



**TUGAS AKHIR SM-141501**

# **DETEKSI KECACATAN PADA PELURU DENGAN MENGUNAKAN MATEMATIKA MORFOLOGI**

Lulu Fajar Ramadhan  
NRP 1210 100 703

Dosen Pembimbing  
Dr. Dwi Ratna Sulistyaningrum, S.Si, MT.

JURUSAN MATEMATIKA  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015



FINAL PROJECT SM-141501

***BULLET DEFECT DETECTION  
USING MATHEMATICAL MORPHOLOGY***

Lulu Fajar Ramadhan  
NRP 1210 100 703

Supervisor  
Dr. Dwi Ratna Sulistyaningrum, S.Si, MT.

DEPARTMENT OF MATHEMATICS  
Faculty of Mathematics and Natural Science  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2015

**LEMBAR PENGESAHAN**

**DETEKSI KECACATAN PADA PELURU DENGAN  
MENGGUNAKAN MATEMATIKA MORFOLOGI**

***BULLET DEFECT DETECTION USING  
MATHEMATICAL MORPHOLOGY***

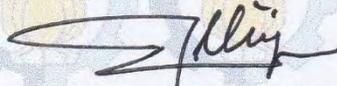
**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Untuk memperoleh Gelar Sarjana Sains  
Pada Bidang Studi Ilmu Komputer  
Program Studi S-1 Jurusan Matematika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

**Lulu Fajar Ramadhan**  
**NRP 1210 100 703**

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing,



Dr. Dwi Ratna Sulistyaningrum, S.Si, MT  
NIP 19690405 199403 2 003

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Matematika  
ITS



Dr. Erna Apriliani, M.Si  
NIP 19660404 199102 2 001

Surabaya, Februari 2015

## DETEKSI KECACATAN PADA PELURU DENGAN MENGGUNAKAN MATEMATIKA MORFOLOGI

Nama Mahasiswa : Lulu Fajar Ramadhan  
NRP : 1210 100 703  
Jurusan : Matematika  
Dosen Pembimbing : Dr. Dwi Ratna Sulistyaningrum,  
S.Si, MT .

### Abstrak

Pengendalian kualitas produksi dengan memanfaatkan pengolahan citra digital telah digunakan pada berbagai jenis kegiatan industri pertahanan. Misalnya pada proses deteksi kecacatan pada peluru sebagai salah satu hasil industri pertahanan. Dalam tugas akhir ini, penulis melakukan proses pengolahan citra digital dan menggunakan matematika morfologi sebagai metode dalam proses ekstraksi fitur citra. Operasi morfologi yang dilakukan adalah berupa kombinasi antara proses dilasi, erosi, dan kombinasi keduanya untuk mendapatkan fitur citra. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 40 citra peluru baik dan 40 citra peluru cacat. Setiap citra diuji dan dicocokkan untuk didapatkan citra referensi terbaik untuk dapat mendeteksi peluru yang cacat dan baik. Proses pencocokkan dilakukan dengan menggunakan metode penghitungan *Euclidean Distance*. Hasil pengujian terbaik mempunyai tingkat akurasi sebesar 92.5% untuk mendeteksi peluru yang cacat dan baik dari keseluruhan citra peluru yang diuji. Hasil ini didapat dengan menggunakan struktur elemen *disk* dengan ukuran radius 1 dan nilai *threshold* 0.5

**Kata Kunci:** Peluru, Pengendalian Kualitas, Pengolahan Citra Digital, Matematika Morfologi, *Euclidean Distance*

## **BULLET DEFECT DETECTION USING MATHEMATICAL MORPHOLOGY**

**Name** : Lulu Fajar Ramadhan  
**NRP** : 1210 100 703  
**Department** : Mathematics  
**Supervisor** : Dr. Dwi Ratna Sulistyaningrum, S.Si,  
MT .

### **Abstract**

*Production quality control using the visual system has been used in various types of industry-defense activities. For examples, it is used in bullet defect detection as one of the results of the defense industry. In this thesis, the author make the process of digital processing and using mathematical morphology as a method to process the image feature extraction. Morphological operations are performed in this thesis are processes of dilation, erosion, and combination between that to obtain the image features. Tests carried out by using both 40 images bullets and 40 bullets image defects. Each image was tested and matched to obtain the best reference image to detect defects and good bullet. Matching process is done by using the method of calculating the Euclidean Distance. The best test results have an accuracy rate of 92.5% for the detection of defects and good bullet from the overall images of the bullet being tested. These results are obtained by using a structure element drive with radius 1 and threshold value of 0.5.*

**Keyword** : *Bullet, Quality Control, Digital Image Processing, Mathematical Morphology, Euclidean Distance .*

## KATA PENGANTAR

لله الحمد والبرحم للرحيم

Segala puji hanyalah untuk Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah memberikan limpahan nikmat, karunia, rahmat dan anugerah-Nya kepada penulis, sehingga penulis sanggup menyelesaikan penulisan laporan Tugas Akhir Ini. Kemudian sholawat serta salam selalu tucurahkan kepada nabi kita Muhammad bin Abdilllah Shallallahu 'alaihi wasallam beserta keluarganya, para sahabatnya, dan setiap orang yang mengikuti jejak mereka.

Laporan Tugas Akhir yang telah penulis susun dengan judul **“Deteksi Kecacatan pada Peluru dengan Menggunakan Matematika Morfologi”** sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan mata kuliah Tugas Akhir (SM-141501) jurusan Matematika FMIPA ITS Surabaya.

Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan lancar atas nikmat-Nya serta kerja sama, bantuan, dan dukungan dari banyak pihak, diantaranya:

1. Kedua orang tua penulis yang tak henti-hentinya mencurahkan tenaga, waktu, dan do'a untuk penulis selama ini. Semoga Allah membalas kebaikan beliau yang merawat penulis selama ini.
2. Kementrian Agama RI beserta jajarannya yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melanjutkan kuliah di ITS melalui jalur Program Beasiswa Santri Berprestasi.
3. Ibu Prof. Dr. Erna Appriliani, M.Si, selaku Ketua Jurusan yang memberikan dukungan serta kemudahan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Ibu Dr. Dwi Ratna Sulistyaningrum, S.Si, MT selaku dosen pembimbing yang senantiasa meluangkan waktunya guna memberikan dukungan ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat bagi penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dr. Budi Setiyono, S.Si, MT, dan Bapak Drs. Daryono Budi Utomo, M.Si, Bapak Dr. Chairul Imron,

M.Ikomp., dan Bapak Drs. Soetrisno, M. Ikomp., selaku dosen penguji yang telah bersedia memberikan masukan berupa kritik dan saran yang bersifat membangun guna kesempurnaan Tugas Akhir ini.

6. Bapak Drs. Komar Baihaqi, M.Si, selaku dosen wali yang telah bersedia membimbing, menemani, dan menasehati penulis selama di kampus ITS Surabaya.
7. Segenap dosen jurusan Matematika ITS, yang telah memberikan ilmu, pengalaman, dan nasehat-nasehatnya.
8. Keluarga besar JMMI ITS dan FSLDK se-Indonesia, yang selalu menemani penulis selama 4 tahun ini dalam nuansa keislaman, perjuangan, kepedulian, dan keindonesiaan.
9. Keluarga besar SDM IPTEK yang telah memberikan pengalaman dan kehangatan ukhuwwah kepada penulis.
10. Keluarga besar ARITSMATICS 2010 yang telah menemani penulis di jurusan matematika selama 4 tahun ini.
11. Teman-teman Lab. Komputasi: Danang WW, Luthfi, Ridho, Romi, Andi, Mas Arifin, Nadia, Nilam, Marmel, Chacha, dan lain-lain yang tidak bisa penulis sebutkan satu per-satu.
12. Seluruh civitas akademika Jurusan Matematika yang telah memberikan kemudahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Sebagai rasa bersyukur kepada Allah, maka penulis mengucapkan terima kasih atas segala bantuan kepada pihak-pihak yang telah disebutkan diatas. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik dari pembaca. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak.

Akhir kata, semoga Allah Subhanahu wa Ta'ala senantiasa memberikan cinta, kasih dan sayang-Nya pada kita semua.

Surabaya, Januari 2015

**Penulis**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xix
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir.....	4
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Studi Penelitian Sebelumnya.....	7
2.2 Peluru.....	8
2.2 Pengertian Citra Digital.....	10
2.3 Segmentasi Citra.....	11
2.4 <i>Cropping</i> .....	12
2.5 <i>Resizing</i> .....	12
2.6 Matematika Morfologi.....	13
2.7 <i>Euclidean Distance</i> .....	17
<b>BAB III. METODOLOGI</b>	
3.1 Objek Penelitian.....	19
3.2 Peralatan.....	19
3.3 Tahap Penelitian.....	20

<b>BAB IV. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI</b>	
4.1 Perancangan .....	23
4.1.1 Perancangan Data.....	23
4.1.2 Gambaran Sistem Secara Umum .....	25
4.1.3 Proses Akuisisi.....	30
4.2 Implementasi .....	31
4.2.1 Implementasi Antarmuka .....	32
4.2.2 Implementasi Tahap Akuisisi.....	32
4.2.3 Implementasi Tahap <i>Pre-Processing</i> .....	33
4.2.4 Implementasi Tahap Ekstraksi Fitur .....	35
4.2.5 Implementasi Tahap Klasifikasi.....	37
<b>BAB V. PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN HASIL</b>	
5.1 Pengujian Tahap Akuisisi .....	39
5.2 Pengujian Tahap <i>Pre-Processing</i> Citra.....	40
5.3 Pengujian Tahap Ekstraksi Fitur.....	43
5.4 Pembahasan Hasil Pengujian.....	46
5.5 Pembahasan Penyebab Besar Kecilnya Akurasi.....	49
<b>BAB VI. PENUTUP</b>	
6.1 Kesimpulan .....	51
6.2 Saran .....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	53
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>LAMPIRAN A Kode Fungsi untuk Proses Segmentasi Citra</b> .....	55
<b>LAMPIRAN B Kode Fungsi untuk Proses Cropping Citra</b> .....	57
<b>LAMPIRAN C Nilai Euclidean Distance Antara Peluru Bagus dengan Peluru Bagus</b> .....	59

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1	Tabel Data Proses ..... 24
Tabel 5.1	Tabel Tingkat Akurasi Berdasarkan Penggunaan Nilai Threshold ..... 47
Tabel 5.2	Tabel Tingkat Akurasi Berdasarkan Perbedaan Struktur Elemen yang Digunakan ..... 48
Tabel C.1	Tabel Nilai Euclidean Distance Antara Peluru Bagus dengan Peluru BagusData ..... 57

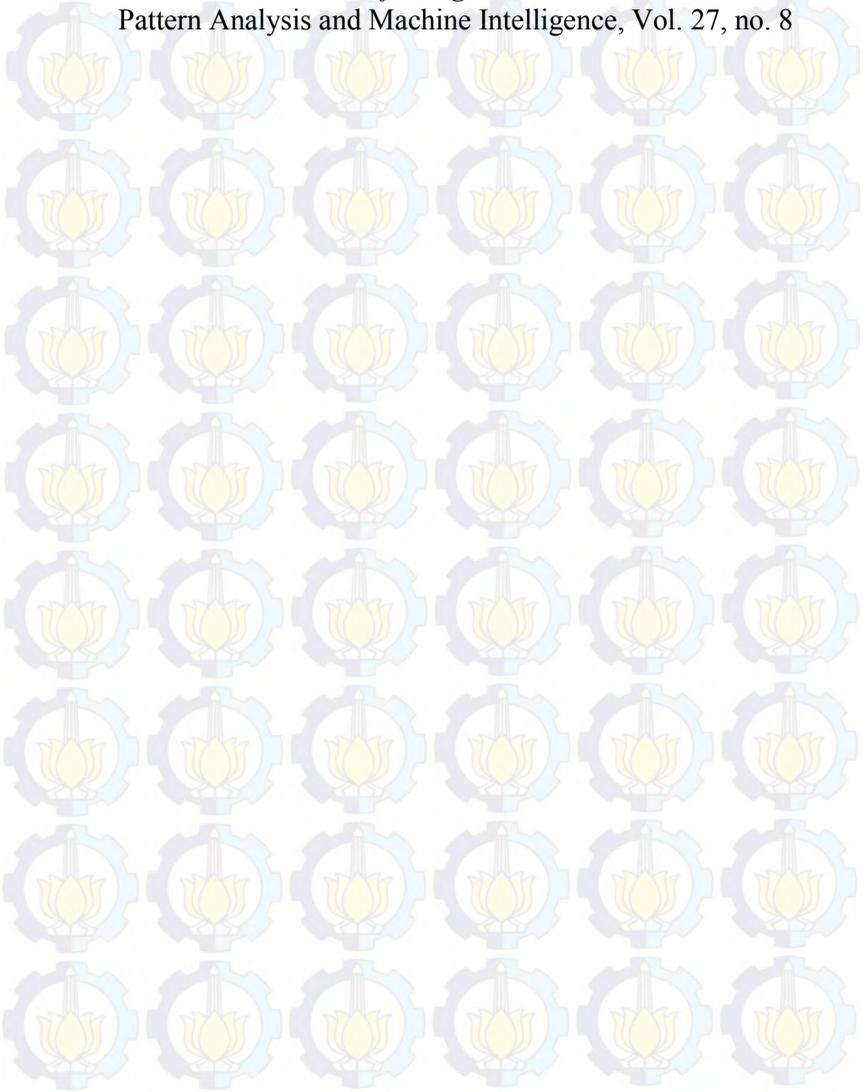
## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Bagian-Bagian pada Peluru..... 8
Gambar 2.2	Beberapa Jenis Kecacatan pada Peluru ..... 9
Gambar 2.3	Ilustrasi Citra Digital..... 10
Gambar 2.4	Contoh Proses Dilasi pada Citra Biner..... 14
Gambar 2.5	Contoh Proses Erosi pada Citra Biner..... 15
Gambar 2.6	Contoh Proses Opening pada Citra Biner..... 16
Gambar 2.7	Contoh Proses Closing pada Citra Biner..... 16
Gambar 3.1	Diagram Alir Tahap Pengerjaan..... 22
Gambar 4.1	Diagram Alir Proses Pengolahan Citra Acuan. 28
Gambar 4.2	Diagram Alir Proses Pengolahan Citra Uji ..... 29
Gambar 4.3	Diagram Alir Proses Klasifikasi Citra..... 30
Gambar 4.4	Proses Akuisisi Citra Peluru..... 31
Gambar 4.5	Antarmuka Utama ..... 32
Gambar 5.1	Hasil Tahap Akuisisi ..... 39
Gambar 5.2	Hasil Proses Segmentasi dan <i>Cropping</i> ..... 41
Gambar 5.3	Hasil Proses <i>Grayscale</i> ..... 41
Gambar 5.4	Hasil Proses <i>Resizing</i> ..... 42
Gambar 5.5	Hasil Proses Binerisasi ..... 42
Gambar 5.6	Hasil Proses Dilasi Citra Biner..... 43
Gambar 5.7	Hasil Proses Erosi Citra Biner..... 44
Gambar 5.8	Hasil Morfologi Gradient Citra Biner ..... 44
Gambar 5.9	Hasil Region Filling Citra Biner ..... 45
Gambar 5.10	Hasil Penghapusan Border pada Citra Biner.... 46
Gambar 5.11	Tingkat Akurasi Berdasarkan Penggunaan Nilai <i>Threshold</i> ..... 46
Gambar 5.12	Tingkat Akurasi Berdasarkan Penggunaan Struktur Elemen ..... 46
Gambar 5.13	Hasil Akuisisi Citra dengan Pantulan Cahaya... 49

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Masruri, Amalia Khaira. 2014 “Penggunaan Metode Template Matching Untuk Mendeteksi Cacat Pada Produksi Peluru”. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [2] Zamzany, Angger Gusti. 2014 “Identifikasi Cacat Peluru dengan Menggunakan Pengolahan Citra Digital Berbasis *Learning Vector Quantization (LVQ)*”. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [3] Elbehiery H., Hefnawy A., and Elewa M., “*Surface Defect Detections for Ceramic Tiles Using Image Processing and Morphological Techniques*”, PWASET 2005, April 2005.
- [4] A. Kumar, 2008, “*Computer Vision-Based Fabric Defect Detection: A Survey*”, IEEE Trans. on Industrial Electronics.
- [5] Ngan Henry Y.T, Pang Grantham K.H, Yung Nelson H.C, 2011, “*Automated Fabric Defect Detection - A Review*”, Elsevier
- [6] Mak K.L., Peng P., Yiu K.F.C., 2009, “*Fabric Defect Detection Using Morphological Filters*”. Elsevier
- [7] Nieniewski M., Chmielewski L., Jozwik A., Skolodowski M., 1999, “*Morphological Detection And Feature-Based Classification Of Cracked Regions In Ferrrites*”, Machine Graphics and Vision vol. VIII, 699-712
- [8] “*Military Standart Visual Inspection For Small Arms Ammunition Through Caliber .50*”. (1958 5 June). USA: Department of Defense
- [9] Gonzales Rafael C., Woods Richard E., 2002 “*Digital Image Processing*”, Prentice Hall, New Jersey
- [10] Ahmad Usman, 2005, “Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemrogramannya”, Graha Ilmu, Jogjakarta
- [11] Haralick Robert M., Sternberg Stanley R., Zhuang Xinhua, 1987, “*Image Analysis Using Mathematical Morphology*”, IEEE Trans. on Industrial Electronics.

