

**SEGMENTASI OBJEK JANTUNG PADA CITRA X-RAY
THORAX MENGGUNAKAN METODE *TEMPLATE
MATCHING***

SKRIPSI

Oleh:

ZULFANY ARIEF

NIM. 07650018



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2014**

**SEGMENTASI OBJEK JANTUNG PADA CITRA X-RAY
THORAX MENGGUNAKAN METODE *TEMPLATE
MATCHING***

SKRIPSI

**Diajukan kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S. Kom)**

**Oleh:
ZULFANY ARIEF
NIM. 07650018**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2014**

**SEGMENTASI OBJEK JANTUNG PADA CITRA X-RAY
THORAX MENGGUNAKAN METODE *TEMPLATE
MATCHING***

SKRIPSI

Oleh:

ZULFANY ARIEF

NIM. 07650018

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:

Tanggal: 04 April 2014

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Dr. M. Amin Hariyadi, M.T
NIP. 19670118 200501 1 001

Dr. H. Munirul Abidin, M.Ag
NIP. 19720420 200212 1 003

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Dr. Cahyo Crysdian, M.CS
NIP. 19740424 200901 1 008

**SEGMENTASI OBJEK JANTUNG PADA CITRA X-RAY
THORAX MENGGUNAKAN METODE *TEMPLATE
MATCHING***

SKRIPSI

Oleh:

**ZULFANY ARIEF
NIM. 07650018**

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S. Kom)
Tanggal:

Susunan Dewan Penguji:	Tanda Tangan
Penguji Utama : <u>Dr. Cahyo Crysdiان, M.CS</u> NIP. 19740424 200901 1 008	()
Ketua Penguji : <u>A'la Syauqi, M.Kom</u> NIP. 19771201 200801 1 007	()
Sekretaris Penguji : <u>Dr. M. Amin Hariyadi, M. T</u> NIP. 19670118 200501 1 001	()
Anggota Penguji : <u>Dr. H. Munirul Abidin, M. Ag</u> NIP. 19720420 200212 1 003	()

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Dr. Cahyo Crysdiان, M. CS
NIP. 19740424 200901 1 008

**HALAMAN PERNYATAAN
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zulfany Arief
NIM : 07650018
Jurusan : Teknik Informatika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 04 April 2014

Yang Membuat Pernyataan,

Zulfany Arief

NIM. 07650018

MOTTO

Proper Prepare For Proper Result

“Persiapan yang layak untuk hasil yang pantas”



PERSEMBAHAN

*Dengan rasa syukur seraya mengharap ridlo Illahi
kupersembahkan karya ini untuk*

*Ibu dan Bapak tercinta,
yang telah mencurahkan cinta dan kasih sayang,
perhatian, dorongan baik moral maupun spiritual
mulai awal studi hingga terselesaikannya karya ini.*

*Kubelum bisa membalas semua jasa2mu,
semoga Allah senantiasa melindungi dan menyayangi
keduanya.*

*Tuk Sodara (mbVita, Rizal, dan yang sederajat),
Dan Teman2 Vod_K (Vehicles of De brothers Kediri), (jali,
pi'I, danang, endro, fuat, galuh, ega, luhur, bayu, agil, frendy,
ranu, dll), temanKost (prety, sigit, pak, Waw, aan, ambon,
dimas, dan para penghuni baru). Teman kuliah (nyambek,
cepot, dll). Serta seluruh keluarga besar yang ada di Kediri dan
Balikpapan,*

Hanya ucapan terimakasih yang bisa kuucapkan.

Semoga Allah membalas kebaikan yang telah kalian lakukan.

Aamiin...

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Syukur alhamdulillah penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus menyelesaikan skripsi dengan judul “SEGMENTASI OBJEK JANTUNG PADA CITRA X-RAY THORAX MENGGUNAKAN METODE *TEMPLATE MATCHING*” ini dengan baik.

Shalawat serta salam senantiasa terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menunjukkan jalan yang diridhai Allah SWT dan semoga kita mendapat syafa'at dari beliau kelak. Amin.

Penulis menyadari bahwa baik dalam perjalanan studi maupun dalam penyelesaian skripsi ini penulis memperoleh bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis haturkan ucapan terima kasih seiring do'a dan harapan *jazakumullah ahsanal jaza'*. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Dr. M. Amin Hariyadi, M. T selaku pembimbing dalam skripsi ini yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam proses penyelesaian skripsi ini.
2. Dr. H. Munirul Abidin, M. Ag selaku pembimbing integrasi sains dan islam yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan integrasi dalam skripsi ini.
3. Prof. Dr. Mudjia Raharjo, M,Si selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. drh. Hj. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Dr. Cahyo Crysdiyan, M. CS selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika UIN Maliki Malang.

6. Segenap civitas akademika Jurusan Teknik Informatika, terutama seluruh dosen, terima kasih atas segenap ilmu dan bimbingan kepada penulis selama masa studi.
7. Bapak dan Ibu tercinta yang senantiasa memberikan do'a dan restunya kepada penulis dalam menuntut ilmu. Kakak dan keponakan yang selalu memberikan motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
8. Seluruh teman-teman jurusan Teknik Informatika khususnya angkatan 2007, serta para administrator jurusan Teknik Informatika.
9. Sahabat-sahabat penulis telah membantu dan memotivasi dalam penyelesaian skripsi ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang ikut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik berupa materiil maupun moril.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan penulis berharap semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat kepada para pembaca khususnya bagi penulis secara pribadi. *Amin Ya Rabbal Alamin.*

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, Maret 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGANTAR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan dan Manfaat	5
1.3.1. Tujuan Penelitian	5
1.3.2. Manfaat Penelitian	6
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Sistematika Penulisan	7
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Image Processing	9
2.1.1. Citra Digital dan Citra <i>X-ray</i>	10
2.1.2. Perbaikan Kualitas Citra	11
2.1.2.1. Grayscale	11
2.1.2.2. Contrast.....	12
2.1.2.3. Binerisasi	14
2.1.3. Morfologi	14
2.1.3.1. Erosi.....	15
2.1.3.2. Dilasi.....	15
2.1.3.3. Opening	16
2.1.3.4. Closing.....	17
2.1.3.5. Thining.....	17
2.2 Template Matching	18
2.2.1. Pendekatan Berbasis Fitur.....	19
2.2.2. Pendekatan Berbasis Template	19
2.2.3. Pencocokan Berbasis Template.....	19
2.2.4. Konsep Template Matching	20
2.3 ROC (<i>Receiver Operating Characteristic</i>)	22
2.4 Jantung	23
2.5 Penerapan Template Matching Serta Penelitian Terkait	28

BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

3.1 Perancangan Perangkat Keras	31
3.2 Perancangan Perangkat Lunak	32
3.3 Deskripsi Sistem	33
3.4 Block Diagram	36
3.5 Desain Sistem.....	38
3.5.1 Desain Data Sistem	39
3.5.1.1 Data Masukan Sistem.....	39
3.5.1.2 Data Proses.....	39
3.5.1.3 Data Keluaran.....	40
3.5.2 Desain Proses Sistem	40
3.5.2.1 Gambaran umum proses system.....	41
3.5.2.2 Input Image	41
3.5.2.3 Pre-processing	42
3.5.2.3.1 Grayscaleing	43
3.5.2.3.2 Peningkatan Kontras	44
3.5.2.3.3 Binerisasi.....	44
3.5.2.4 Segmentasi	45
3.5.2.4.1 Morfologi	45
3.5.2.4.2 <i>Template Matching</i>	45
3.5.2.5 ROC (<i>Receiver Operating Characteristic</i>)	48
3.6 Desain User Interface	50
3.6.1 Desain Form Utama	50
3.6.2 Desain Form Input Citra	51
3.6.2.1 Form Template Maker.....	51
3.6.2.2 Form Main Sistem.....	52
3.6.2.3 Form ROC.....	53

BAB IV IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Sistem	54
4.1.1 Form Utama	54
4.1.2 Create Template	55
4.1.3 Form Segmentasi.....	56
4.1.4 Form Accuracy Precentage	57
4.2 Deskripsi Program.....	58
4.2.1 Create Template	58
4.2.1.1 Opening Citra	59
4.2.1.2 Preprocessing	59
4.2.2 Pencocokan Template	60
4.2.2.1 Inputing Citra	60
4.2.2.2 Preprocessing Image	61
4.2.2.3 Segmentasi	62
4.2.3 ROC	66
4.3 Uji Coba	67
4.4 Deteksi Jantung Dalam Sudut Pandang Islam	73

4.5 Manfaat Program Ditinjau dari Sudut Pandang Islam	75
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN.....	83



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Citra Grayscale	12
Gambar 2.2 Histogram Citra Asli dan Hasil Histeq	13
Gambar 2.3 Citra Binerisasi	14
Gambar 2.4 Citra awal biner dan setelah erosi	15
Gambar 2.5 Citra sebelum dan setelah dilasi	16
Gambar 2.6 Citra sebelum dan sesudah opening	16
Gambar 2.7 Proses closing	17
Gambar 2.8 Proses thinning	18
Gambar 2.9 Ilustrasi template matching	21
Gambar 2.10 Jantung manusia	28
Gambar 3.1 Citra template awal dan citra template hasil	35
Gambar 3.2 Block Diagram Sistem	37
Gambar 3.3 Citra latih dan citra uji	42
Gambar 3.4 Diagram alir proses preprocessing	43
Gambar 3.5 Kriteria ROC	49
Gambar 3.6 Desain form awal	51
Gambar 3.7 Desain form pembuat template	52
Gambar 3.8 Desain form main sistem	52
Gambar 3.10 Form ROC	53
Gambar 4.1 Form utama	55
Gambar 4.2 Form Segmentasi	57
Gambar 4.3 Form ROC	58
Gambar 4.4 Citra uji x-ray thorax	68
Gambar 5.1 Citra uji dan citra hasil	79

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel kontingensi ROC.....	48
Tabel 4.1 Hasil uji coba data yang dilatih.....	70
Tabel 4.2 Hasil uji coba data yang tidak dilatih.....	71



ABSTRAK

Arief, Zulfany. 2014. **Segmentasi Objek Jantung Pada Citra X-Ray Thorax Menggunakan Metode *Template Matching***. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
Pembimbing: (I) Dr. M Amin Hariyadi, M. T. (II) Dr. H. Munirul Abidin, M. Ag.

Kata Kunci: *Segmentasi, X-Ray Thorax, Contrast, Erosi, Template Matching*

Segmentasi citra merupakan salah satu tahapan dalam pengolahan citra yang penting, terutama dalam dunia medis. Apabila seorang dokter atau ahli radiologi salah dalam melakukan proses pembacaan citra maka akan berpengaruh terhadap diagnosa suatu penyakit. Dalam penelitian ini objek berupa jantung yang akan dicari letaknya dalam sebuah ruang berupa citra *x-ray thorax* dalam posisi PA (*posteroanterior*) yang merupakan citra digital berukuran 256x256 berformat jpeg. *Preprocessing* (proses awal) dalam penelitian ini dengan menambahkan *contrast* dari citra dan di lanjutkan pengubahannya ke bentuk biner. Untuk mengurangi nilai noise pixel atau pixel yang tak terkoneksi dalam citra biner tersebut, maka dalam penelitian ini menambahkan operasi erosi sebagai fungsi morfologinya. Dalam proses pendeteksian objek tersebut, penelitian ini menggunakan metode *template matching* dengan mencocokkan nilai rata-rata dari masing-masing citra, dan selanjutnya penentuan letak objek jantung. Dari hasil ujicoba yang dilakukan menggunakan 60 citra, yang mana 20 citra uji, 20 citra latih, dan 20 citra yang tidak dilatih, sehingga mendapatkan nilai *accuracy* terbesar 95.81%, nilai *specificity* terbesar 99.4%, dan nilai *sensitivity* terbesar 70.29%.

ABSTRACT

Arief, Zulfany. 2014. **Heart Object Segmentation On X-Ray Image Thorax Using Template Matching Method**. Theses. Informatic Engineering Programme Faculty of Science and Technology The State of Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang.
Supervisor: (I) Dr. M. Amin Hariyadi, M.T. (II) Dr. H. Munirul Abidin, M. Ag

Keywords: *Object Detection, X-Ray Thorax, Contrast, Erosion, Template Matching*

Image segmentation is an important technology for image processing, especially in the medical world. If a doctor or radiologist doing wrong in the process of reading the image it will affect the diagnosis of a disease. In this research, the object is a shape of heart which will be search the position of heart from an area called *x-ray image thorax PA (posteroanterior)*, which is a digital image with size 256x256 pixel in jpg format. *Preprocessing* (first process) in this research by adding contrast process from an image and continued by change this image in binary model. To reduce the value of noise pixel or not-connected pixel in this binary image, then will do an erosion operation as a morphology function. The object detection process in this research is using template matching method by get a mean value of every each image then get a location of heart object for further. The result from trial use 60 image, which 20 are test image, 20 train image, and 20 are not trained image. And get the biggest value of accuracy by 95.81%, the biggest specificity is 99.4%, and the biggest sensitivity value is 70.29%.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam dunia medis terdapat istilah sistem kardiovaskuler, sistem ini merupakan salah satu sistem utama yang ada pada organisme. Sistem kardiovaskuler berfungsi untuk mempertahankan kualitas dan kuantitas cairan yang ada di dalam tubuh agar tetap homeostatis. Organ-organ penyusun sistem kardiovaskuler terdiri atas jantung sebagai alat pompa utama, pembuluh darah, serta darah.

