyak pengenalan yang ditemukan
    if isempty(var) || var == 1 % jika 1 index atau tidak ada index
yang ditemukan.
        if val == 1
            index=val+1; % Selama 0 indek tidak diizinkan pada
Matlab.
        else
            index=val; % Menetapkan nilai index.
        end
        if length(Q)==val % pada kasus jika index terakhir tercapai,
            index=[]; % maka index+1 akan keluar dari Q.
        end
        if Q(index)+Q(index+1) == 6 % Jika penjumlahan dari
frekuensi dengan bin berikutnya sama enam
            container=[W(index)-(bsize/2) W(index+1)+(bsize/2)]; %
Hitung container dan break looping
            break; % Untuk nilai-nilai yang lebih.
        elseif Q(index)+Q(index-1) == 6 % Jika penjumlahan dari
frekuensi dengan bin sebelumnya sama enam
            container=[W(index-1)-(bsize/2) W(index)+(bsize/2)]; %
Hitung container dan break looping
            break; % Untuk nilai-nilai yang lebih.
        end
    else % Jika ditemukan lebih dari satu
        for k=1:1:var % Ulangi analisis untuk setiap bin dan cek
pada unyuk kondisi yang sama
            if val(k)==1
                index=val(k)+1; % Selama 0 indek tidak diizinkan
pada Matlab
            else
                index=val(k); % jumlah frekuensi sama dengan enam
            end
        end
    end
end

```

```

        if length(Q)==val(k) % pada kasus jika index terakhir
tercapai,
            index=[];          % maka index+1 akan keluar dari Q.
        end
        if Q(index)+Q(index+1) == 6
            container=[W(index)-(bsize/2)
W(index+1)+(bsize/2)]; % Hitung nilai cointainer dan break
            break;
        elseif Q(index)+Q(index-1) == 6
            container=[W(index-1)-(bsize/2)
W(index)+(bsize/2)];
            break;
        end
    end
    if k~=var % Jika untuk setiap nilai dari frekuensi index
bins jumlah ke enam maka break
        break;
    end
end
end
if l==2 % Jika looping selesai dan tidak ada frekuensi jumlah ke
enam maka tetapkan matrik kosong
    container=[];
end
end

%CREATE TEMPLATES
%Letter
A=imread('A.bmp');B=imread('B.bmp');
C=imread('C.bmp');D=imread('D.bmp');
E=imread('E.bmp');F=imread('F.bmp');
G=imread('G.bmp');H=imread('H.bmp');
I=imread('I.bmp');J=imread('J.bmp');
K=imread('K.bmp');L=imread('L.bmp');
M=imread('M.bmp');N=imread('N.bmp');
O=imread('O.bmp');P=imread('P.bmp');
Q=imread('Q.bmp');R=imread('R.bmp');
S=imread('S.bmp');T=imread('T.bmp');
U=imread('U.bmp');V=imread('V.bmp');
W=imread('W.bmp');X=imread('X.bmp');
Y=imread('Y.bmp');Z=imread('Z.bmp');
Afill=imread('fillA.bmp');
Bfill=imread('fillB.bmp');
Dfill=imread('fillD.bmp');
Ofill=imread('fillO.bmp');
Pfill=imread('fillP.bmp');
Qfill=imread('fillQ.bmp');
Rfill=imread('fillR.bmp');

%Number
one=imread('1.bmp'); two=imread('2.bmp');
three=imread('3.bmp');four=imread('4.bmp');
five=imread('5.bmp'); six=imread('6.bmp');
seven=imread('7.bmp');eight=imread('8.bmp');

```



```

nine=imread('9.bmp'); zero=imread('0.bmp');
zerofill=imread('fill0.bmp');
fourfill=imread('fill4.bmp');
sixfill=imread('fill6.bmp');
sixfill2=imread('fill6_2.bmp');
eightfill=imread('fill8.bmp');
ninefill=imread('fill9.bmp');
ninefill2=imread('fill9_2.bmp');