- [12] Wang Liwei, Zhang Yan, Feng Jufu, 2005, “*On the Euclidean Distance of Images*”. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 27, no. 8



## BIODATA PENULIS



Penulis lahir pada tanggal 23 Februari 1993 di kota Bandung dari keluarga yang sederhana. Setelah lahir, penulis diberi nama Lulu Fajar Ramadhan oleh kedua orang tua, karena waktu kelahiran penulis tepat pada hari pertama bulan Ramadhan menjelang shubuh.

Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Pangipasan Soreang - Bandung, MTs PERSIS 99 RANCABANGO - Garut, dan MA PERSIS Tarogong - Garut. Penulis lulus dari MA Persis Tarogong pada tahun 2010 dan mendapatkan kesempatan dari KEMENAG RI untuk melanjutkan kuliah di Jurusan Matematika FMIPA ITS pada tahun yang sama melalui program PBSB (Program Beasiswa Santri Berprestasi). Penulis terdaftar di ITS dengan NRP 1210 100 703.

Semasa kuliah, penulis aktif dalam berbagai kegiatan non akademis. Beberapa organisasi yang pernah diikuti oleh penulis adalah JMMI ITS, LDJ Ibnu Muqhlah, CSS MoRA, FSLDK Indonesia, KAMMI Surabaya, dan beberapa kelas jurnalistik.

Semasa menempuh pendidikan di Jurusan Matematika ITS, penulis berada pada bidang minat Ilmu Komputer. Untuk mendapatkan informasi yang berhubungan dengan penulis dan Tugas Akhir ini, penulis dapat dihubungi melalui email: [fajar.ramadhan23@live.com](mailto:fajar.ramadhan23@live.com)

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan teknologi komputer memberikan dampak yang signifikan dalam kehidupan manusia. Perubahan yang terjadi tidak hanya berpengaruh dalam skala kecil sebagai sarana mempermudah kegiatan manusia, tetapi juga berdampak besar dalam bidang manufaktur. Dengan perkembangan teknologi komputer, perkembangan manufaktur mengalami perubahan besar untuk meningkatkan efisiensi kinerja, proses bisnis, dan pengendalian kualitas produksi secara komputerisasi.

Salah satu perkembangan teknologi komputer adalah teknik pengolahan citra digital sebagai sebuah proses pengenalan pola yang berdasarkan pada digitisasi citra untuk dapat diinterpretasi oleh manusia dan mesin. Kegunaan pengolahan citra digital dalam bidang manufaktur antara lain untuk mendeteksi kecacatan berdasarkan citra yang diambil dari objek. Pendeteksian kecacatan berbasis pengolahan citra digital sering kali digunakan dalam bidang manufaktur dalam mendeteksi kecacatan produk secara terkomputerisasi. Efektifitas dan efisiensi kerja menjadi alasan utama penggunaan sistem pendeteksi kecacatan terkomputerisasi di bidang manufaktur. Sistem pendeteksi kecacatan berbasis pengolahan citra digital pernah dilakukan di beberapa bidang manufaktur, seperti keramik, kaca, dan gear.

Dalam industri pertahanan, peluru merupakan hasil produksi yang harus dijaga kualitasnya. Cacatan pada peluru dapat berakibat pada kegagalan fungsi peluru secara maksimal. Terlebih jika peluru yang cacat tersebut disimpan dalam jangka waktu yang lama sebelum digunakan, tentu hal ini akan merugikan pengguna, karena terjadinya penurunan kualitas

peluru secara signifikan yang jauh berbeda dengan kualitas yang dijanjikan. Sehingga inspeksi kualitas peluru menjadi proses yang sangat penting untuk dilakukan dalam produksi peluru sebelum dikomersilkan.

Proses pengendalian kualitas produksi dapat dilakukan secara manual ataupun secara otomatis. Pengendalian kualitas secara manual dilakukan dengan melihat setiap hasil produksi satu persatu dengan menggunakan mata telanjang. Hal ini mempunyai beberapa kelemahan, seperti adanya titik jenuh dan kelelahan pada penglihatan manusia untuk meneliti setiap peluru yang dapat mencapai ribuan dalam satu kali produksi. Sehingga untuk mengantisipasi hal tersebut, dibutuhkan proses pengendalian kualitas secara otomatis dengan memanfaatkan pengolahan citra digital.

Deteksi kecacatan pada peluru pernah dilakukan dengan menggunakan berbagai metode, seperti *template matching* [1] dan *Learning Vector Quantization* [2]. Matematika morfologi merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam proses ekstraksi fitur pada citra yang memroses citra hitam putih dan citra keabuan berdasarkan pada bentuk objek citra. Penggunaan metode morfologi dalam mencari kecacatan objek pernah dilakukan untuk mendeteksi kecacatan pada permukaan keramik [3], kain [4], [5], [6], dan ferrit [7]. Berdasarkan penelitian tersebut didapat kesimpulan bahwa kecacatan keramik dapat dideteksi dengan menggunakan metode morfologi pada pengolahan citra digital. Dalam hal ini ada kesamaan kondisi dengan deteksi kecacatan peluru yang berbasis pengolahan citra digital. Selain itu dapat disimpulkan juga bahwa deteksi kecacatan peluru dapat menggunakan metode morfologi seperti pada penelitian yang pernah dilakukan pada deteksi kecacatan kaca yang menggunakan metode morfologi.

Oleh karena itu, pada tugas akhir ini penulis menggunakan matematika morfologi pada proses ekstraksi fitur citra untuk dapat mendeteksi kecacatan pada citra peluru yang digunakan sebagai objek penelitian dalam Tugas Akhir ini.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka permasalahan yang akan diselesaikan dalam Tugas Akhir ini meliputi :

1. Bagaimana mengidentifikasi cacat pada Peluru menggunakan metode matematika morfologi?
2. Bagaimana tingkat keberhasilan identifikasi kecacatan pada citra peluru dengan menggunakan metode matematika morfologi?

### **1.3 Batasan Masalah**

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis membatasi permasalahan dengan batasan sebagai berikut :

1. Tipe peluru yang menjadi objek penelitian adalah peluru dengan tipe kaliber 5.56 mm
2. Peluru yang akan diidentifikasi kecacatannya adalah bagian selongsong/ badan peluru
3. Proses akuisisi citra dilakukan secara manual dengan lingkungan yang telah disesuaikan, baik jarak, kemiringan, ataupun pencahayaan yang digunakan.
4. Pada proses akuisisi peluru cacat, posisi peluru dikondisikan supaya bagian cacat pada peluru dapat diakuisisi dengan baik oleh kamera.
5. Identifikasi cacat peluru diimplementasikan menjadi sebuah program dengan bahasa pemrograman MATLAB

### **1.4 Tujuan**

Tujuan yang ingin dicapai dalam Tugas Akhir ini yaitu:

1. Mengaplikasikan metode matematika morfologi dalam proses identifikasi kecacatan pada peluru

2. Mengetahui tingkat kehandalan metode morfologi dalam identifikasi kecacatan pada peluru

### **1.5 Manfaat**

Manfaat dari tugas akhir ini adalah :

1. Memberikan kontribusi bagi dunia penelitian dalam pengaplikasian matematika pada pengolahan citra digital, khususnya pada permasalahan pengendalian kualitas produksi.
2. Sebagai pertimbangan bagi industri dalam proses otomatisasi pengendalian kualitas produksi yang berbasis pengolahan citra digital.

### **1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir**

Sistematika penulisan didalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang pembuatan tugas akhir, rumusan dan batasan permasalahan yang dihadapi dalam penelitian tugas akhir, tujuan dan manfaat pembuatan tugas akhir, metodologi penyelesaian tugas akhir, dan sistematika penulisan tugas akhir.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menjelaskan tentang landasan teori dari referensi penunjang serta penjelasan permasalahan yang dibahas dalam Tugas Akhir ini, meliputi pengenalan Peluru, *image processing* (pengolahan citra), dan matematika morfologi.

#### **BAB III METODOLOGI**

Bab ini berisi metodologi atau urutan pengerjaan yang dilakukan dalam menyelesaikan Tugas Akhir, meliputi studi literatur, pengumpulan data, analisa

dan desain sistem, pembuatan program, uji coba dan evaluasi, hingga penulisan tugas akhir.

#### **BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI**

Bab ini menjelaskan mengenai perancangan dan implementasi sistem, proses pembuatan sistem secara utuh sehingga dapat digunakan untuk mengidentifikasi peluru cacat maupun baik.

#### **BAB V PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN HASIL**

Bab ini menjelaskan mengenai hasil uji coba serta pembahasan terkait sistem identifikasi kecacatan pada peluru yang telah dibuat.

#### **BAB VI PENUTUP**

Bab ini merupakan penutup, berisi tentang kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan data yang ada dan saran yang selayaknya dilakukan bila tugas akhir ini dilanjutkan.



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Proses identifikasi kecacatan peluru membutuhkan konsep atau dasar teori yang akan membantu penelitian tugas akhir ini. Pada bab ini dijelaskan mengenai konsep atau teori tersebut antara lain penjelasan mengenai studi penelitian sebelumnya, peluru dan jenis-jenis kecacatannya, pengertian citra digital, segmentasi citra, *cropping*, *resizing*, matematika morfologi, dan *Euclidean Distance*.

### 2.1 Studi Penelitian Sebelumnya

Proses deteksi kecacatan dengan menggunakan pengolahan citra digital pernah dilakukan dengan beberapa metode, diantara dengan metode matematika morfologi, edge detection, *Learning Vector Quantization*, *template matching*, dan lain sebagainya. Setiap metode dapat diterapkan pada berbagai objek yang beragam, misalnya untuk mendeteksi kecacatan pada gear, kaca, keramik, kertas, ataupun peluru. Proses deteksi kecacatan pada peluru pernah dilakukan oleh Amilia dan Angger dengan dua metode yang berbeda.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Amilia Khoiro Masruri [1] dilakukan proses pendeteksian kecacatan pada peluru dengan menggunakan metode *template matching*. Metode ini dimulai dengan proses pre-processing citra yang terdiri dari *cropping*, *grayscale*, *resizing*, serta peningkatan mutu citra melalui penapisan dan pengambangan citra. Kemudian dilakukan proses *template matching* antara citra yang menjadi *template* dengan citra yang diuji untuk diketahui nilai kesamaannya. Pencarian nilai kesamaan dilakukan dengan perhitungan POC (*Phase Only Correlation*). Pada penelitian yang telah dilakukan ini, metode *template matching* mampu mendeteksi kecacatan peluru sebesar 44,44% untuk citra peluru cacat yang tampak kasat mata dan 33,33% untuk citra peluru yang tidak kasat mata.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Angger Gusti Zamzany [2] dilakukan proses pendeteksian kecacatan pada peluru dengan menggunakan metode LVQ. Metode ini dimulai dengan proses grayscaling, cropping, normalisasi, proses filterisasi, dan binerisasi. Kemudian dilakukan proses pelatihan dan pengujian pada citra dengan menggunakan algoritma LVQ. Metode ini memberikan tingkat akurasi sebesar 78% dalam proses deteksi kecacatan pada peluru.

Selanjutnya akan dibahas mengenai tinjauan pustaka yang berhubungan erat dengan penelitian penulis yang melakukan proses deteksi kecacatan pada peluru dengan menggunakan metode matematika morfologi.

## 2.2 Peluru

Peluru adalah bagian terpisah dari senjata api yang ditembakkan melalui proses peledakan mesiu di dalam selongsong peluru yang mengakibatkan proyektil peluru terlontar ke luar melalui mulut senjata api. Secara umum, peluru terdiri dari beberapa bagian, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.1:

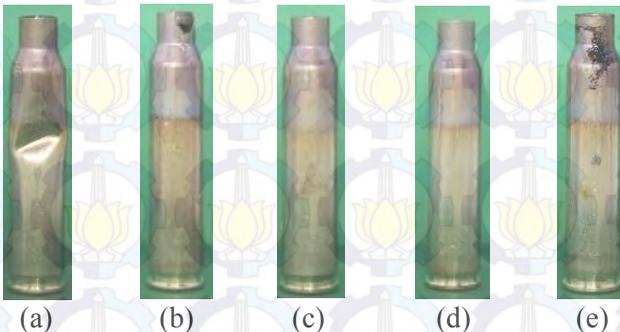


**Gambar 2.1** Bagian-Bagian pada Peluru

1. Proyektil: bagian yang ditembakkan dengan kecepatan tinggi melalui proses peledakan mesiu di dalam selongsong
2. Selongsong: bagian kedap udara yang menjadi wadah proyektil peluru dan propelan.
3. Propelan: bahan peledak yang akan menjadi sumber energi misalnya mesiu atau cordite.
4. Rim: bagian bawah peluru
5. Primer: bagian yang akan menyulut mesiu dengan membuat percikan api guna meledakkan propelan di dalam selongsong untuk menembakkan proyektil

Dalam proses produksi peluru, tidak jarang ditemukan kegagalan produksi yang mengakibatkan kecacatan pada peluru. Kecacatan pada peluru, selain berakibat pada berkurangnya kualitas produksi dan daya tahan peluru, juga dikhawatirkan akan membahayakan pada keamanan pengguna yang disebabkan oleh kegagalan proses peledakan propelan di dalam selongsong peluru. Sehingga proses inspeksi peluru dibutuhkan untuk melakukan pengendalian kualitas peluru [6].