Sistem kardiovaskuler yang sehat ditandai dengan proses sirkulasi yang normal, apabila sirkulasi terhambat akibat keabnormalan dari organ-organ penyusun sistem kardiovaskuler ini maka akan dapat menimbulkan berbagai penyakit bahkan bisa mematikan. Dan pada penelitian ini akan dibahas tentang jantung, mengingat jantung merupakan inti dari sistem kardiovaskuler dan juga inti dari objek yang diteliti.

Jantung merupakan organ vital dalam tubuh manusia. Karena seperti yang kita ketahui bahwa organ ini berfungsi memompa darah keseluruh tubuh. Penyakit jantung merupakan penyakit yang sangat perlu diperhatikan, karena penyakit tersebut merupakan salah satu penyakit yang mematikan. Di seluruh dunia, jumlah penderita penyakit ini terus bertambah. Di negara maju terutama di Amerika, penyakit jantung adalah penyebab kematian nomor satu dimana serangan jantung

dialami lebih dari 1,5 juta penduduk disana, begitu pula di Indonesia penyakit jantung menempati urutan pertama sebagai penyebab kematian.

Kematian merupakan takdir dari setiap manusia, yang pasti akan terjadi, namun manusia tidak dapat mengetahui kapan kematian itu akan terjadi. Allah tidak akan memberikan penangguhan kepada seseorang jika telah datang waktu kematiannya, sebagaimana yang dijelaskan dalam Al-Qur'an Surat Al-Munafiqun Ayat 11, yaitu :

وَلَنْ يُؤَخِّرَ اللَّهُ نَفْسًا إِذَا جَاءَ أَجَلُهَا وَاللَّهُ خَبِيرٌ بِمَا تَعْمَلُونَ

Artinya :

Dan Allah sekali-kali tidak akan menangguhkan (kematian) seseorang apabila telah datang waktu kematiannya. dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan.

Penyakit jantung adalah sebuah kondisi yang menyebabkan jantung tidak dapat mengerjakan tugasnya dengan baik. Dalam hal ini misalnya adalah pembekakan jantung. Pada kajiannya di berbagai artikel, hal itu disebabkan oleh jarang olahraga, kelainan jantung sejak lahir, otot jantung lemah, tekanan darah tinggi, kerusakan katup jantung. Dari kelima penyebab jantung bengkak, empat di antaranya disebabkan karena penyakit lainnya. Jadi boleh disebut jantung bengkak merupakan penyakit lanjutan dari suatu penyakit. Yang paling ditakutkan tentu saja efek dari terjadinya jantung bengkak seperti terjadinya pembekuan darah dan kesulitan bernafas.

Dalam penelitian ini dibuat sebuah sistem untuk mengetahui bentuk dari jantung dalam sebuah citra *torax* (rongga dada), Metode yang digunakan dalam sistem ini ada metode *Template Matching* (Sistem Temu Kembali), yaitu yang

digunakan untuk mencari bsuatu objek dalam hal ini adalah jantung pada sebuah citra *thorax*, dari database yang telah disiapkan yang biasa disebut *template*.

Sebelumnya terdapat penelitian yang serupa tentang deteksi tepi suatu objek menggunakan metode lain seperti; “*Segmentasi kanker Paru-Paru menggunakan Wavallet Transform*”. Penelitian tersebut menjelaskan bagaimana tingkat ketepatan sebuah *Wavelet Transform* untuk mendeteksi sebuah kanker dalam paru-paru. “*Analisis Deteksi Tepi Untuk Mengidentifikasi Pola Wajah*”. Sedangkan penelitian tersebut menjelaskan tentang bagaimana kinerja *template matching* dalam menentukan pola sebuah wajah dan bentuk wajah menggunakan deteksi tepi prewit, dan sobel.

Dalam banyak artikel menjelaskan bahwa *Template Matching* merupakan salah satu ide yang digunakan untuk menjelaskan bagaimana otak kita mengenali kembali bentuk-bentuk atau pola-pola. *Template* dalam konteks pengenalan pola menunjuk pada konstruk internal yang jika cocok (*match*) dengan stimulus penginderaan mengantar pada rekognisi suatu objek. Atau pengenalan pola terjadi jika terjadi kesesuaian antara stimulus indera dengan bentuk mental internal. Gagasan ini mendukung bahwa sejumlah besar *template* telah tercipta melalui pengalaman hidup kita. Tiap-tiap *template* berhubungan dengan suatu makna tertentu.

Selain itu penelitian ini hanya menggunakan citra *x-ray thorax*, mengingat *rontgen* banyak terdapat pada puskesmas untuk dijadikan rujukan terhadap rumah sakit pusat atau rumah sakit umum dalam pendeteksian objek jantung. Ada juga suatu alat yang langsung terlihat perbedaan antar organ dalam tubuh yaitu

menggunakan CT-Scan. Namun seperti yang dijelaskan tadi CT-Scan cenderung terbatas keberadaannya pada rumah sakit unit dan hanya terdapat pada rumah sakit besar. Mengingat begitu pentingnya untuk berhemat dalam pengeluaran biaya, lalu ditambahkan sebuah surat yang menjelaskan seperti berikut ini;

QS. Al An'aam, Ayat 141

وَهُوَ الَّذِي أَنْشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوشَاتٍ وَغَيْرَ مَعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ
وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أُكْلُهُ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُتَشَابِهًا وَغَيْرَ
مُتَشَابِهٍ كُلُوا مِنْ ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَعَآثُوا حَقَّهُ يَوْمَ حَصَادِهِ
وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ

Artinya;

“dan dialah yang menjadikan kebun-kebum yang berjunjung dan yang tidak berjunjung, pohon kurma, tanam-tanaman yang bermacam-macam buahnya, zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya) dan tidak sama (rasanya). Makanlah dari buahnya (yang bermacam-macam itu) bila di berbuah, dan tunaikanlah haknya di hari memetik hasilnya (dengan disedekahkan kepada fakir miskin), dan janganlah kamu berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang yang berlebih-lebihan”

Dalam sistem ini juga membutuhkan data hasil segmentasi jantung dari sebuah citra *thorax* yang berasal dari para pakar/ahli radiologi, yang nantinya akan dijadikan sebuah *template*. Dalam Al-Quran dikatakan bahwa Allah SWT melarang mengatakan sesuatu atau mengambil keputusan tanpa pengetahuan, bahkan melarang pula mengatakan sesuatu berdasarkan *zan* (dugaan) yang bersumber dari sangkaan dan ilusi, yang tertuang dalam Surat Al-Isra' Ayat 36, yaitu :

وَلَا تَقْفُ مَا لَيْسَ لَكَ بِهِ عِلْمٌ إِنَّ السَّمْعَ وَالْبَصَرَ وَالْفُؤَادَ كُلُّ أُولَٰئِكَ
كَانَ عَنْهُ مَسْئُولًا

Artinya :

Dan janganlah kamu mengikuti apa yang kamu tidak mempunyai pengetahuan tentangnya. Sesungguhnya pendengaran, penglihatan dan hati, semuanya itu akan diminta pertanggung jawaban.