%*-*-*-*-*-*-*-*-*-*
letter=[A Afill B Bfill C D Dfill E F G H I J K L M...
        N O Ofill P Pfill Q Qfill R Rfill S T U V W X Y Z];

number=[one two three four fourfill five...
        six sixfill sixfill2 seven eight eightfill nine ninefill
        ninefill2 zero zerofill];

character=[letter number];

NewTemplates=mat2cell(character,42,[24 24 24 24 24 24 24 24 ...
    24 24 24 24 24 24 24 ...
    24 24 24 24 24 24 24 ...
    24 24 24 24 24 24 24 ...
    24 24 24 24 24 24 24 ...
    24 24 24 24 24 24 24]);

save ('NewTemplates','NewTemplates')
clear all

function letter=readLetter(snap)
%READLETTER membaca karakter dari karakter dalam citra biner
%LETTER=READLETTER(SNAP) memiliki keluaran karakter dalam kelas
'char' dari masukan citra biner SNAP

load NewTemplates % Loads template karakter di memori.
snap=imresize(snap,[42 24]); % Resize gambar masukan sehingga dapat
dibandingkan dengan citra template
comp=[ ];
for n=1:length(NewTemplates)
    sem=corr2(NewTemplates{1,n},snap); % Pencocokan kesamaan citra
masukan dengan setiap citra template
    comp=[comp sem]; % Rekan nilai kesesuaian pada setiap citra
template.
end
vd=find(comp==max(comp)); % Temukan index karakter yang memiliki
kesesuaian tertinggi
%*-*-*-*-*-*-*-*-*-*
% Penetapan 'letter'.
% Alphabets listings.
if vd==1 || vd==2
    letter='A';
elseif vd==3 || vd==4
    letter='B';

```

```
elseif vd==5
    letter='C';
elseif vd==6 || vd==7
    letter='D';
elseif vd==8
    letter='E';
elseif vd==9
    letter='F';
elseif vd==10
    letter='G';
elseif vd==11
    letter='H';
elseif vd==12
    letter='I';
elseif vd==13
    letter='J';
elseif vd==14
    letter='K';
elseif vd==15
    letter='L';
elseif vd==16
    letter='M';
elseif vd==17
    letter='N';
elseif vd==18 || vd==19
    letter='O';
elseif vd==20 || vd==21
    letter='P';
elseif vd==22 || vd==23
    letter='Q';
elseif vd==24 || vd==25
    letter='R';
elseif vd==26
    letter='S';
elseif vd==27
    letter='T';
elseif vd==28
    letter='U';
elseif vd==29
    letter='V';
elseif vd==30
    letter='W';
elseif vd==31
    letter='X';
elseif vd==32
    letter='Y';
elseif vd==33
    letter='Z';
    %*-*-*-*-*
% Numerals listings.
elseif vd==34
    letter='1';
elseif vd==35
    letter='2';
elseif vd==36
    letter='3';
```

```
elseif vd==37 || vd==38
    letter='4';
elseif vd==39
    letter='5';
elseif vd==40 || vd==41 || vd==42
    letter='6';
elseif vd==43
    letter='7';
elseif vd==44 || vd==45
    letter='8';
elseif vd==46 || vd==47 || vd==48
    letter='9';
else
    letter='0';
end
end

%Menghitung MSE dan PSNR
Reference_Image = (imread('mlgray.jpg'));
Target_Image = (imread('mlmf.jpg'));
Reference_Image = double(Reference_Image);
Target_Image = double(Target_Image);

[M N] = size(Reference_Image);
error = Reference_Image - Target_Image;
Mean_Square_Error = sum(sum(error.^2)) / (M * N);
Root_Mean_Square_Error = sqrt(Mean_Square_Error);
psnr = 20*log10(255/Root_Mean_Square_Error);
disp (Mean_Square_Error)
disp (psnr)
```