Beberapa jenis kecacatan yang sering ditemui pada proses produksi selongsong peluru ditunjukkan pada Gambar 2.2:



(a) (b) (c) (d) (e)

**Gambar 2.2** Beberapa Jenis Kecacatan Pada Peluru.

(a) Penyokan, (b) Pecah, (c) Bersisik, (d) Goresan, (e) Bernoda

### 2.3 Pengertian Citra Digital

Citra digital merupakan hasil dari digitasi citra kontinu menjadi citra diskrit. Citra digital juga dapat dinyatakan sebagai suatu fungsi dua dimensi  $f(x, y)$ , dengan  $x$  maupun  $y$  adalah posisi koordinat sedangkan  $f$  merupakan amplitudo pada posisi  $(x, y)$  yang sering dikenal sebagai intensitas warna citra [9]. Ilustrasi dari sebuah citra digital ditunjukkan oleh Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Ilustrasi Citra Digital

Citra digital dapat disajikan dalam bentuk sebuah matriks dengan dimensi  $M \times N$  dimana masing-masing elemen matriks tersebut mewakili nilai intensitas keabuan dari sebuah citra. Representasi citra dalam bentuk matriks ditunjukkan pada Persamaan 2.1.

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0, N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1, N-1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \dots & f(M-1, N-1) \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

Intensitas keabuan dalam sebuah citra sering disebut dengan istilah pixels. Ada 3 jenis citra dengan jenis nilai pixels yang berbeda, yaitu:

#### A. Citra Biner

Citra biner mempunyai intensitas keabuan hanya 0 dan 1 saja. Citra biner biasa ditemukan pada proses segmentasi objek, *thresholding*, ataupun pengolahan citra digital dengan matematika morfologi.

### B. Citra *Grayscale*

Citra grayscale mempunyai intensitas keabuan dengan rentang 0-255. Citra grayscale hanya terdiri dari satu kanal saja pada setiap pikselnya dengan kedalaman warna sebesar 8 bit (256 kombinasi warna keabuan).

### C. Citra RGB

Citra RGB mempunyai intensitas keabuan dengan variasi warna yang paling tinggi. Setiap piksel diisi oleh 3 kanal warna, sehingga menghasilkan warna yang beragam. Citra RGB dengan ukuran 8 bit mempunyai 256 ( $8 \times 8 \times 4$ ) variasi warna; 16 bit memiliki 4.096 ( $16 \times 16 \times 16$ ) variasi warna; dan 24 bit memiliki 16.777.216 ( $256 \times 256 \times 256$ ) variasi warna.

## 2.4 Segmentasi Citra

Segmentasi citra adalah proses pemisahan salah satu bagian pada citra, misalnya pemisahan antara citra *foreground* dengan *background*. Pemisahan *foreground* dan *background* citra dilakukan dengan memanfaatkan histogram warna yang digunakan pada citra tersebut. Setelah itu dilakukan proses *thresholding* untuk membatasi dan memisahkan antara citra yang dianggap sebagai *foreground* dengan citra yang dianggap sebagai *background* nya. Proses pemisahan *foreground* dan *background* citra dirumuskan dengan menggunakan persamaan *thresholding*:

$$g(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{jika } f(x, y) > t \\ 0, & \text{jika } f(x, y) \leq t \end{cases} \quad (2.2)$$

Sehingga hasil dari segmentasi citra adalah berupa citra biner dengan intensitas 0 dan 1. Nilai 0 menyatakan warna *background* yang telah diubah menjadi warna hitam, sedangkan nilai 1 menyatakan warna *foreground* yang telah diubah menjadi warna hitam.

Citra biner dari hasil proses segmentasi citra dapat digunakan dalam proses *cropping* ataupun dikembalikan warnanya dengan memanfaatkan teknik labelisasi warna citra.

## 2.5 Cropping

Operasi *cropping* adalah proses pemotongan satu bagian pada citra dari keseluruhan bagian citra. Pemotongan citra dilakukan untuk mempermudah proses pengolahan citra pada tahap selanjutnya. Pemotongan citra dapat dilakukan baik secara manual ataupun secara otomatis. Pemotongan citra secara manual dilakukan dengan penentuan koordinat dan luasan potongan citra secara langsung. Sedangkan pemotongan citra secara otomatis dilakukan dengan pencarian setiap piksel yang telah ditentukan kondisinya, sehingga setiap citra akan secara otomatis terpotong mengikuti batas pemotongan yang telah ditetapkan.

Ukuran citra baru yang dihasilkan dari proses *cropping* dirumuskan dengan persamaan:

$$\begin{aligned} W &= (X_2 - X_1) \\ H &= (Y_2 - Y_1) \end{aligned} \quad (2.3)$$

dengan:

$W$  adalah lebar citra *cropping*

$H$  adalah tinggi citra *cropping*

$X_2$  adalah piksel sumbu  $x$  paling kanan (batas kanan)

$X_1$  adalah piksel sumbu  $x$  paling kiri (batas kiri)

$Y_2$  adalah piksel sumbu  $y$  paling atas (batas atas)

$Y_1$  adalah piksel sumbu  $y$  paling bawah (batas bawah)

## 2.6 Resizing

*Resizing* bertujuan untuk mengubah ukuran piksel citra asli menjadi citra baru dengan ukuran piksel yang lebih besar atau lebih kecil. Hal ini dilakukan untuk melakukan penyeragaman ukuran citra yang akan digunakan dalam proses pengolahan citra digital. Selain itu, ukuran citra yang lebih kecil juga dapat mempercepat proses pengolahan citra, karena jumlah piksel yang diproses tidak terlalu banyak dibandingkan dengan ukuran piksel citra aslinya.

## 2.7 Matematika Morfologi

Matematika morfologi atau biasa disebut morfologi saja dikenal sebagai sebuah teknik untuk analisis struktur spasial yang bertujuan untuk menganalisa bentuk dan format objek pada citra biner dan citra *grayscale*. Operasi morfologi dilakukan dengan membandingkan objek yang diteliti dengan sebuah matriks yang disebut dengan struktur elemen. Matriks yang digunakan pada struktur elemen dapat menyerupai cakram, garis, lingkaran, segi enam, dan lain-lain tergantung pada kebutuhan pengguna dalam proses pengolahan citra digital. Operasi-operasi pada matematika morfologi dilakukan dengan tujuan untuk identifikasi objek, eliminasi kebisingan citra, dan kebutuhan lainnya [9].

Di dalam metode matematika morfologi citra biner, terdapat 4 buah operasi utama, yaitu: dilasi, erosi, *opening*, dan *closing*, yaitu:

### A. Dilasi

Dilasi adalah transformasi morfologi yang menggabungkan dua himpunan dengan menggunakan penambahan vector dari elemen-elemen himpunan. Jika  $A$  dan  $B$  adalah himpunan dalam ruang Euclide dimensi  $N$  ( $E^N$ ) dengan  $A$  dan  $B$  masing-masing mempunyai elemen  $a = (a_1, a_2, \dots, a_n)$  dan  $b = (b_1, b_2, \dots, b_n)$ , maka dilasi dari  $A$  oleh  $B$  adalah himpunan dari semua kemungkinan jumlah vector sepasang elemen yang satu berasal dari  $A$  dan yang lainnya dari  $B$ .

Dilasi dari  $A$  dan  $B$  ditulis  $A \oplus B$  dan didefinisikan dengan persamaan 2.3.

$$A \oplus B = \{c \in E^N | c = a + b, \forall a \in A \text{ dan } b \in B\} \quad (2.4)$$

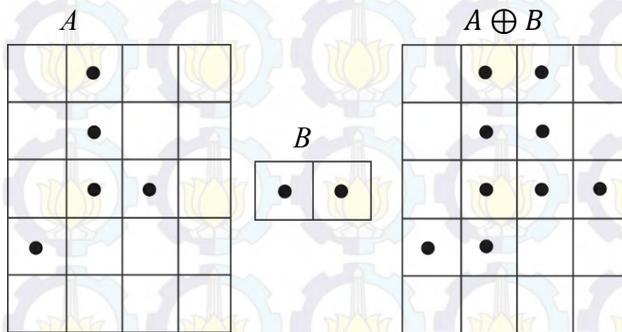
Sebagai contoh dari proses dilasi, misalkan  $A$  adalah matriks dari sebuah citra digital biner, dan  $B$  merupakan sebuah matriks struktur elemen yang akan digunakan pada proses dilasi matematika morfologi.

$$A = \{(0,1), (1,1), (2,1), (2,2), (3,0)\}$$

$$B = \{(0,0), (0,1)\}$$

$$A \oplus B = \{(0,1), (1,1), (2,1), (2,2), (3,0), (0,2), (1,2), (2,2), (2,3), (3,1)\}$$

Maka proses dilasi citra dapat diilustrasikan seperti pada Gambar 2.4



**Gambar 2.4** Contoh Proses Dilasi pada Citra Biner

#### B. Erosi

Erosi adalah morfologi dual dari dilasi. Erosi adalah transformasi morfologi yang mengombinasikan dua himpunan dengan menggunakan operasi penghilangan elemen-elemen himpunan. Jika  $A$  dan  $B$  adalah himpunan dalam ruang Euclidean dimensi  $N$  ( $E^N$ ), maka erosi  $A$  dan  $B$  adalah himpunan semua elemen  $x$  dimana  $x + b \in A$  untuk setiap  $b \in B$ .

Erosi dari  $A$  oleh  $B$  ditulis  $A \ominus B$  dan didefinisikan dengan Persamaan 2.4.

$$A \ominus B = \{x \in E^N \mid x + b \in A, \forall b \in B\} \quad (2.5)$$

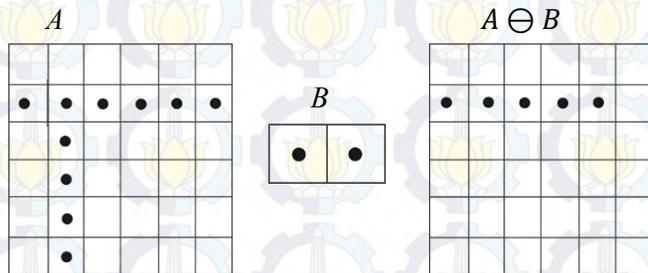
Sebagai contoh dari proses dilasi, misalkan  $A$  adalah matriks dari sebuah citra digital biner, dan  $B$  merupakan sebuah matriks struktur elemen yang akan digunakan pada proses dilasi matematika morfologi.

$$A = \{(1,0), (1,1), (1,2), (1,3), (1,4), (1,5), (2,1), (3,1), (4,1), (5,1)\}$$

$$B = \{(0,0), (0,1)\}$$

$$A \ominus B = \{(1,0), (1,1), (1,2), (1,3), (1,4)\}$$

Maka proses erosi citra dapat diilustrasikan seperti pada Gambar 2.5.



**Gambar 2.5** Contoh Proses Erosi pada Citra Biner

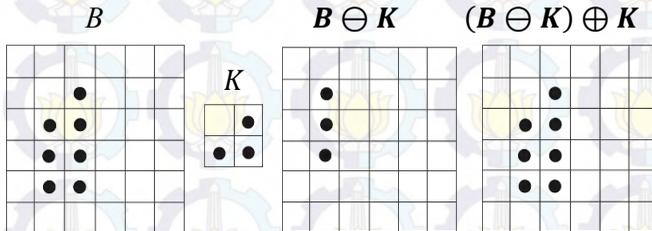
### C. *Opening* dan *Closing*

Dalam penggunaannya, dilasi dan erosi biasanya digunakan secara berpasangan, baik dilasi dari suatu citra dilanjutkan erosi dari hasil dilasi atau erosi citra dilanjutkan dilasi. Operator *opening* pada citra dengan elemen struktur *disk* berguna untuk menghaluskan kontur, memutuskan panah atau garis yang perlu dan menghilangkan daerah atau sudut yang tajam. Sedangkan *closing* pada citra dengan elemen struktur *disk* berguna untuk menghaluskan kontur, menghubungkan garis-garis yang patah dan garis tipis yang panjang, menghilangkan lubang-lubang kecil dan mengisi kekosongan pada kontur.

Secara definitif *opening* adalah operasi erosi yang diikuti oleh dilasi dengan menggunakan elemen penstruktur yang sama. *Opening* citra  $B$  oleh elemen struktur  $K$  ditulis  $B \circ K$  dan didefinisikan pada persamaan 2.5.

$$B \circ K = (B \ominus K) \oplus K \quad (2.6)$$

Proses *opening* diilustrasikan pada Gambar 2.6 dengan menggunakan Matriks  $B$  dan struktur elemen  $K$ .

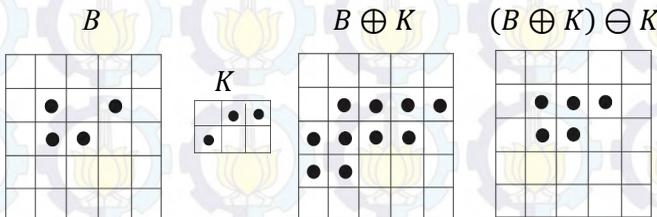


**Gambar 2.6** Proses Opening pada Citra Biner

Sedangkan *closing* adalah operasi dilasi yang diikuti oleh erosi dengan menggunakan elemen penstruktur yang sama. *Closing* dari citra  $B$  oleh elemen struktur  $K$  ditulis  $B \cdot K$  dan didefinisikan pada persamaan 2.6.

$$B \cdot K = (B \oplus K) \ominus K \quad (2.7)$$

Proses *closing* diilustrasikan pada Gambar 2.7 dengan menggunakan Matriks  $B$  dan struktur elemen  $K$ .



**Gambar 2.7** Proses Closing pada Citra Biner

## 2.8 Euclidean Distance

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat kecocokan pada dua buah citra adalah dengan metode *Euclidean distance*. Hal ini dikarenakan sebuah citra dapat direpresentasikan ke dalam sebuah matriks  $M \times N$  yang menunjukkan setiap koordinat pada citra [12].

Pencocokan citra acuan dan citra uji dengan menggunakan Euclidean Distance ditunjukkan oleh Persamaan 2.7

$$\bar{d}(u, v) = (\bar{u} - \bar{v})^2 \frac{1}{2} \quad (2.8)$$

dengan:

$$\bar{u} = \frac{u}{||u||} \quad \text{dan} \quad \bar{v} = \frac{v}{||v||} \quad (2.9)$$

$||u||$  dan  $||v||$  merupakan norm dari  $u$  dan  $v$  yang diperoleh dari Persamaan 2.9.

$$||u|| = (\sum_{i=1}^n (u_i)^2)^{1/2} \quad \text{dan} \quad ||v|| = (\sum_{i=1}^n (v_i)^2)^{1/2} \quad (2.10)$$

Dengan

$\bar{d}(u, v)$  : *Euclidean distance* yang telah dinormalisasi

$u$  : vector fitur citra acuan

$v$  : vector fitur citra uji

$||u||$  : norm dari  $u$

$||v||$  : norm dari  $v$

$\bar{u}$  : vector fitur ternormalisasi dari  $u$

$\bar{v}$  : vector fitur ternormalisasi dari  $v$



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini membahas tentang metodologi sistem yang digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir. Pembahasan metodologi sistem diawali dengan penjelasan tentang objek penelitian, peralatan yang digunakan, dan tahap penelitian.