Dengan adanya sistem ini, diharapkan akan sangat membantu sebagai tambahan referensi dalam penentuan suatu objek pada citra *x-ray thorax*. Dan memberi pengetahuan seberapa jauh kinerja dari *template matching* dalam penentuan pola pada pendeteksian objek jantung.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat di rumuskan:

1. Apakah metode *template matching* dapat melakukan segmentasi objek jantung pada citra *x-ray thorax*?
2. Seberapa besar nilai akurasi segmentasi objek jantung pada sebuah citra *thorax* menggunakan metode *Template Matching*?

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk membuktikan bahwa metode *template matching* dapat melakukan segmentasi objek jantung pada citra *x-ray thorax*.

2. Untuk mengukur tingkat nilai akurasi dari sebuah aplikasi segmentasi objek jantung pada citra *thorax* menggunakan *Template Matching*.

1.3.2 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

a. Teoritis :

Sebagai bahan alternatif, referensi, dan tambahan pustaka bagi para peneliti, dalam segmentasi objek jantung menggunakan metode *template matching*.

b. Praktis :

- 1) Dapat dijadikan masukan dalam memahami *Template Matching* dan pemrogramannya.
- 2) Tersedianya alternatif metode segmentasi objek jantung pada citra *x-ray thorax*.

1.4 Batasan Masalah

Agar pembahasan tidak meluas maka perlu diberikan batasan-batasan.

Batasan-batasan dalam penelitian ini adalah:

- a. Pengujian dilakukan dengan menggunakan citra *x-ray thorax* yang diperoleh dari *image sciences institute*, dan tidak membahas tentang jenis-jenis penyakit yang dapat dialami oleh jantung manusia.
- b. Penyebab dari perubahan ukuran jantung manusia itu sendiri tidak di bahas dalam penelitian ini.

- c. Citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra *x-ray thorax* dalam format digital dengan posisi *postero anterior*.

1.5 Sistematika Penulisan

Pembuatan skripsi ini dilakukan dengan pembagian bab sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini menjelaskan tentang analisis dan perancangan sistem, teori dasar *Template Matching*, dan tahapan proses pencarian pola dengan *Template Matching*. Adapun literatur yang digunakan meliputi buku referensi dan dokumentasi *internet*.

BAB III : ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini dijelaskan tinjauan organisasi, tahap perencanaan, desain dan perancangan sistem pendeteksian tepi, mencari pola dengan *Template Matching* dan mencocokkan pola *Template* pada citra *thorax* jantung.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tahapan implementasi dan uji coba dari perancangan sistem serta analisis hasil.

BAB V : PENUTUP

Pada bab ini berisi kesimpulan dari pembahasan dan saran yang bermanfaat untuk pengembangan skripsi ini.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Image Processing

Pengertian sederhana dari *image processing* adalah manipulasi dan analisis suatu informasi gambar oleh komputer. Sedangkan yang dimaksud dengan informasi gambar di sini adalah gambar visual dalam dua dimensi. Segala operasi untuk memperbaiki, menganalisis, atau mengubah suatu gambar disebut *image processing*. (Rinaldi Munir, 2004).

Konsep dasar dari sistem dari *image processing* diambil dari kemampuan indera penglihatan manusia yang selanjutnya dihubungkan dengan kemampuan otak manusia. Dalam sejarahnya, *image processing* telah diaplikasikan dalam berbagai bentuk, dengan tingkat kesuksesan yang cukup besar. Seperti berbagai cabang ilmu lainnya, *image processing* menyangkut pula berbagai gabungan cabang-cabang ilmu, seperti optik, elektronik, matematika, fotografi, dan teknologi komputer.

Image Processing merupakan suatu bidang tersendiri yang sudah cukup berkembang sejak orang mengerti bahwa komputer tidak hanya menangani data teks, tapi juga data citra. Teknik-teknik pengolahan citra biasanya digunakan untuk melakukan transformasi dari satu citra ke citra yang lain, sementara tugas perbaikan informasi terletak pada manusia melalui penyusunan algoritma.

Berbagai bidang telah banyak menggunakan aplikasi dari *image processing* baik dibidang komersial, industri, dan medis. Bahkan bidang militer

telah menggunakan perkembangan dunia digital *image processing* ini. Pada umumnya tujuan dari *image processing* adalah melakukan transformasi atau menganalisis suatu gambar sehingga informasi baru tentang gambar dibuat lebih jelas. Ada banyak cara yang dapat diaplikasikan dalam suatu operasi *image processing*.

Bidang ini meliputi penajaman citra, penonjolan fitur tertentu dari suatu citra, kompresi citra dan koreksi citra yang tidak focus atau kabur. Citra sendiri diartikan sebagai kumpulan piksel-piksel yang disusun dalam larik dua dimensi.

2.1.1 Citra Digital dan Citra X-ray Thorax

Citra digital merupakan citra yang dihasilkan dari pengolahan dengan menggunakan komputer, dengan cara mempresentasikan citra secara numeric dengan nilai-nilai diskrit. Pada umumnya citra digital berbentuk empat persegi panjang, dan dimensi ukurannya dinyatakan dalam tinggi kali lebar atau panjang kali lebar. (Firman Kurnia Pratama, Elib Unikom).

Rontgen adalah jumlah radiasi yang dibutuhkan untuk menghantarkan muatan positif dan negative dari 1 satuan elektrostatik muatan listrik dalam 1 cm^3 udara pada suhu dan tekanan standar. Ini setara dengan upaya untuk menghasilkan 2.08×10^9 pasang ion. *Rontgen* dinamai sesuai dengan nama fisikawan Jerman *Wilhelm Rontgen*. Kualitas citra yang didapat dari alat x-ray sangat bergantung pada tegangan tinggi (kV), arus tabung (mA), dan waktu paparan (s). (Annisa Alkhusna, 2011). Gambar 2.1. Merupakan citra *x-ray thorax*.