#### **3.1 Objek Penelitian**

Objek penelitian yang akan digunakan pada tugas akhir adalah citra peluru. Pengambilan citra peluru dilakukan dengan menggunakan kamera dan lingkungan pengambilan data citra yang telah diatur, baik dalam pencahayaan, jarak pengambilan citra, dan juga sudut pengambilan citra.

Data citra yang digunakan adalah sebanyak 10 buah peluru baik dan 10 buah peluru cacat dengan pengambilan data citra sebanyak 4 kali pada setiap peluru dari sisi yang berbeda. Sehingga total data yang digunakan sebagai objek penelitian dalam tugas akhir ini adalah sebanyak 40 buah citra peluru baik dan 40 buah citra peluru cacat.

#### **3.2 Peralatan**

Peralatan penelitian yang digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir yang diusulkan ini adalah:

1. Perangkat lunak utama yang digunakan untuk membuat antarmuka dan sistem identifikasi cacat peluru adalah MATLAB 2010a.
2. Untuk mendapatkan citra peluru dalam bentuk digital digunakan kamera digital Canon EOS 600D. Dan diolah pada komputer dengan spesifikasi prosesor AMD E-450 APU, CPU 1.65 GHz, RAM 2 GB DDR3, sistem tipe 32-bit, Mobile PC Display dengan setting layar monitor resolusi 1366 x 768 piksel.

### 3.3 Tahap Penelitian

Adapun tahap-tahap yang dilakukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

#### 1. Studi Literatur

Pada tahap pertama ini dilakukan pemahaman teori mengenai pengolahan citra digital dan penggunaan metode matematika morfologi dalam pengolahan citra digital dan pengenalan objek. Studi literatur dilakukan dengan mencari referensi melalui media buku, jurnal, thesis, ataupun artikel-artikel di internet.

#### 2. Pengambilan Data

Pada tahap kedua ini dilakukan pengambilan data peluru melalui proses akuisisi citra dengan menggunakan kamera.

#### 3. Perancangan dan Implementasi Program

Pada tahap ketiga ini dilakukan proses perancangan sebuah program untuk mendeteksi kecacatan pada peluru dengan menggunakan metode matematika morfologi. Secara garis besar, terdapat tiga tahapan perancangan program, yaitu:

- a. *Pre-Processing*: proses yang dilakukan kepada citra peluru, baik yang digunakan sebagai citra acuan, ataupun sebagai citra uji. Pada tahap ini dilakukan proses *cropping* citra, *grayscale* citra, normalisasi citra, dan *scaling* citra.
- b. Ekstraksi Fitur: proses yang dilakukan untuk mendapatkan vektor fitur dari peluru. Pada proses ini, dilakukan tiga proses, yaitu deteksi tepi dengan menggunakan metode *canny*, morfologi *opening*, dan morfologi *closing*.
- c. Perbandingan Citra: proses pengukuran kecocokan antara vektor fitur dari citra uji dan citra acuan, sehingga dapat ditentukan apakah peluru uji tersebut dikategorikan sebagai peluru cacat ataukah lolos uji.

Setiap hasil dari perancangan program ini akan diimplementasikan menjadi sebuah program tunggal dengan menggunakan Matlab R2010a dan beberapa fungsi yang tersedia di Matlab R2010a

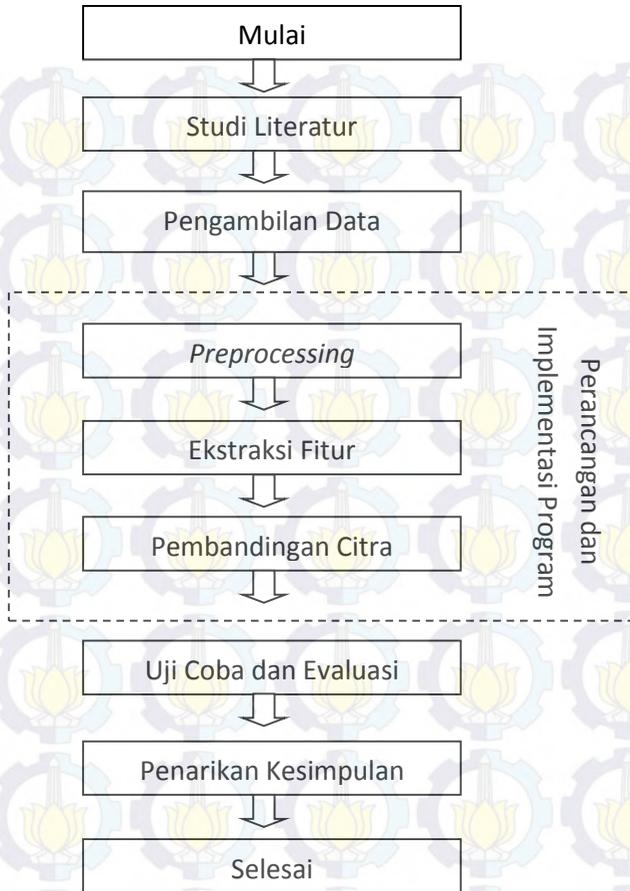
#### 4. Uji Coba dan Evaluasi

Pada tahap ini dilakukan proses pengujian terhadap program yang telah dibuat dengan menerapkan beberapa percobaan dari citra peluru yang telah diperoleh untuk kemudian dianalisis dan dievaluasi hasilnya.

#### 5. Penarikan Kesimpulan

Pada tahap terakhir ini dilakukan proses penarikan kesimpulan dari proses penelitian tugas akhir ini dengan menyertakan laporan kehandalan program dan masukan-masukan untuk pengembangan program di masa yang akan datang.

Tahap-tahap pengerjaan tugas akhir yang telah dijelaskan di atas digambarkan dalam diagram alir pada Gambar 3.1:



**Gambar 3.1** Diagram Alir Tahap Pengerjaan

## **BAB IV**

### **PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI**

Bab ini menjelaskan mengenai perancangan sistem dan hasil implementasi berbagai proses yang telah dirancang sebelumnya. Pembahasan perancangan sistem diawali dengan penjelasan tentang lingkungan perancangan sistem, perancangan data, gambaran identifikasi cacat peluru secara umum dan perancangan algoritma beserta proses-proses yang ada dalam tugas akhir ini. Selanjutnya membahas implementasi sistem yang dimulai dari lingkungan implementasi sistem dan dilanjutkan dengan hasil implementasi antarmuka dan keseluruhan proses di dalam sistem.

#### **4.1 Perancangan**

Sistem identifikasi cacat peluru nantinya memiliki tampilan yang sederhana. Software yang digunakan dalam pembuatan antarmuka dan fungsi yang terkait dengan sistem ini adalah MATLAB 2010a.

Data masukan (*input*) kepada sistem ini adalah berupa citra dengan ekstensi .jpg yang diperoleh dari hasil pengambilan gambar menggunakan kamera sehingga data berbentuk digital. Selanjutnya pengguna dapat melakukan pelatihan ataupun pengujian. Agar sistem tidak membingungkan dalam penggunaannya, maka tampilan pelatihan dan pengujian akan dipisahkan.

##### **4.1.1 Perancangan Data**

Data yang digunakan dalam sistem deteksi kecacatan pada peluru dengan menggunakan matematika morfologi dibagi menjadi 3 macam, yaitu data masukan, data proses, dan data keluaran. Data masukan adalah data citra peluru hasil pengambilan oleh kamera. Data proses adalah data ketika tahap-tahap pemrosesan citra peluru yang sedang dilakukan. Sedangkan

data keluaran berupa hasil scoring dan penentuan keputusan peluru baik dan cacat yang dibatasi oleh threshold yang telah ditetapkan.

#### A. Data Masukan

Data masukan dalam sistem deteksi kecacatan pada peluru ini adalah data primer. Citra peluru memiliki format .jpg, yang dimasukkan oleh pengguna. Dan citra tersebut didapatkan dari hasil akuisisi menggunakan kamera sehingga data berbentuk digital. Data masukan akan dibedakan menjadi 2 yaitu data untuk acuan dan pengujian.

#### B. Data Proses

Informasi citra masukan akan diolah di dalam sistem yang mengolah semua data agar menjadi data yang dibutuhkan saat proses morfologi objek. Subbab ini menjelaskan semua data proses yang dilakukan dalam sistem.

**Tabel 4.1** Data Proses

Nama Data	Tipe Data	Keterangan
Citra <i>cropping</i>	Uin8	Data ini berupa matriks hasil <i>cropping</i> citra Peluru
Area <i>resizing</i>	Uin8	Data ini berupa matriks yang merupakan hasil dari <i>resizing</i> citra <i>cropping</i> .
Binerisasi	Logical	Data ini berupa nilai piksel biner (0 dan 1)

Tipe data Uin8 adalah tipe data yang mempunyai rentang nilai 0-255 (bulat positif). Sedangkan logical mempunyai nilai 0 dan 1 menghasilkan warna hitam dan putih.

#### C. Data Luaran

Data luaran pada sistem ini berupa keputusan hasil hasil scoring dan penentuan keputusan kecacatan objek dengan menggunakan matematika morfologi dan *Euclidean Distance*.

Setelah data masukan mengalami berbagai proses, maka didapat data biner yang menjadi masukan (*input*) dalam proses ekstraksi fitur dengan menggunakan matematika morfologi. Selanjutnya data biner tersebut diolah sehingga menghasilkan keputusan bahwa data yang diproses dengan *Euclidean Distance* agar dapat dikenali sebagai peluru cacat atau baik. Keputusan tersebut didapat berdasarkan penggunaan *threshold* yang dipilih. Sehingga data luaran akan bergantung pada proses morfologi, pemilihan struktur elemen, dan penggunaan *threshold*.

#### 4.1.2 Gambaran Sistem Secara Umum

Gambaran proses secara umum merupakan gambaran keseluruhan proses yang dilakukan sistem serta algoritma-algoritma yang digunakan untuk mengerjakan masing-masing proses tersebut. Sistem ini terdiri dari 3 proses utama, yaitu :

1. Tahap akuisisi citra merupakan proses pengambilan data citra peluru dengan menggunakan kamera. Data citra peluru digunakan dalam proses perancangan sistem sebagai objek penelitian sehingga diketahui tingkat akurasi sistem dalam mendeteksi kecacatan pada peluru, terutama citra peluru yang digunakan sebagai sampel dalam penelitian ini. Jumlah data citra peluru yang digunakan pada penelitian ini adalah sebanyak 80 buah citra, dengan rincian 40 buah citra peluru baik dan 40 buah citra buah peluru cacat. Jumlah ini didapat dengan melakukan proses akuisisi citra dari 10 peluru baik dan 10 peluru cacat dengan masing-masing peluru diakuisisi sebanyak 4 kali.
2. Tahap *pre-processing* citra yang terdiri dar beberapa proses, yaitu:
  - a. Proses *cropping*, yaitu proses pemotongan bagian citra yang diinginkan dari hasil akuisisi citra pada tahap sebelumnya. Setiap citra yang dipotong pada penelitian ini dibatasi dengan nilai piksel terluar dari citra peluru yang telah ditetapkan. Sehingga setiap citra yang diproses pada tahap selanjutnya hanyalah citra peluru

saja tanpa disertai dengan citra latar yang terambil pada saat akuisisi citra.

- b. Proses *grayscale* citra, yaitu proses perubahan warna citra RGB menjadi citra keabuan.
  - c. Proses *resizing*, yaitu proses perubahan dimensi citra menjadi citra dengan dimensi yang lebih kecil untuk mempercepat proses pengolahan citra pada tahap selanjutnya.
  - d. Binerisasi, yaitu proses mengubah citra keabuan menjadi citra biner.
3. Tahap ekstraksi fitur citra merupakan proses transformasi citra dari data masukan menjadi himpunan fitur-fitur untuk dianalisa dan diketahui permasalahan yang terjadi pada objek citra dengan menggunakan kombinasi opening, closing, dilasi, dan erosi yang merupakan bagian dari teknik matematika morfologi. Proses ekstraksi fitur citra pada penelitian ini menggunakan proses dilasi, erosi, dan morfologi *gradient*.
  4. Proses klasifikasi citra merupakan proses pendeteksian kecacatan citra dengan membandingkan antara citra acuan dan citra uji. Citra acuan dipilih berdasarkan tingkat akurasi tertinggi dari threshold terpilih. vektor fitur citra acuan kemudian disimpan dalam file acuan.mat. Sehingga citra acuan hanya membutuhkan satu kali proses saja yang akan dibandingkan kemiripannya dengan vektor fitur citra uji melalui proses *Euclidean distance*. Setelah proses *Euclidean distance*, maka dilakukan proses thresholding dan scoring untuk menghitung kemiripan antara citra acuan dan citra uji dengan rentang kemiripan yang digunakan adalah  $[0, 1]$ , dimana 0 menunjukkan bahwa antara citra uji dengan citra acuan memiliki kemiripan yang identik, dan 1 menunjukkan bahwa antara citra uji dengan citra acuan sangat jauh berbeda. *Thresholding* digunakan sebagai pemberian batas minimum pada proses klasifikasi citra untuk membedakan citra peluru cacat dengan citra peluru baik.

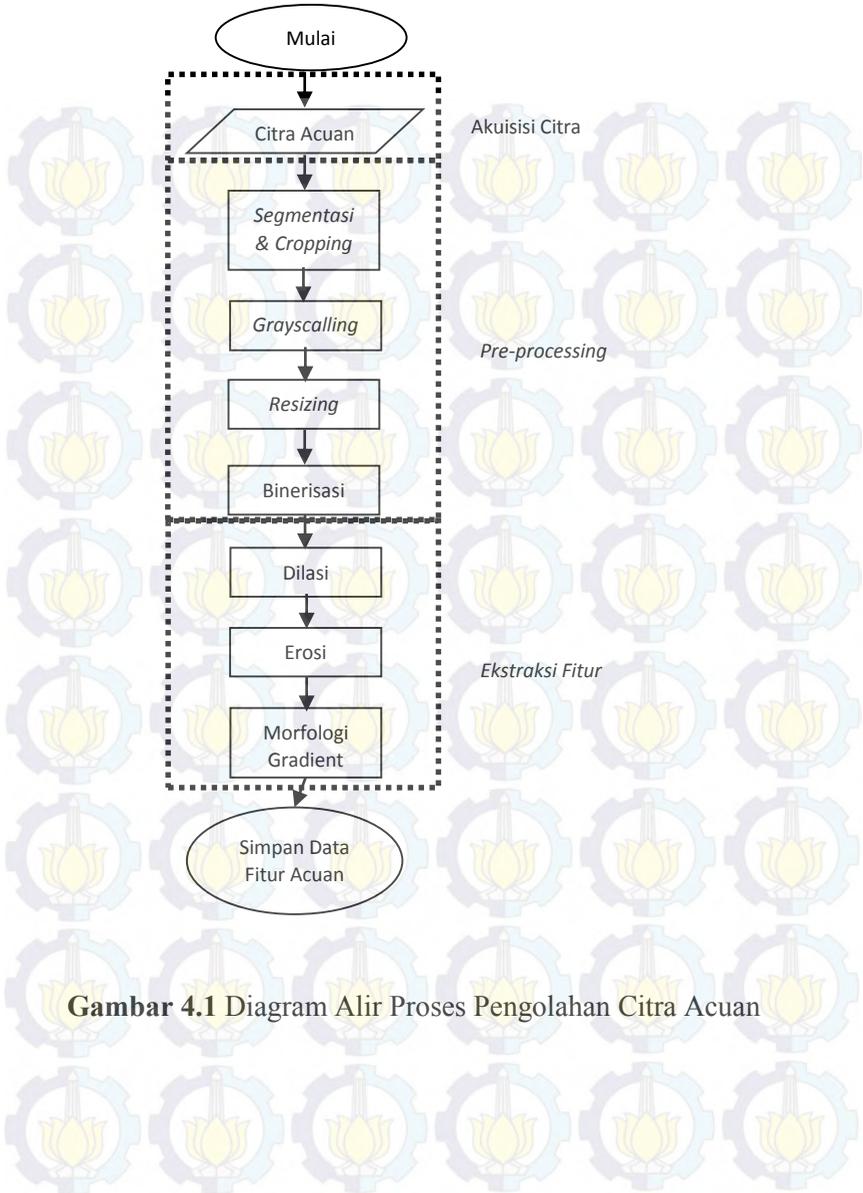
Proses deteksi kecacatan dengan menggunakan matematika morfologi mempunyai tiga tahapan, yaitu tahap pengolahan citra acuan, tahap pengolahan citra uji, dan tahap klasifikasi dengan menggunakan *Euclidean distance*.