2.1.2 Perbaikan Kualitas Citra

Perbaikan kualitas citra dilakukan untuk memperoleh keindahan citra yang akan digunakan untuk kepentingan analisis citra. Dalam sistem ini menggunakan perbaikan kualitas citra seperti *grayscale*, *contrast* dan dilanjutkan ke bentuk citra biner.

2.1.2.1 Grayscale

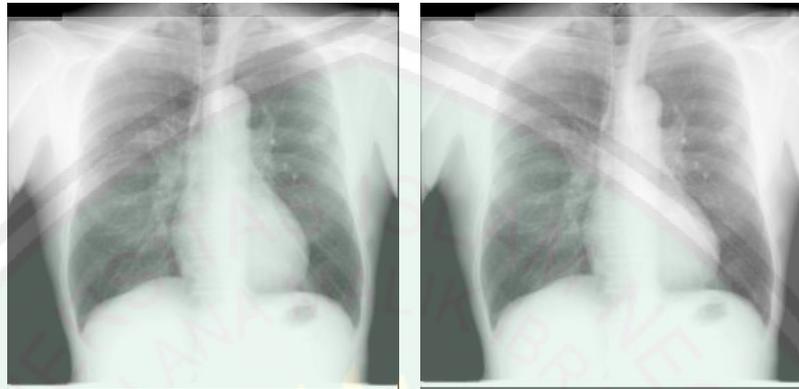
Kecerahan dari citra yang disimpan dengan cara pemberian nomor pada tiap pixelnya. Semakin tinggi nomor pixelnya makin terang (putih) pixel tersebut. Sedangkan semakin kecil nilai suatu pixel, mengakibatkan warna pada pixel tersebut menjadi gelap. Dalam sistem kecerahan yang umum terdapat 256 tingkat untuk setiap pixel. Skala kecerahan seperti itu dikenal sebagai *grayscale*.
(M. Aditya Rahman, Ir. Sigit Wasista, M.kom. PENS-ITS).

Citra *Grayscale* adalah sebuah citra dimana nilai dari setiap pixel adalah sebuah sampel tunggal. Citra jenis ini, juga dikenal sebagai citra hitam putih, dibentuk secara eksklusif dari derajat keabuan, pixel yang terbentuk pada citra memiliki variasi dari hitam pada intensitas terendah ke putih pada intensitas tertinggi. Perbedaan intensitas bergantung pada besar bit yang digunakan. Untuk mendapatkan citra *grayscale* digunakan persamaan;

$$I(x,y) = \alpha.R + \beta.G + \gamma.B \quad (1)$$

Dimana $I(x,y)$ adalah level keabuan pada suatu koordinat yang diperoleh dengan mengatur komposisi warna R (merah), G (hijau), B (biru) yang ditunjukkan oleh nilai parameter α , β dan γ . Secara umum nilai α , β dan γ adalah

0.33. Nilai yang lain juga dapat diberikan untuk ketiga parameter tersebut asalkan total keseluruhan nilainya adalah 1.



Gambar 2.1. Citra Grayscale.

2.1.2.2 Contrast

Adalah proses untuk mendapatkan citra baru dengan kontras yang lebih baik daripada kontras dari citra aslinya. Citra yang memiliki kontras yang rendah dapat terjadi karena kurangnya pencahayaan, atau kurangnya bidang dinamika dari sensor citra.

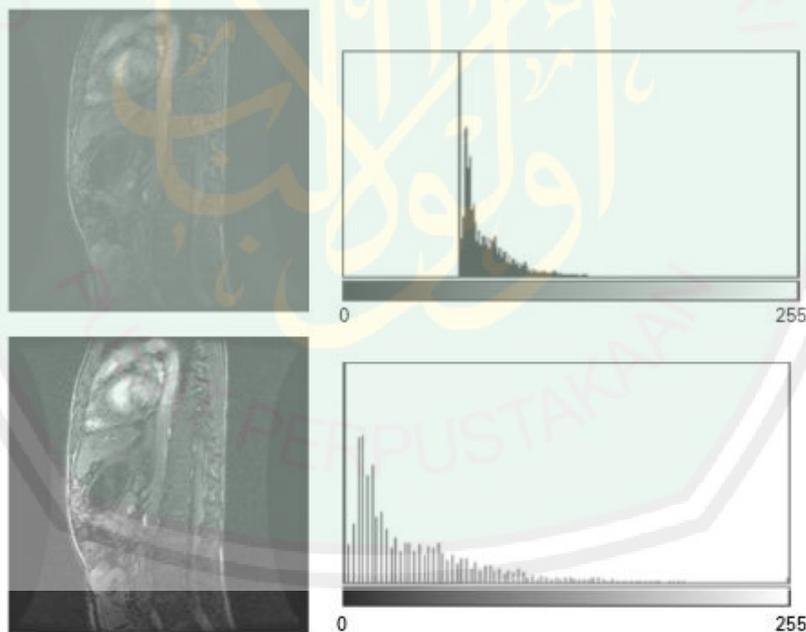
Pada proses contrast ini digunakan metode ekualisasi histogram. Ide dasar dari perengangan kontras adalah meningkatkan bidang dinamika dari derajat keabuan di dalam citra yang akan diproses. Proses perengangan kontras termasuk proses perbaikan yang bersifat pengolahan titik, yaitu artinya proses ini hanya tergantung dari nilai intensitas derajat keabuan suatu pixel, tidak tergantung pixel lain yang ada di sekitarnya (*Rinaldi Munir, 2004*).

Peregangan kontras dilakukan dengan cara memperbesar jangkauan histogram pada citra. Dengan begitu perbedaan warna dan intensitas pada citra

dapat terlihat lebih jelas.

Alasan menggunakan metode ekualisasi histogram;

- a. Citra yang memiliki kontras rendah cenderung sulit untuk diamati dan dianalisis dengan baik oleh mata manusia. Proses peregangan kontras dapat digunakan untuk melakukan perbaikan citra yang memiliki kontras yang rendah, sehingga memiliki kontras yang lebih baik. (Nugroho S : 2005).
- b. Peregangan Contrast merupakan metode paling sederhana untuk memperluas jangkauan dinamis dari histogram, sehingga menghasilkan citra yang lebih baik (Doughtry G., 2009,p137).



Gambar 2.2. Histogram citra asli dan hasil Histeq.

(<http://thesis.binus.ac.id/doc/Bab3/2010-1-00272-if%20bab%203.pdf>)

2.1.2.3 Binerisasi

Citra biner (binary image) adalah citra yang hanya mempunyai dua nilai derajat keabuan yaitu hitam dan putih, 0 dan 1 dimana 0 menyatakan warna latar belakang (background) dan 1 menyatakan warna tinta atau objek atau dalam bentuk angka 0 untuk hitam dan angka 1 untuk warna putih. (Fahmi:2007). Meskipun saat ini citra berwarna lebih disukai karena memberi kesan yang lebih kaya dari pada citra biner, namun tidak membuat citra biner mati. Pada beberapa aplikasi citra biner masih tetap dibutuhkan, misalnya pada proses analisis citra medis ini yang menggunakan gambar *x-ray*.

Dalam proses binerisasi ini menggunakan langkah pencarian ambang batas pada suatu citra input, dan selanjutnya menjadikan nilai ambang batas tersebut untuk menjadi parameter dalam proses binerisasi.



Gambar 2.3. Citra Binerisasi.

2.1.3 Morfologi

Operasi morfologi adalah teknik pengolahan citra yang didasarkan pada bentuk segmen atau region di dalam citra. Karena proses morfologi difokuskan

pada pengolahan bentuk objek, maka operasi morfologi biasanya diterapkan pada citra biner. (*Elias Dianta Ginting:2007*).

Dalam sistem ini tidak semua operasi morfologi digunakan. Dan yang digunakan adalah operasi erosi, namun tidak ada salahnya untuk mengetahui jenis jenis operator morfologi. Berikut penjelasannya;

2.1.3.1 Erosi

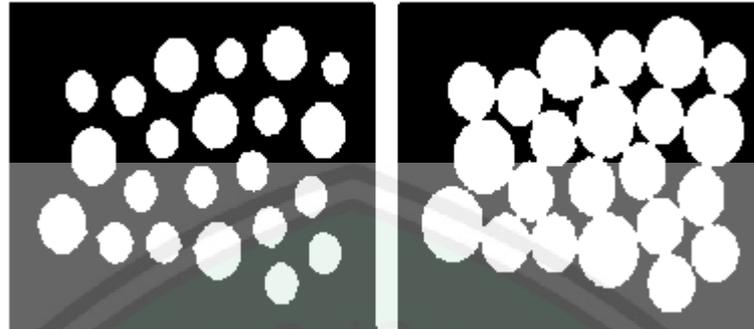
Erosi adalah satu dari dua operasi mendasar dalam pemrosesan citra secara morfologi. Erosi adalah sebuah operasi morfologi yang bekerja dengan prinsip meningkatkan ukuran dari latar belakang dan mengikis objek pada citra biner.



Gambar 2.4. Citra awal biner dan setelah erosi

2.1.3.2 Dilasi

Dilasi adalah operasi yang paling mendasar dalam morfologi matematika selain erosi. Pada citra biner, dilasi adalah sebuah operasi morfologi yang bekerja dengan prinsip meningkatkan ukuran dari objek latar depan dan mengikis latar belakang.

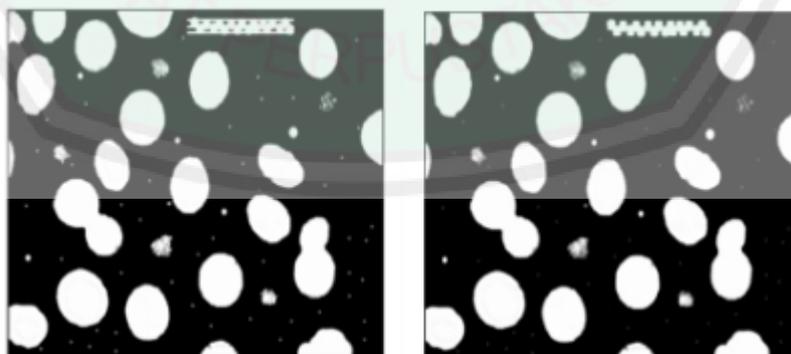


Gambar 2.5. Citra sebelum dan setelah dilasi.

(<http://thesis.binus.ac.id/doc/Bab3/2010-1-00272-if%20bab%203.pdf>)

2.1.3.3 Opening

Opening didefinisikan sebagai proses erosi yang diikuti oleh proses dilasi dengan menggunakan elemen terstruktur yang sama untuk kedua operasi. Proses erosi menghilangkan piksel latar depan dari tepi daerah piksel latar depan tersebut, kemudian proses dilasi mengembalikan ukuran dari piksel yang tersisa ke ukuran semula. Pada umumnya, opening digunakan untuk mengeliminasi noise yang terlihat sebagai latar depan.

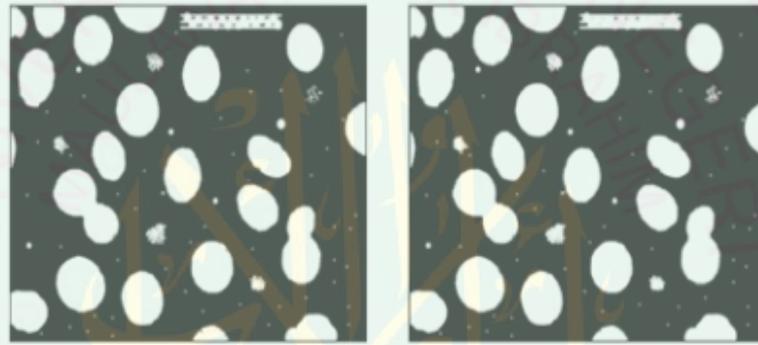


Gambar 2.6. Citra sebelum dan setelah Opening

(<http://thesis.binus.ac.id/doc/Bab3/2010-1-00272-if%20bab%203.pdf>)

2.1.3.4 Closing

Closing didefinisikan sebagai proses yang diikuti oleh proses erosi dengan menggunakan elemen terstruktur yang sama untuk kedua operasi. Proses closing berfungsi untuk menghaluskan kontur dari objek latar depan. Operator ini menghubungkan celah sempit dan mengeliminasi lubang-lubang kecil yang ada pada objek.