Baik tahapan pengolahan citra ataupun tahapan pengolahan citra uji, keduanya mengalami proses pengolahan citra yang sama secara keseluruhan. Hal ini ditujukan untuk menjamin kesamaan kondisi antara fitur citra acuan dan fitur citra uji yang akan dicari nilai kedekatannya dengan menggunakan *Euclidean distance* pada tahap pencocokan.

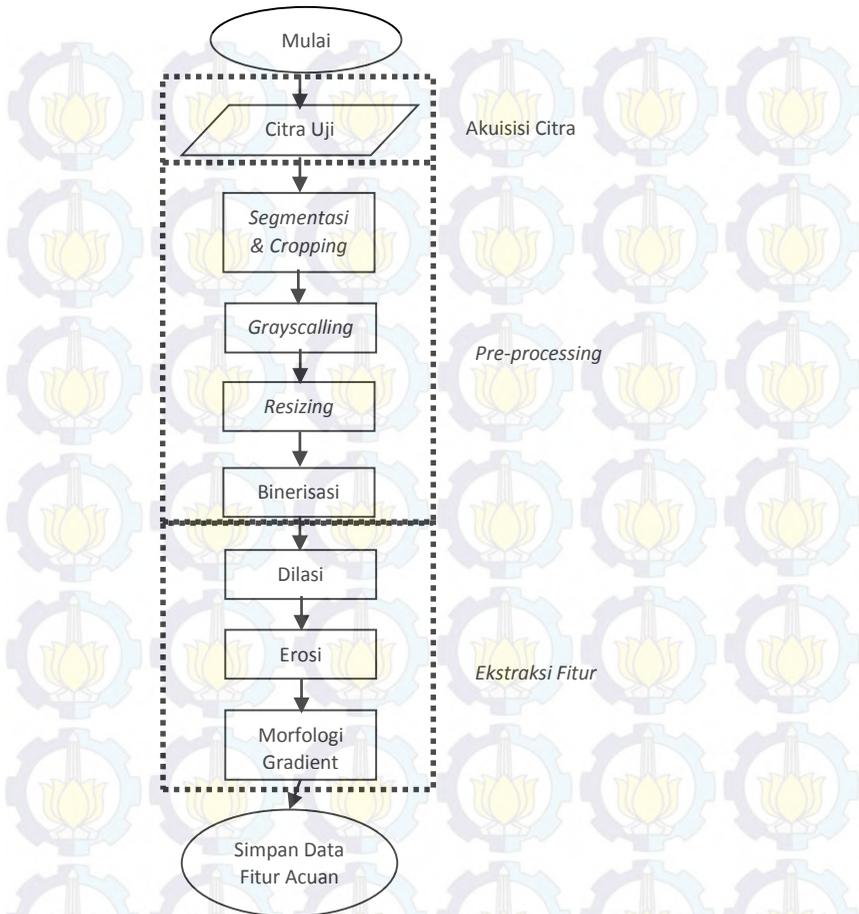
Pada tahap pertama, dilakukan proses pengolahan citra acuan untuk mendapatkan fitur citra acuan yang akan digunakan untuk mendeteksi kecacatan pada seluruh citra peluru yang digunakan. Hasil dari ekstraksi fitur pada tahap ini disimpan pada file dengan ekstensi \*.mat, sehingga tahap pengolahan citra acuan cukup dilakukan hanya satu kali saja ketika akan menentukan citra peluru acuan. Diagram alir proses pengolahan citra acuan dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Pada tahap kedua, dilakukan proses pengolahan citra uji untuk mendapatkan fitur citra uji yang akan dicari nilai kedekatannya dengan fitur citra acuan. Hasil dari ekstraksi fitur pada tahap ini disimpan pada file dengan ekstensi \*.mat, sehingga pada tahap klasifikasi dapat dilakukan proses *loading* data fitur acuan dan fitur uji untuk dicari nilai kedekatannya. Diagram alir proses pengolahan citra acuan dapat dilihat pada Gambar 4.2.

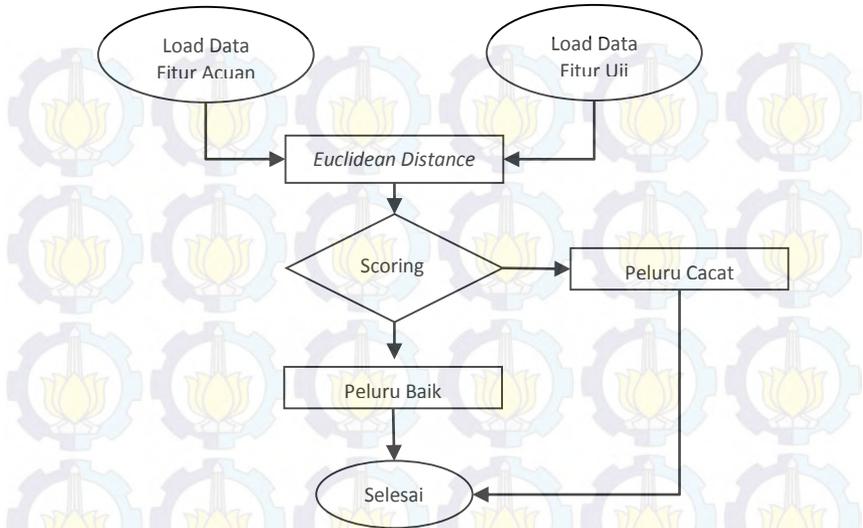
Pada tahap terakhir, dilakukan proses pencocokan antara citra acuan dan citra uji dengan menggunakan *Euclidean distance*. Diagram alir tahap klasifikasi dapat dilihat pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.1** Diagram Alir Proses Pengolahan Citra Acuan



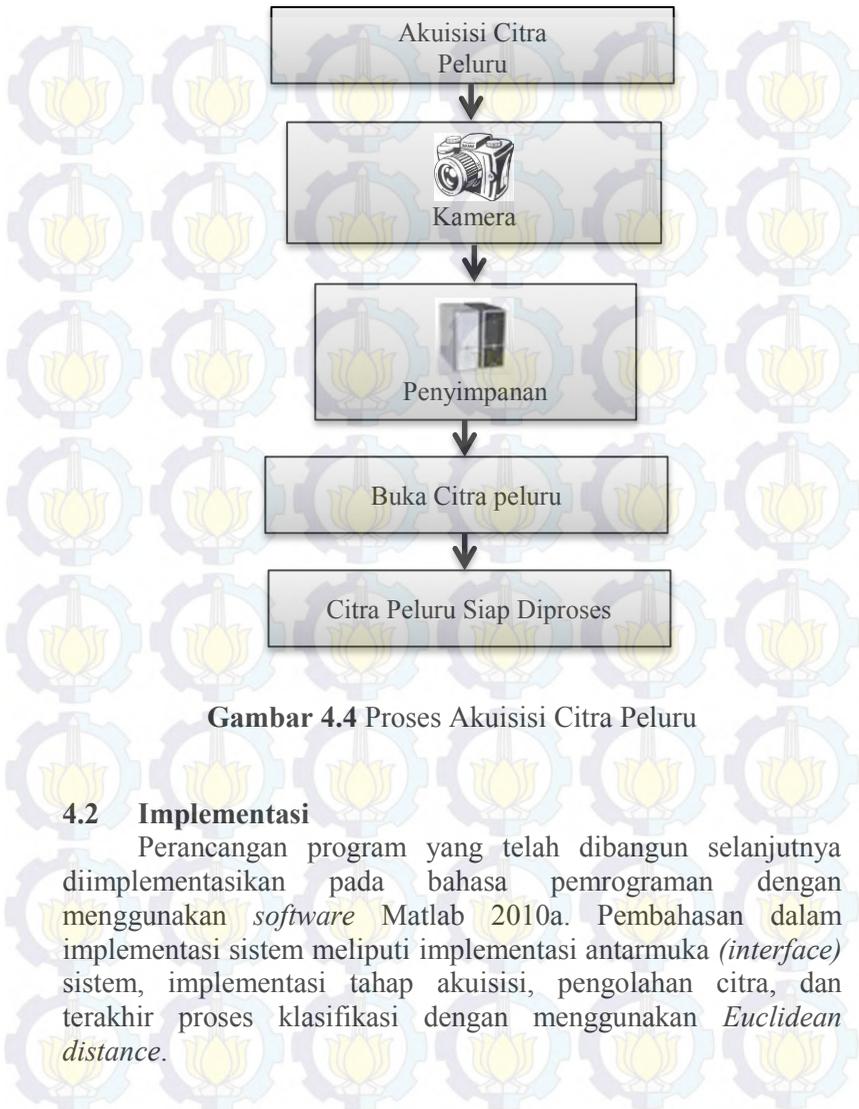
**Gambar 4.2** Diagram Alir Proses Pengolahan Citra Uji



**Gambar 4.3** Diagram Alir Proses Klasifikasi Citra Menggunakan Euclidean Distance

#### 4.1.3 Proses Akuisisi

Proses akuisisi adalah tahap awal sebelum memulai proses-proses lain. Proses ini dilakukan secara manual untuk mendapatkan data masukan (*input*). Data yang diperlukan untuk proses akuisisi adalah citra peluru dalam bentuk digital dan berformat .jpg. Data tersebut didapatkan menggunakan kamera digital. Citra peluru yang sudah diubah dalam bentuk digital selanjutnya akan *di-load* ke dalam sistem untuk diproses lebih lanjut. Resolusi citra yang digunakan sebesar 2592x1728. Gambar 4.4 berikut menunjukkan proses mengakuisisi citra peluru



**Gambar 4.4** Proses Akuisisi Citra Peluru

## 4.2 Implementasi

Perancangan program yang telah dibangun selanjutnya diimplementasikan pada bahasa pemrograman dengan menggunakan *software* Matlab 2010a. Pembahasan dalam implementasi sistem meliputi implementasi antarmuka (*interface*) sistem, implementasi tahap akuisisi, pengolahan citra, dan terakhir proses klasifikasi dengan menggunakan *Euclidean distance*.

### 4.2.1 Implementasi Antarmuka

Pada tugas akhir ini, antarmuka sistem dibangun dengan menggunakan form dan kontrol yang terdapat pada Matlab 201a. Adapun antarmuka yang diimplementasikan untuk menunjang penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

#### Antarmuka Program

Antarmuka utama merupakan antarmuka yang berisi menu-menu untuk menampilkan antarmuka-antarmuka lainnya dalam sistem. Hasil implementasi antarmuka utama dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut.



**Gambar 4.5** Antarmuka Utama

Di dalam antarmuka program terdapat dua bagian, yaitu bagian proses data acuan dan bagian proses data pengujian. Pada setiap bagian, dilakukan proses pengolahan citra dengan sama seperti yang telah digambarkan pada diagram alir 4.1 dan diagram alir 4.2.

### 4.2.2 Implementasi Tahap Akuisisi

Proses akuisisi citra digunakan untuk mendapatkan citra peluru yang sebelumnya telah tersimpan. Proses ini tidak dilakukan secara otomatis. Namun, membutuhkan interaksi

pengguna untuk mencari dan mengambil citra yang dibutuhkan di dalam media penyimpanan.

Proses akuisisi citra diimplementasikan menjadi sebuah program ke dalam fungsi berikut:

```
[filename, pathname] = uigetfile ({'*.jpg';
'*.png'; '*.bmp'; '*.*'});

citra = imread([pathname filename]);
```

Citra yang telah diambil kemudian diatur tingkat kecerahan dan ketajaman citranya dengan menggunakan fungsi berikut:

```
I = imadjust (citra, [0 0.95], [0 0.95]);
```

#### 4.2.3 Implementasi Tahap Pre-Processing Citra

Pada tugas akhir ini, tahap *pre-processing* citra terdiri dari beberapa proses yang sangat mempengaruhi proses selanjutnya serta hasil yang didapatkan. Proses-prosesnya meliputi *cropping*, *grayscale*, *resizing*, dan binerisasi.

##### A. Implementasi Proses Segmentasi dan *Cropping*

Proses *cropping* adalah proses memotong citra sehingga citra yang diolah menjadi lebih kecil dan hanya tersisa bagian yang dibutuhkan saja. Sebelum dilakukan proses *cropping*, dilakukan proses segmentasi citra dengan memanfaatkan fungsi *otsu* yang telah dimodifikasi. Proses segmentasi citra diimplementasikan ke dalam sebuah fungsi sebagai berikut:

```
segmentasi = otsu (I);
```

Kode program selengkapannya dari fungsi disajikan pada Lampiran A.

Kemudian setelah dilakukan proses segmentasi citra, dilakukan proses pemotongan citra dengan menggunakan fungsi berikut:

```
cropping = crop (segmentasi);
```

Kode program selengkapnya dari fungsi disajikan pada Lampiran B.

### B. Implementasi Proses *Grayscale*

Proses ini bertujuan mengubah citra RGB menjadi citra dengan warna keabuan. Proses *grayscale* ini menggunakan fungsi pada matlab sebagai berikut :

```
gray = rgb2gray(cropping);
```

### C. Implementasi Proses *Resizing*

Proses ini bertujuan untuk menyeragamkan ukuran citra yang akan diproses menjadi  $340 \times 70$  piksel. Proses *resizing* ini menggunakan fungsi pada matlab sebagai berikut:

```
resizing = imresize (gray, [340 70]);
```

Data luaran dari fungsi tersebut adalah citra grayscale dengan ukuran  $340 \times 70$ .

### D. Implementasi Proses Binerisasi

Proses ini bertujuan untuk mengubah citra *grayscale* menjadi citra biner. Dalam proses binerisasi digunakan threshold yang didapatkan dari fungsi *graythresh*. Proses binerisasi citra ini menggunakan fungsi pada matlab sebagai berikut:

```
thresh = graythresh (resizing)
bw = im2bw (resizing, thresh);
```

Data luaran dari fungsi tersebut adalah citra biner dengan ukuran  $340 \times 70$ .

#### 4.2.4 Implementasi Proses Ekstraksi Fitur

Tahap ekstraksi fitur terdiri dari beberapa proses, yaitu dilasi, erosi, morfologi *gradient*, region filling, dan penghapusan border citra.

Di dalam proses ekstraksi fitur ini, digunakan struktur elemen *disk* dengan ukuran radius 1 dengan menggunakan fungsi pada matlab sebagai berikut:

```
SE = strel ('disk', 1, 4);
```

##### A. Implementasi Proses Dilasi

Proses ini bertujuan untuk menebalkan fitur dari objek citra. Proses dilasi ini menggunakan fungsi pada matlab sebagai berikut:

```
dilasi = imdilate (bw, SE);
```

##### B. Implementasi Proses Erosi

Proses ini bertujuan untuk menipiskan fitur dari objek citra. Proses dilasi ini menggunakan fungsi pada matlab sebagai berikut:

```
erosi = imerode (bw, SE);
```

##### C. Implementasi Proses Morfologi Gradient

Proses ini bertujuan untuk mendapatkan batasan terluar dari objek citra. Proses morfologi gradient didapatkan melalui fungsi sebagai berikut:

```
morgrad = dilasi - erosi;
```

#### D. Implementasi Proses Region Filling

Proses ini bertujuan untuk mengisi area kosong yang dihasilkan pada proses morfologi gradient. Proses region filling ini menggunakan fungsi pada matlab sebagai berikut:

```
regfill = imfill (morgrad, 'holes');
```

#### E. Implementasi Proses Penghapusan Border Citra

Proses ini bertujuan untuk menghilangkan bagian pinggir citra. Proses region filling ini menggunakan fungsi pada matlab sebagai berikut:

```
nobord = imclearborder (regfill, 4)
```

### 4.2.5 Implementasi Proses Klasifikasi

Proses ini bertujuan untuk menentukan peluru yang terdeteksi baik dan buruk oleh sistem. Ada beberapa proses yang dilakukan pada tahapan ini, yaitu: proses loading data, konversi matriks, pencocokan dengan menggunakan *Euclidean distance*, dan klasifikasi dengan memanfaatkan *threshold*.

#### A. Implementasi Proses Loading Data

Proses ini bertujuan untuk memanggil setiap fitur yang telah disimpan di dalam file .mat yang ada pada Matlab. Selanjutnya file ini digunakan sebagai perwakilan dari citra acuan dan citra uji. Di dalam file tersebut terdapat nilai fitur citra yang telah diproses sebelumnya dan siap untuk diproses pada tahap selanjutnya. Proses loading data citra ini menggunakan fungsi pada matlab sebagai berikut:

```
load ('acu.mat', 'nobord1');  
load ('uji.mat', 'nobord2');
```

## B. Implementasi proses Konversi Matriks

Proses ini bertujuan untuk mengubah dimensi matriks data dari  $340 \times 70$  menjadi matriks  $1 \times 23800$ . Proses ini digunakan untuk memudahkan dalam proses penghitungan Euclidean Distance pada tahap selanjutnya. Proses konversi matriks didapat dengan menggunakan fungsi:

```
function hasil = konversi(A)
c=1;
for i = 1 : size(A,1)
    for j = 1 : size(A,2)
        B(c) = A(i,j);
        c=c+1;
    end
end
```

## C. Implementasi Proses Pencocokan dengan *Euclidean Distance*

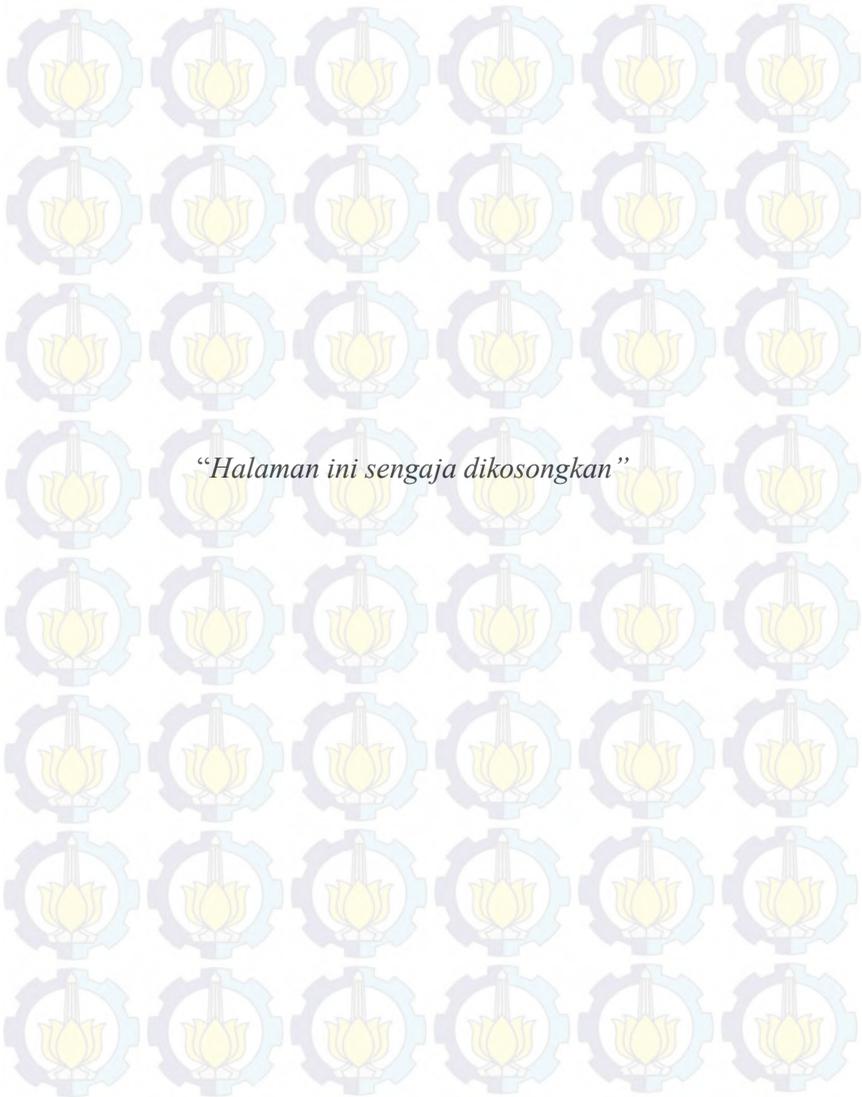
Proses ini bertujuan untuk melakukan proses pencocokan antara matriks data citra acuan dengan matriks data citra uji yang telah dikonversi menjadi matriks  $1 \times 23800$ . Proses ini menggunakan fungsi pada matlab sebagai berikut:

```
d = pdist2(A_bar, B_bar);
```

## D. Implementasi Klasifikasi dengan *Threshold*

Setelah didapatkan score dari hasil pencocokan dengan *Euclidean Distance*, maka dilakukan proses thresholding untuk mengklasifikasi antara citra yang terdeteksi baik dengan citra yang terdeteksi cacat. Proses ini dilakukan dengan fungsi:

```
treshold = 0.4814;
if skor >= treshold
    set(handles.edit3, 'string', 'Peluru
Cacat');
else
    set(handles.edit3, 'string', 'Peluru
Baik');
```



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB V**

### **PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN HASIL**

Bab ini menjelaskan mengenai proses pengujian yang dilakukan terhadap sistem identifikasi cacat peluru. Hasil pengujian kemudian dibahas untuk mengetahui unjuk kerja sistem secara keseluruhan dalam menjalankan fungsi yang diharapkan. Selanjutnya dijelaskan mengenai hasil pengujian terhadap sistem yang telah diimplementasikan pada bab 4, yaitu pengujian pada tahap akuisisi, *pre-processing*, ekstraksi fitur, dan klasifikasi.

Perangkat yang digunakan dalam pengujian sistem terdiri dari beberapa perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan yaitu komputer dengan spesifikasi prosesor AMD E-450 APU, CPU 1.65 GHz, RAM 2 GB DDR3, sistem tipe 32-bit Mobile PC Display dengan setting layar monitor resolusi 1366 x 768 piksel. Sedangkan perangkat lunak yang digunakan adalah Sistem Operasi Windows 8 Ultimate 32-bit dan Matlab 2010a.

#### **5.1 Pengujian Tahap Akuisisi**

Uji coba yang dilakukan pada tahap akuisisi citra bertujuan untuk menyiapkan data citra yang akan diproses pada tahap selanjutnya. Gambar 5.1(a) menunjukkan citra peluru yang telah diambil dengan menggunakan kamera dan Gambar 5.1(b) menunjukkan citra peluru yang telah ditampilkan pada program melalui proses *loading* citra.





(b)

**Gambar 5.1** Hasil Tahap Akuisisi. (a) Pengambilan oleh Kamera, (b) Hasil *loading* citra pada program

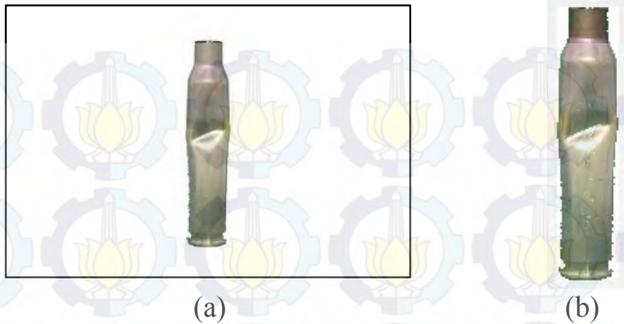
## 5.2 Pengujian Tahap *Pre-Processing* Citra

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap seluruh proses yang dilakukan pada pengolahan citra untuk mengetahui keberhasilan sistem pada setiap prosesnya. Terdapat 4 proses yang diuji, yaitu: proses *cropping*, *grayscale*, *resizing*, dan binerisasi citra.

### A. Pengujian Proses Segmentasi dan *Cropping*

Pengujian proses segmentasi dan *cropping* bertujuan untuk memisahkan citra peluru dari warna citra latar yang digunakan. Selanjutnya dilakukan proses pemotongan citra dengan menggunakan batas terluar dari citra objek peluru sebagai batas pemotongan citra oleh sistem. Sehingga dengan proses *cropping* ini didapatkan kondisi standar setiap citra yang akan diproses sistem pada tahap selanjutnya.

Gambar 5.2 berikut adalah citra peluru yang telah dikenai proses segmentasi dan *cropping* citra, sehingga mengalami penyusutan dimensi citra dari 1728 x 2592 x 3 menjadi citra baru dengan dimensi 1320 x 287 x 3.



**Gambar 5.2** Citra Hasil Proses (a) Segmentasi, (b) *Cropping*

### B. Pengujian Proses *Grayscale*

Pengujian proses *grayscale* bertujuan untuk mengubah warna citra RGB menjadi citra keabuan dengan rentang intensitas keabuan pada 0-255.

Gambar 5.3 berikut adalah citra peluru yang telah dikenai proses *grayscale* citra sehingga mengalami perubahan warna citra dari citra RGB menjadi citra dengan warna keabuan.



**Gambar 5.3** Citra Hasil Proses *Grayscale*

### C. Pengujian Proses *Resizing*

Pengujian pada tahap *resizing* bertujuan untuk menyeragamkan dimensi citra menjadi 340 x 70 piksel, lebih kecil daripada dimensi sebelumnya. Hal ini ditujukan untuk mempercepat proses pengolahan citra pada tahap berikutnya.



**Gambar 5.4** Citra Hasil Proses Resizing

Pada Gambar 5.4 di atas adalah citra peluru yang telah dikenai proses resizing citra sehingga mempunyai dimensi baru dengan ukuran dimensi 340 x 70 piksel.

#### **D. Pengujian Proses Binerisasi**

Pengujian tahap binerisasi ini bertujuan untuk mengubah intensitas warna citra menjadi citra biner. Citra biner tersebut akan digunakan pada proses ekstraksi fitur dengan menggunakan matematika morfologi.

Gambar 5.5 merupakan hasil proses binerisasi citra yang akan digunakan pada tahap ekstraksi fitur.



**Gambar 5.5** Hasil Proses Binerisasi

### 5.3 Pengujian Tahap Ekstraksi Fitur

Pengujian pada tahap ekstraksi fitur ini bertujuan untuk mendapatkan fitur citra dengan menggunakan matematika morfologi. Proses ekstraksi fitur dilakukan pada kedua jenis citra, baik citra peluru yang menjadi acuan ataupun citra peluru yang sedang diuji. Selain itu, fitur yang dihasilkan juga akan mempunyai dimensi yang sama, sesuai dengan dimensi citra yang telah diseragamkan pada ukuran 340 x 70.

#### A. Pengujian Proses Dilasi Citra

Operasi dilasi pada proses morfologi citra bertujuan untuk menebalkan fitur citra. Sehingga bagian terluar citra akan mengalami proses penambahan luas area sesuai dengan pemilihan struktur elemen yang digunakan.

Gambar 5.6 adalah citra peluru biner yang telah dikenai operasi dilasi dengan struktur elemen disk dengan radius 1.

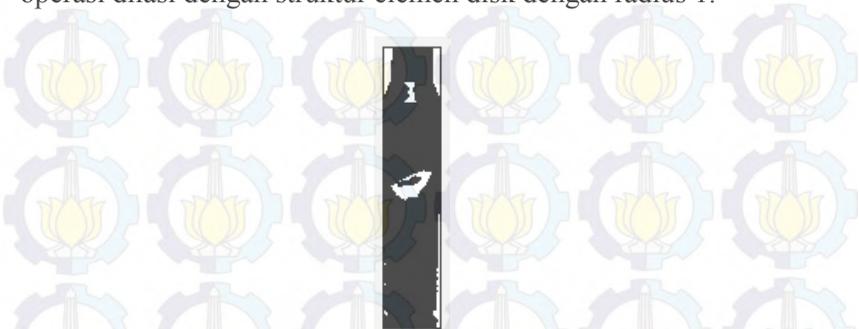


Gambar 5.6 Hasil Proses Dilasi Citra Biner

#### B. Pengujian Proses Erosi Citra

Operasi erosi pada proses morfologi citra bertujuan untuk menipiskan fitur citra. Sehingga bagian terluar pada citra akan mengalami proses pengurangan luas area sesuai dengan pemilihan struktur elemen yang digunakan.

Gambar 5.7 adalah citra peluru biner yang telah dikenai operasi dilasi dengan struktur elemen disk dengan radius 1.



Gambar 5.7 Hasil Proses Erosi Citra Biner

### C. Pengujian Proses Morfologi Gradient

Operasi morfologi gradient bertujuan untuk mendapatkan batas terluar dari objek citra yang dikenai proses matematika morfologi. Dalam hal ini, hasil morfologi gradient didapatkan dengan melakukan pengurangan hasil operasi dilasi citra dengan hasil erosi citra, sehingga didapatkan batas terluar citra.

Gambar 5.8 adalah citra biner yang telah dikenai operasi morfologi gradient sehingga didapatkan batas terluar dari objek citra peluru yang sedang diuji.



Gambar 5.8 Hasil Morfologi Gradient Citra Biner

#### **D. Pengujian Proses *Region Filling***

Proses *region filling* bertujuan untuk mengisi area objek citra yang dibatasi oleh batasan yang dihasilkan dari proses morfologi gradient. Melalui proses *region filling*, area tersebut diisi dengan nilai 1. Hal ini bertujuan untuk proses penghitungan luas fitur yang bergantung dengan nilai 1 dan 0 pada citra biner yang digunakan.

Gambar 5.9 adalah citra biner yang telah dikenai proses *region filling* citra.



Gambar 5.9 Hasil *Region Filling* Citra Biner

#### **E. Pengujian Proses Penghapusan Border Citra**

Proses penghapusan border citra bertujuan untuk menghilangkan batasan citra terluar dan mempertahankan objek citra yang terkena proses *region filling* dengan tanpa menyinggung batas terluar dari objek citra peluru yang sedang diproses.