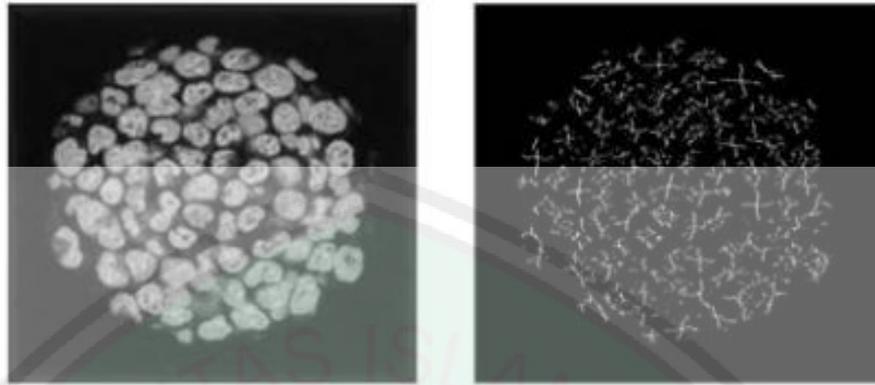


Gambar 2.7. Proses Closing.

(<http://thesis.binus.ac.id/doc/Bab3/2010-1-00272-if%20bab%203.pdf>)

2.1.3.5 Thining

Thining adalah operasi morfologi yang melakukan erosi pada piksel latar depan dari batas tepi pada citra biner dan tetap menjaga titik akhir garis ruas objek.



Gambar 2.8. Proses thinning.

(<http://thesis.binus.ac.id/doc/Bab3/2010-1-00272-if%20bab%203.pdf>)

2.2 Template Matching

Template Matching adalah sebuah teknik dalam pengolahan citra digital untuk menemukan bagian-bagian kecil dari gambar yang cocok dengan template gambar. *Template Matching* merupakan salah satu ide yang digunakan untuk menjelaskan bagaimana otak mengenali kembali bentuk-bentuk atau pola-pola. *Template* dalam konteks rekognisi pola menunjuk pada konstruk internal yang jika cocok (*match*) dengan stimulus penginderaan mengantar pada rekognisi suatu objek. Atau pengenalan pola terjadi jika terjadi kesesuaian antara stimulus indera dengan bentuk mental internal. (Bowo Leksono:2011).

Template Matching dapat dibagi antara dua pendekatan, yaitu : pendekatan berbasis fitur dan pendekatan berbasis template. Pendekatan berbasis fitur menggunakan fitur pencarian dan template gambar seperti tepi atau sudut, sebagai pembanding pengukuran matrik untuk menemukan lokasi *template matching* yang terbagus di sumber gambar.

2.2.1 Pendekatan Berbasis Fitur

Pendekatan dapat membuktikan lebih berguna, jika template gambar memiliki fitur yang kuat jika pencocokan di pencarian gambar bisa diubah dengan cara tertentu. Karena pendekatan ini tidak mempertimbangkan keseluruhan dari template gambar, komputasi dapat lebih efisien ketika bekerja dengan sumber gambar beresolusi lebih besar, sebagai pendekatan alternatif, berbasis template, mungkin memerlukan pencarian titik – titik yang berpotensi untuk menentukan lokasi pencocokan yang terbaik. (Elean, 2010).

2.2.2 Pendekatan Berbasis Template

Untuk template tanpa fitur yang kuat, atau ketika sebagian besar template gambar merupakan gambar yang cocok, sebuah pendekatan berbasis template mungkin efektif. Seperti yang telah disebutkan, karena berbasis template, template matching berpotensi memerlukan sampling dari sejumlah besar poin, untuk mengurangi jumlah sampling poin dengan mengurangi resolusi pencarian dan template gambar oleh faktor yang sama dan melakukan operasi pada perampingan gambar yang dihasilkan (multiresolusi, atau piramida, pengolahan citra), menyediakan pencarian titik data dalam pencarian gambar sehingga template tidak harus mempunyai pencarian titik data, atau kombinasi keduanya. (Elean, 2010).

2.2.3 Pencocokan Berbasis Template

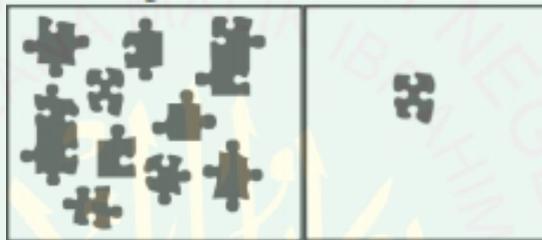
Sebuah metode dasar *template matching* menggunakan konvolusi bayangan (*template*), disesuaikan dengan fitur tertentu dari *template matching*,

yang ingin di deteksi. Teknik ini dapat dengan mudah dilakukan pada gambar abu-abu atau tepi gambar. Hasil konvolusi akan di tempat tertinggi di mana struktur gambar sesuai dengan struktur bayangan, di mana nilai-nilai gambar besar dapat dikalikan dengan nilai-nilai bayangan besar. Metode ini biasanya diwujudkan dengan memilih terlebih dahulu sebuah bagian dari pencarian gambar untuk digunakan sebagai *template*. Dengan memanggil pencarian gambar $S(x, y)$, dimana (x, y) mewakili koordinat setiap pixel dalam pencarian gambar. Kemudian memanggil *template* $T(x_t, y_t)$, dimana (x_t, y_t) merupakan koordinat dari setiap pixel dalam *template*. Lalu dilanjutkan dengan memindahkan pusat (atau asal) dari *template* $T(x_t, y_t)$ atas setiap titik (x, y) dalam pencarian gambar dan menghitung jumlah produk antara koefisien dalam $S(x, y)$ dan $T(x_t, y_t)$ atas seluruh wilayah dari *template*. Karena semua kemungkinan posisi dari *template* yang berkenaan dengan pencarian gambar dianggap posisi terbaik. Metode ini kadang-kadang disebut sebagai 'Linear Spasial Filtering' dan *template* disebut masker penyaring. (Elean, 2010).

2.2.4 Konsep Template Matching

Algoritma *Template Matching* bekerja dengan cara mengevaluasi pola citra yang akan dibandingkan dengan pola citra *template* pada basis data. Kelemahan algoritma ini adalah terbatasnya model yang akan dijadikan *template* sebagai pembanding pada basis data seperti bentuk, ukuran, dan orientasi. (R.S. Bahri, Irfan Maliki, 2012).

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 : R. S. Bahri, Irfan Maliki, 2012).

Gambar tersebut 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*.

Tingkat kesesuaian antara citra masukan dan citra *template* bisa dihitung berdasarkan nilai *similarity*. Dengan menggunakan persamaan *Euclidean distance*;

$$D_i = \sum_{j=0}^{N-1} (x_j - z_{i,j})^2 \quad (2)$$

Dimana, D_i adalah jarak terhadap tekstur i yang terkecil pada database, x_j

adalah tekstur yang diklasifikasikan, x_2 adalah tekstur yang terdapat pada database. Euclidean itu sendiri merupakan metode statistika yang digunakan untuk mencari data antara parameter data referensi atau database dengan parameter data baru atau data uji.