Gambar 5.10 adalah hasil citra biner yang telah dikenai proses penghapusan border citra.



Gambar 5.10 Hasil Penghapusan Border pada Citra Biner

#### 5.4 Pembahasan Hasil Pengujian

Pembahasan hasil pengujian difokuskan pada hasil pengujian dan proses pengenalan citra peluru pada tugas akhir ini. Pembahasan hasil pengujian ini digunakan untuk mengetahui kinerja sistem identifikasi cacat peluru menggunakan matematika morfologi. Pengujian pada sistem yang telah dibuat, dilakukan dengan menggunakan perbedaan penggunaan nilai threshold dan perbedaan penggunaan struktur elemen pada proses morfologi citra.

Tingkat akurasi sistem terbaik diperoleh dengan menggunakan nilai threshold sebesar 0,4814. Nilai ini diperoleh dari proses pencarian rata-rata nilai *Euclidean distance* yang dihasilkan dengan membandingkan masing-masing citra peluru baik dengan total keseluruhan citra peluru baik yang terdapat pada Lampiran C.

Pencarian nilai threshold yang akan digunakan pada penelitian ini dilakukan dengan dua metode, yaitu:

- a. Berdasarkan pada eksperimen pengujian bertahap
- b. Berdasarkan pada pencarian nilai rata-rata *Euclidean distance* pada pengujian seluruh citra peluru baik yang salah satunya akan digunakan sebagai citra acuan.

Dengan metode pertama, dapat diketahui bahwa nilai threshold terbaik yang dapat digunakan adalah 0,5. Penggunaan nilai threshold ini memberikan tingkat akurasi sistem sebesar

92,5%. Tingkat akurasi sistem dengan metode ini dapat dilihat pada Tabel 5.1 dan Gambar 5.11.

Pada metode kedua, didapat bahwa nilai threshold yang dihasilkan adalah 0,4814. Penggunaan nilai threshold ini juga memberikan tingkat akurasi sistem sebesar 92,5%. Data citra peluru baik yang digunakan dalam metode pencarian rata-rata ini dapat dilihat pada Lampiran C.

Sedangkan pada penggunaan struktur elemen yang berbeda, didapat tingkat akurasi terbaik dengan menggunakan struktur elemen *disk* dengan radius 1.

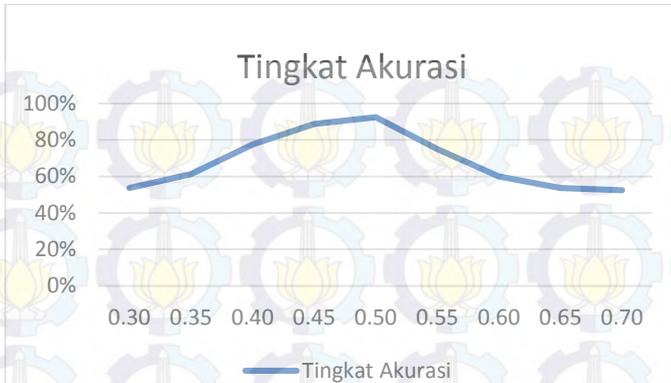
Tingkat akurasi sistem didapatkan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\text{akurasi} = \frac{\text{citra baik benar} + \text{citra cacat benar}}{\text{total citra peluru uji}} \times 100\%$$

Tingkat akurasi sistem berdasarkan penggunaan nilai threshold disajikan pada Tabel 5.1 dan Gambar 5.11.

**Tabel 5.1** Tingkat Akurasi Berdasarkan Penggunaan Nilai Threshold

Nilai Threshold	Tingkat Akurasi
0.30	54%
0.35	61%
0.40	78%
0.45	89%
0.50	92.5%
0.55	88%
0.60	60%
0.65	54%
0.70	53%

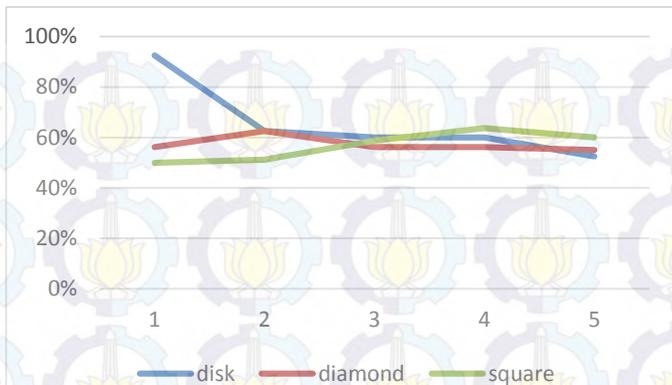


**Gambar 5.11** Tingkat Akurasi Berdasarkan Penggunaan Nilai *Threshold*

Tingkat akurasi sistem berdasarkan penggunaan struktur elemen disajikan pada Tabel 5.2 dan Gambar 5.12.

**Tabel 5.2** Tingkat Akurasi Berdasarkan Penggunaan Struktur Elemen

	1	2	3	4	5
Disk	0.925	0.625	0.6	0.6	0.525
Diamond	0.5625	0.625	0.5625	0.5625	0.55
Square	0.5	0.5125	0.5875	0.6375	0.6



**Gambar 5.12** Tingkat Akurasi Berdasarkan Penggunaan Struktur Elemen

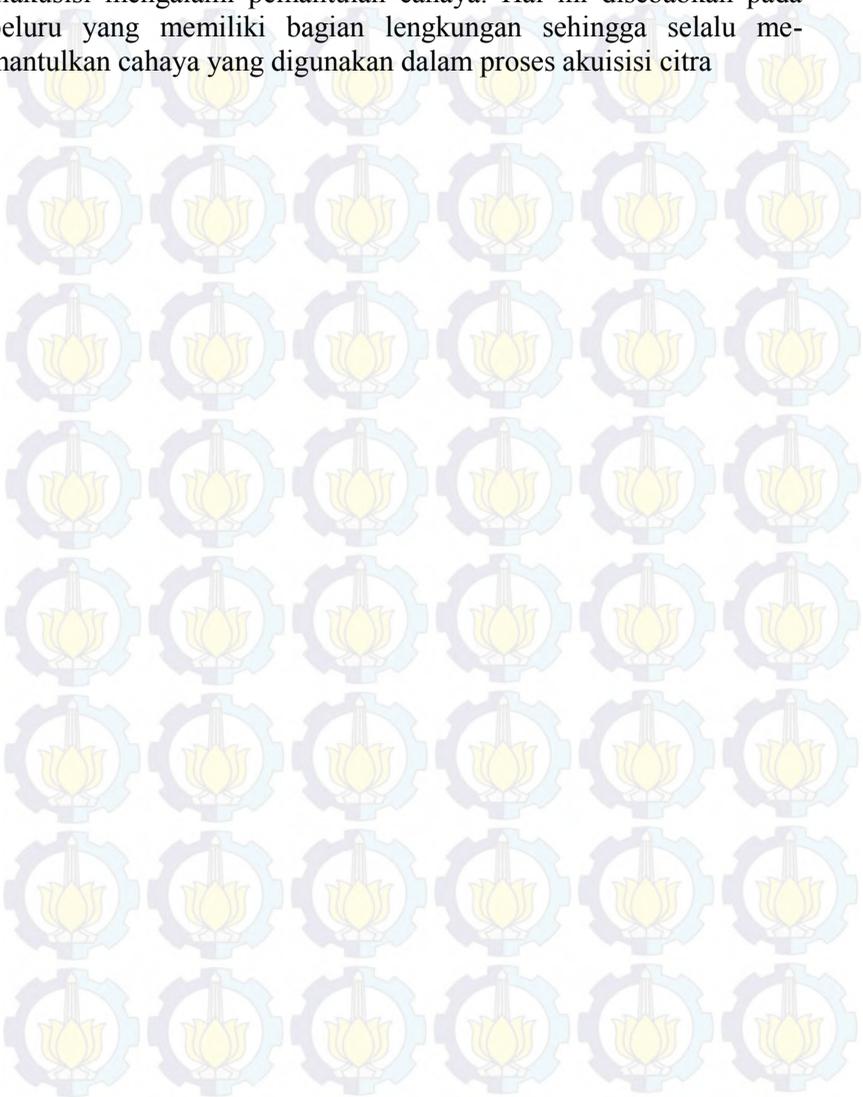
### 5.5 Pembahasan Penyebab Besar Kecilnya Akurasi

Penyebab utama rendahnya akurasi sistem identifikasi cacat peluru terletak pada kualitas citra yang diakuisisi tidak begitu baik. Hal ini mengakibatkan timbulnya pantulan cahaya yang sangat tajam pada peluru yang membuat proses pengolahan citra tidak optimal. Pengurangan pantulan cahaya ini telah dicoba dengan mengatur kecerahan dan ketajaman citra, namun tidak memberikan hasil yang optimal.



**Gambar 5.13** Hasil Akuisisi Citra dengan Pantulan Cahaya pada Citra yang Diakuisisi

Dari gambar 5.13 dapat dilihat bahwa pada mayoritas citra yang diakuisisi mengalami pemantulan cahaya. Hal ini disebabkan pada peluru yang memiliki bagian lengkung sehingga selalu memantulkan cahaya yang digunakan dalam proses akuisisi citra



## **BAB VI PENUTUP**

Bab ini berisi tentang beberapa kesimpulan yang dihasilkan berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan. Di samping itu, pada bab ini juga dimasukkan beberapa saran yang dapat digunakan jika penelitian ini ingin dikembangkan.

### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan eksperimen dan pembahasan terhadap hasil pengujian deteksi kecacatan pada peluru dengan menggunakan matematika morfologi, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Program telah berhasil melakukan proses deteksi kecacatan pada citra peluru yang diujikan menggunakan metode matematika morfologi, dengan tahapan utama berupa pre-processing, ekstraksi fitur, dan pencocokan dengan menggunakan *Euclidian Distance*.
2. Penggunaan struktur elemen terbaik dalam penyelesaian tugas akhir ini adalah struktur elemen *disk* dengan nilai radius sebesar 1.
3. Nilai *threshold* terbaik adalah 0,4814 dengan tingkat akurasi mencapai 92,5% atau sebanyak 74 buah citra peluru dari total 80 buah citra peluru yang digunakan. Dengan rincian keberhasilan yang terdiri dari 39 buah citra peluru baik terdeteksi baik, dan 35 buah citra peluru cacat terdeteksi cacat.

### **6.2 Saran**

Dengan melihat hasil yang dicapai pada penelitian ini, ada beberapa hal yang penulis sarankan untuk pengembangan selanjutnya yaitu:

1. Proses akuisisi citra sangat berpengaruh besar dalam proses pengolahan citra. Sehingga proses akuisisi citra harus dilakukan dengan mengatur pencahayaan, sudut pengambilan

citra, dan jarak pengambilan citra sebaik mungkin agar memberikan hasil pengolahan citra yang lebih baik.

2. Penelitian ini dapat terus dikembangkan dengan menghubungkan sistem yang telah dibuat dengan kamera, sehingga proses pendeteksian kecacatan pada peluru dapat dilakukan secara *real time*.
3. Metode matematika morfologi dapat digunakan lebih variatif dengan mengombinasikan setiap operasi morfologi, pemilihan struktur elemen, ataupun dengan penggabungan dengan metode pengolahan citra yang lainnya.



## LAMPIRAN A

### A. Kode Fungsi Untuk Proses Segmentasi Citra

```
function [rgbPic] = otsu(I)
```

```
R=im2double(I(:,:,1));
```

```
G=im2double(I(:,:,2));
```

```
B=im2double(I(:,:,3));
```

```
[m,n]=size(B);
```

```
jum=R+G+B;
```

```
for i=1:m
```

```
    for j=1:n
```

```
        if jum(i,j)==0
```

```
            jum(i,j)=0.001;
```

```
        end
```

```
    end
```

```
end
```

```
r=R./jum;
```

```
g=G./jum;
```

```
b=B./jum;
```

```
exg1=4.0*r-g-b;
```

```
exr=r-g;
```

```
exg=exg1-exr;
```

```
exg=im2uint8(exg);
```

```
exg=medfilt2(exg,[4 4]);
```

```
[thres EM]=graythresh(exg);
```

```
bw=im2bw(exg,thres);
```

```
bw=medfilt2(bw,[3 3]);
```

```
im_in=imcomplement(bw);
```

```
i=size(im_in);
```

**LAMPIRAN A (LANJUTAN)**

```
for x=1540:i(1)
    for y=1:i(2)
        if im_in(x,y)==0
            im_in(x,y)=1;
        end
    end
end
i = size(im_in);

rgbPic = zeros(i(1),i(2),3);
rgbPic(im_in==1)=255;
rgbPic(:, :, 2) = rgbPic(:, :, 1);
rgbPic(:, :, 3) = rgbPic(:, :, 1);
rgbPic = im2uint8(rgbPic);

%mengganti pixel hitam dengan pixel citra peluru
asli
img=I;
for x=1:i(1)
    for y=1:i(2)
        if rgbPic(x,y)==0
            rgbPic(x,y,1)=img(x,y,1);
            rgbPic(x,y,2)=img(x,y,2);
            rgbPic(x,y,3)=img(x,y,3);
        end
    end
end
```

## LAMPIRAN B

### B. Kode Fungsi Untuk Proses *Cropping* Citra

```
function [crop]=crop(rgbPic)
%cropping citra
img = im2double(rgbPic);
b = sum( (1-img).^2, 3 );
st=regionprops(double( b > .5 ), 'BoundingBox');
rect = st.BoundingBox;
crop=imcrop(img,rect);
```



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## LAMPIRAN C

Tabel C.1 Nilai *Euclidean Distance* Antara Peluru Bagus dengan Peluru Bagus

	Peluru Bagus									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0.277	0.331	0.321	0.355	0.351	0.307	0.345	0.409	0.44
2	0.277	0	0.322	0.346	0.325	0.366	0.297	0.355	0.355	0.387
3	0.331	0.322	0	0.341	0.32	0.369	0.279	0.28	0.362	0.403
4	0.321	0.346	0.341	0	0.339	0.364	0.299	0.313	0.392	0.443
5	0.355	0.325	0.32	0.339	0	0.374	0.268	0.326	0.264	0.33
6	0.351	0.366	0.369	0.364	0.374	0	0.363	0.339	0.408	0.439
7	0.307	0.297	0.279	0.299	0.268	0.363	0	0.271	0.301	0.374
8	0.345	0.355	0.28	0.313	0.326	0.339	0.271	0	0.349	0.411
9	0.409	0.355	0.362	0.392	0.264	0.408	0.301	0.349	0	0.269
10	0.44	0.387	0.403	0.443	0.33	0.439	0.374	0.411	0.269	0
11	0.352	0.347	0.33	0.345	0.302	0.395	0.29	0.331	0.34	0.379
12	0.389	0.416	0.38	0.375	0.379	0.412	0.363	0.366	0.426	0.456
13	0.455	0.451	0.42	0.489	0.415	0.471	0.408	0.417	0.372	0.41
14	0.448	0.458	0.416	0.48	0.418	0.444	0.409	0.391	0.397	0.419
15	0.45	0.465	0.419	0.482	0.41	0.448	0.412	0.393	0.4	0.432
16	0.498	0.491	0.472	0.541	0.471	0.511	0.465	0.481	0.433	0.43
17	0.37	0.344	0.371	0.345	0.316	0.385	0.329	0.341	0.316	0.36
18	0.441	0.397	0.421	0.448	0.362	0.469	0.373	0.403	0.351	0.367
19	0.407	0.388	0.405	0.408	0.355	0.444	0.359	0.363	0.361	0.385
20	0.383	0.383	0.409	0.315	0.392	0.414	0.344	0.325	0.396	0.444
21	0.396	0.401	0.379	0.445	0.378	0.396	0.356	0.354	0.367	0.407
22	0.491	0.46	0.454	0.529	0.435	0.446	0.462	0.469	0.389	0.378
23	0.434	0.425	0.396	0.473	0.394	0.437	0.388	0.404	0.358	0.382
24	0.408	0.409	0.367	0.42	0.398	0.406	0.361	0.337	0.387	0.418
25	0.392	0.43	0.413	0.398	0.44	0.406	0.415	0.4	0.492	0.517
26	0.354	0.385	0.328	0.373	0.392	0.357	0.354	0.349	0.422	0.458
27	0.394	0.362	0.342	0.414	0.338	0.396	0.325	0.346	0.348	0.357
28	0.34	0.375	0.337	0.332	0.401	0.33	0.35	0.348	0.433	0.46
29	0.344	0.366	0.344	0.398	0.359	0.369	0.344	0.322	0.398	0.423
30	0.304	0.312	0.29	0.31	0.284	0.392	0.241	0.307	0.33	0.387
31	0.372	0.374	0.37	0.428	0.396	0.364	0.354	0.382	0.412	0.419
32	0.344	0.367	0.343	0.431	0.369	0.396	0.355	0.386	0.396	0.402
33	0.422	0.434	0.366	0.442	0.414	0.407	0.377	0.364	0.386	0.41
34	0.473	0.453	0.438	0.515	0.43	0.464	0.43	0.454	0.371	0.391
35	0.44	0.434	0.397	0.487	0.408	0.426	0.389	0.412	0.359	0.38
36	0.413	0.414	0.361	0.455	0.386	0.419	0.362	0.378	0.361	0.368
37	0.474	0.476	0.445	0.518	0.443	0.48	0.439	0.444	0.407	0.424
38	0.44	0.45	0.407	0.48	0.414	0.438	0.396	0.397	0.39	0.415
39	0.441	0.441	0.411	0.478	0.409	0.439	0.401	0.389	0.405	0.443
40	0.478	0.467	0.456	0.5	0.425	0.484	0.423	0.435	0.398	0.44

## LAMPIRAN C (LANJUTAN)

		Peluru Bagus									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Peluru Bagus	1	0.352	0.389	0.455	0.448	0.45	0.498	0.37	0.441	0.407	0.383
	2	0.347	0.416	0.451	0.458	0.465	0.491	0.344	0.397	0.388	0.383
	3	0.33	0.38	0.42	0.416	0.419	0.472	0.371	0.421	0.405	0.409
	4	0.345	0.375	0.489	0.48	0.482	0.541	0.345	0.448	0.408	0.315
	5	0.302	0.379	0.415	0.418	0.41	0.471	0.316	0.362	0.355	0.392
	6	0.395	0.412	0.471	0.444	0.448	0.511	0.385	0.469	0.444	0.414
	7	0.29	0.363	0.408	0.409	0.412	0.465	0.329	0.373	0.359	0.344
	8	0.331	0.366	0.417	0.391	0.393	0.481	0.341	0.403	0.363	0.325
	9	0.34	0.426	0.372	0.397	0.4	0.433	0.316	0.351	0.361	0.396
	10	0.379	0.456	0.41	0.419	0.432	0.43	0.36	0.367	0.385	0.444
	11	0	0.353	0.425	0.436	0.419	0.485	0.359	0.411	0.385	0.374
	12	0.353	0	0.46	0.4	0.403	0.526	0.42	0.411	0.41	0.403
	13	0.425	0.46	0	0.301	0.341	0.32	0.41	0.354	0.388	0.42
	14	0.436	0.4	0.301	0	0.237	0.41	0.413	0.373	0.401	0.419
	15	0.419	0.403	0.341	0.237	0	0.426	0.409	0.376	0.379	0.419
	16	0.485	0.526	0.32	0.41	0.426	0	0.466	0.421	0.445	0.488
	17	0.359	0.42	0.41	0.413	0.409	0.466	0	0.338	0.332	0.303
	18	0.411	0.411	0.354	0.373	0.376	0.421	0.338	0	0.263	0.359
	19	0.385	0.41	0.388	0.401	0.379	0.445	0.332	0.263	0	0.34
	20	0.374	0.403	0.42	0.419	0.419	0.488	0.303	0.359	0.34	0
	21	0.392	0.396	0.316	0.309	0.291	0.407	0.363	0.361	0.379	0.387
	22	0.469	0.494	0.39	0.395	0.4	0.413	0.457	0.424	0.471	0.51
	23	0.413	0.442	0.277	0.296	0.289	0.357	0.399	0.36	0.401	0.43
	24	0.391	0.382	0.328	0.298	0.337	0.435	0.371	0.378	0.392	0.376
	25	0.435	0.373	0.506	0.447	0.448	0.551	0.464	0.485	0.46	0.433
	26	0.394	0.374	0.443	0.416	0.408	0.487	0.408	0.457	0.437	0.417
	27	0.351	0.382	0.358	0.377	0.38	0.44	0.378	0.351	0.361	0.399
	28	0.398	0.346	0.449	0.422	0.412	0.5	0.387	0.421	0.393	0.367
	29	0.337	0.356	0.41	0.386	0.367	0.473	0.365	0.404	0.374	0.378
	30	0.285	0.346	0.423	0.416	0.409	0.483	0.335	0.369	0.344	0.357
	31	0.395	0.379	0.444	0.424	0.42	0.484	0.423	0.428	0.427	0.447
	32	0.383	0.365	0.411	0.397	0.381	0.462	0.421	0.423	0.406	0.455
	33	0.41	0.4	0.347	0.32	0.283	0.416	0.392	0.401	0.397	0.406
	34	0.456	0.489	0.337	0.358	0.367	0.336	0.441	0.401	0.443	0.467
	35	0.43	0.445	0.303	0.28	0.316	0.354	0.413	0.387	0.42	0.446
	36	0.404	0.431	0.28	0.288	0.321	0.368	0.381	0.367	0.396	0.421
	37	0.453	0.482	0.237	0.336	0.36	0.306	0.432	0.382	0.409	0.45
	38	0.432	0.437	0.287	0.279	0.29	0.379	0.399	0.378	0.398	0.41
	39	0.433	0.417	0.308	0.286	0.285	0.399	0.379	0.334	0.339	0.389
	40	0.427	0.451	0.282	0.35	0.35	0.366	0.421	0.368	0.385	0.418

## LAMPIRAN C (LANJUTAN)

	Peluru Bagus										
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	0.396	0.491	0.434	0.408	0.392	0.354	0.394	0.34	0.344	0.304	
2	0.401	0.46	0.425	0.409	0.43	0.385	0.362	0.375	0.366	0.312	
3	0.379	0.454	0.396	0.367	0.413	0.328	0.342	0.337	0.344	0.29	
4	0.445	0.529	0.473	0.42	0.398	0.373	0.414	0.332	0.398	0.31	
5	0.378	0.435	0.394	0.398	0.44	0.392	0.338	0.401	0.359	0.284	
6	0.396	0.446	0.437	0.406	0.406	0.357	0.396	0.33	0.369	0.392	
7	0.356	0.462	0.388	0.361	0.415	0.354	0.325	0.35	0.344	0.241	
8	0.354	0.469	0.404	0.337	0.4	0.349	0.346	0.348	0.322	0.307	
9	0.367	0.389	0.358	0.387	0.492	0.422	0.348	0.433	0.398	0.33	
10	0.407	0.378	0.382	0.418	0.517	0.458	0.357	0.46	0.423	0.387	
11	0.392	0.469	0.413	0.391	0.435	0.394	0.351	0.398	0.337	0.285	
12	0.396	0.494	0.442	0.382	0.373	0.374	0.382	0.346	0.356	0.346	
13	0.316	0.39	0.277	0.328	0.506	0.443	0.358	0.449	0.41	0.423	
14	0.309	0.395	0.296	0.298	0.447	0.416	0.377	0.422	0.386	0.416	
15	0.291	0.4	0.289	0.337	0.448	0.408	0.38	0.412	0.367	0.409	
16	0.407	0.413	0.357	0.435	0.551	0.487	0.44	0.5	0.473	0.483	
17	0.363	0.457	0.399	0.371	0.464	0.408	0.378	0.387	0.365	0.335	
18	0.361	0.424	0.36	0.378	0.485	0.457	0.351	0.421	0.404	0.369	
19	0.379	0.471	0.401	0.392	0.46	0.437	0.361	0.393	0.374	0.344	
20	0.387	0.51	0.43	0.376	0.433	0.417	0.399	0.367	0.378	0.357	
21	0	0.378	0.267	0.233	0.456	0.368	0.322	0.389	0.34	0.373	
22	0.378	0	0.336	0.417	0.537	0.465	0.392	0.477	0.461	0.49	
23	0.267	0.336	0	0.318	0.484	0.395	0.334	0.416	0.389	0.409	
24	0.233	0.417	0.318	0	0.438	0.37	0.328	0.381	0.345	0.368	
25	0.456	0.537	0.484	0.438	0	0.363	0.443	0.33	0.405	0.408	
26	0.368	0.465	0.395	0.37	0.363	0	0.368	0.274	0.375	0.366	
27	0.322	0.392	0.334	0.328	0.443	0.368	0	0.36	0.335	0.348	
28	0.389	0.477	0.416	0.381	0.33	0.274	0.36	0	0.364	0.351	
29	0.34	0.461	0.389	0.345	0.405	0.375	0.335	0.364	0	0.323	
30	0.373	0.49	0.409	0.368	0.408	0.366	0.348	0.351	0.323	0	
31	0.372	0.42	0.394	0.392	0.426	0.36	0.338	0.35	0.344	0.377	
32	0.363	0.424	0.366	0.391	0.423	0.35	0.341	0.36	0.342	0.346	
33	0.267	0.387	0.279	0.302	0.446	0.353	0.356	0.369	0.363	0.389	
34	0.344	0.31	0.266	0.383	0.522	0.44	0.381	0.459	0.442	0.456	
35	0.286	0.318	0.221	0.315	0.481	0.389	0.344	0.41	0.405	0.423	
36	0.278	0.363	0.232	0.277	0.471	0.39	0.315	0.397	0.369	0.388	
37	0.328	0.389	0.31	0.365	0.518	0.447	0.385	0.461	0.435	0.445	
38	0.261	0.369	0.259	0.297	0.475	0.392	0.352	0.41	0.39	0.406	
39	0.273	0.416	0.314	0.299	0.465	0.403	0.347	0.404	0.384	0.405	
40	0.327	0.422	0.337	0.351	0.507	0.458	0.371	0.464	0.444	0.434	

## LAMPIRAN C (LANJUTAN)

		Peluru Bagus									
		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Peluru Bagus	1	0.372	0.344	0.422	0.473	0.44	0.413	0.474	0.44	0.441	0.478
	2	0.374	0.367	0.434	0.453	0.434	0.414	0.476	0.45	0.441	0.467
	3	0.37	0.343	0.366	0.438	0.397	0.361	0.445	0.407	0.411	0.456
	4	0.428	0.431	0.442	0.515	0.487	0.455	0.518	0.48	0.478	0.5
	5	0.396	0.369	0.414	0.43	0.408	0.386	0.443	0.414	0.409	0.425
	6	0.364	0.396	0.407	0.464	0.426	0.419	0.48	0.438	0.439	0.484
	7	0.354	0.355	0.377	0.43	0.389	0.362	0.439	0.396	0.401	0.423
	8	0.382	0.386	0.364	0.454	0.412	0.378	0.444	0.397	0.389	0.435
	9	0.412	0.396	0.386	0.371	0.359	0.361	0.407	0.39	0.405	0.398
	10	0.419	0.402	0.41	0.391	0.38	0.368	0.424	0.415	0.443	0.44
	11	0.395	0.383	0.41	0.456	0.43	0.404	0.453	0.432	0.433	0.427
	12	0.379	0.365	0.4	0.489	0.445	0.431	0.482	0.437	0.417	0.451
	13	0.444	0.411	0.347	0.337	0.303	0.28	0.237	0.287	0.308	0.282
	14	0.424	0.397	0.32	0.358	0.28	0.288	0.336	0.279	0.286	0.35
	15	0.42	0.381	0.283	0.367	0.316	0.321	0.36	0.29	0.285	0.35
	16	0.484	0.462	0.416	0.336	0.354	0.368	0.306	0.379	0.399	0.366
	17	0.423	0.421	0.392	0.441	0.413	0.381	0.432	0.399	0.379	0.421
	18	0.428	0.423	0.401	0.401	0.387	0.367	0.382	0.378	0.334	0.368
	19	0.427	0.406	0.397	0.443	0.42	0.396	0.409	0.398	0.339	0.385
	20	0.447	0.455	0.406	0.467	0.446	0.421	0.45	0.41	0.389	0.418
	21	0.372	0.363	0.267	0.344	0.286	0.278	0.328	0.261	0.273	0.327
	22	0.42	0.424	0.387	0.31	0.318	0.363	0.389	0.369	0.416	0.422
	23	0.394	0.366	0.279	0.266	0.221	0.232	0.31	0.259	0.314	0.337
	24	0.392	0.391	0.302	0.383	0.315	0.277	0.365	0.297	0.299	0.351
	25	0.426	0.423	0.446	0.522	0.481	0.471	0.518	0.475	0.465	0.507
	26	0.36	0.35	0.353	0.44	0.389	0.39	0.447	0.392	0.403	0.458
	27	0.338	0.341	0.356	0.381	0.344	0.315	0.385	0.352	0.347	0.371
	28	0.35	0.36	0.369	0.459	0.41	0.397	0.461	0.41	0.404	0.464
	29	0.344	0.342	0.363	0.442	0.405	0.369	0.435	0.39	0.384	0.444
	30	0.377	0.346	0.389	0.456	0.423	0.388	0.445	0.406	0.405	0.434
	31	0	0.32	0.38	0.427	0.391	0.396	0.457	0.411	0.412	0.464
	32	0.32	0	0.345	0.412	0.363	0.361	0.426	0.37	0.397	0.446
	33	0.38	0.345	0	0.347	0.269	0.269	0.338	0.253	0.326	0.378
	34	0.427	0.412	0.347	0	0.256	0.308	0.34	0.289	0.373	0.364
	35	0.391	0.363	0.269	0.256	0	0.218	0.29	0.223	0.329	0.338
	36	0.396	0.361	0.269	0.308	0.218	0	0.298	0.256	0.322	0.355
	37	0.457	0.426	0.338	0.34	0.29	0.298	0	0.271	0.298	0.26
	38	0.411	0.37	0.253	0.289	0.223	0.256	0.271	0	0.274	0.323
	39	0.412	0.397	0.326	0.373	0.329	0.322	0.298	0.274	0	0.291
	40	0.464	0.446	0.378	0.364	0.338	0.355	0.26	0.323	0.291	0

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A Kode Fungsi Untuk Proses Segmentasi .....	53
LAMPIRAN B Kode Fungsi Untuk Proses Cropping.....	55
LAMPIRAN C Nilai Euclidean Distance Antara Peluru Baik dengan Peluru Baik.....	57