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 ROC

ROC (*Receiver Operating Characteristics*) merupakan suatu pengukuran dalam uji diagnostik, dalam dunia medis pengukuran tersebut digunakan untuk evaluasi tes medis, misalkan untuk membandingkan suatu alat baru dengan standar alat medis yang sudah baku. Suatu aplikasi segmentasi harus memiliki akurasi yang cukup, untuk memenuhi persyaratan tersebut, peneliti menggunakan metode pengukuran ROC yaitu menghitung nilai akurasi, sensitifitas, dan spesifitas pada citra hasil segmentasi dengan membandingkan hasil segmentasi

citra ujicoba pada citra asli. (A. Mardiyah, A. Harjoko: 2011).

$$\text{Akurasi} = (\text{TP} + \text{TN}) / (\text{TP} + \text{TN} + \text{FP} + \text{FN}) \quad (3)$$

$$\text{Sensitifitas} = \text{TP} / (\text{TP} + \text{FN}) \quad (4)$$

$$\text{Spesifitas} = \text{TN} / (\text{TN} + \text{FN}) \quad (5)$$

Dimana TP adalah true positif (nilai kebenaran antara hasil gambar ujicoba dengan jantung), TN adalah true negatif (nilai kebenaran antara hasil gambar ujicoba dengan background), FP adalah false positif (nilai ketidaktepatan antara hasil gambar ujicoba dengan jantung), dan FN adalah false positif (nilai ketidaktepatan antara hasil gambar ujicoba dengan background). Yang dihitung berdasarkan jumlah pixel yang dilingkupi.

2.4 Jantung

Jantung (bahasa Latin, *cor*) adalah sebuah rongga, rongga organ berotot yang memompa darah lewat pembuluh darah oleh kontraksi berirama yang berulang. Istilah *kardiak* berarti berhubungan dengan jantung, dari kata Yunanicardia untuk jantung. Jantung adalah salah satu organ manusia yang berperan dalam sistem peredaran darah.

Ukuran jantung manusia kurang lebih sebesar kepalan tangan anak kecil. Jantung adalah satu otot tunggal yang terdiri dari lapisan endothelium. Jantung terletak di dalam rongga thoracic, di balik tulang dada/sternum. Struktur jantung berbelok ke bawah dan sedikit ke arah kiri. Sebagai mana dalam Al-Qur'an dijelaskan;

Qs. Al Hajj ayat 46

أَفَلَمْ يَسِيرُوا فِي الْأَرْضِ فَتَكُونُوا لَهُمْ قُلُوبٌ يَعْقِلُونَ
بِهَا أَوْ آذَانٌ يَسْمَعُونَ بِهَا فَإِنَّهَا لَا تَعْمَى الْأَبْصَارُ
وَلَكِن تَعْمَى الْقُلُوبُ الَّتِي فِي الصُّدُورِ

Artinya:

“maka apakah mereka tidak berjalan dimuka bumi, lalu mereka mempunyai hati yang dengan itu mereka dapat memahami atau mempunyai telinga yang dengan itu mereka dapat mendengar? Karena sesungguhnya bukanlah mata itu yang buta, tetapi yang buta adalah hati yang ada di dalam dada”.

Jantung hampir sepenuhnya diselubungi oleh paru-paru, namun tertutup oleh selaput ganda yang bernama perikardium, yang tertempel pada diafragma. Lapisan pertama menempel sangat erat kepada jantung, sedangkan lapisan luarnya lebih longgar dan berair, untuk menghindari gesekan antar organ dalam tubuh yang terjadi karena gerakan memompa konstan jantung.

Jantung dijaga di tempatnya oleh pembuluh-pembuluh darah yang meliputi daerah jantung yang merata/datar, seperti di dasar dan di samping. Dua garis pembelah (terbentuk dari otot) pada lapisan luar jantung menunjukkan di mana dinding pemisah di antara sebelah kiri dan kanan serambi (atrium) dan bilik (ventrikel).

Dalam padangan Al-Qur'an, jantung adalah sebuah kantung berdenyut yang tidak pernah berhenti bekerja meskipun saan manusia tertidur. Rahasia kerja

jantung ini menunjukkan betapa sempurna dan lengkapnya daya seni Allah dalam penciptaan-Nya.

QS. Al-An'aam ayat 102:

ذَٰلِكُمْ ٱللَّهُ رَبُّكُمْ ۖ لَا إِلَٰهَ إِلَّا هُوَ ۖ خَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَٱعْبُدُوهُ ۚ وَهُوَ عَلَىٰ
كُلِّ شَيْءٍ وَكِيْلٌ

Artinya;

“(Yang memiliki sifat-sifat) demikian itu adalah Allah Tuhan kamu. Tidak ada Tuhan selain Dia. Pencipta segala sesuatu, maka sembahlah Dia. Dan Dia adalah Pemelihara segala sesuatu,”.

Rata-rata sepanjang hidupnya, jantung manusia berdetak 3 milyar kali tanpa henti. Jantung tetap bekerja dengan menurunkan denyutan 10 – 30 denyutan/menit ketika tidur. Hal ini menghasilkan penurunan tekanan dara, yang terjadi dalam tidur nyenyak.

Jantung berdenyut dengan kecepatan yang berbeda-beda, tergantung pada aktivitas yang sedang dilakukan. Ketika aktivitas dalam keadaan aktif, otot-otot membutuhkan energy dan oksigen yang lebih banyak, maka jantung berdenyut lebih cepat, ± 120 kali/menit. Dan saat istirahat, jantung kembali melambat berdenyut 60-80 kali/menit. Otot ini disebut otot jantung (*miokardia*) yang tidak pernah lelah berkonsentrasi sekali atau lebih dalam setiap detik. Saat berada dalam tahap perkembangan *embrio*, manusia sebenarnya memiliki dua jantung. Namun seiring perkembangan *embrio*, dua jantung ini menjadi satu dengan empat buah bilik. Ini menunjukkan walaupun tubuh manusia memiliki dua paru-paru

namun manusia hanya perlu satu jantung yang bertugas tanpa henti memompa darah keseluruh tubuh.

Berat jantung kurang lebih 312 gram, mampu berdenyut sekitar 60-80 kali/menit dan berdenyut selama setahun sekitar 40 juta kali denyutan. Apabila digunakan sebagai alat penggerak, jantung mampu mengangkat beban yang berukuran 2 kati (1 kati = 448,28 gr) setinggi kaki dengan kerja kerasnya dalam satu denyutan. Kadar darah yang didorong oleh jantung orang dewasa yang sehat ketika berfungsi dengan kuat mencapai sekitar 20 liter/menit.

Sementara perjalanan darah melalui jantung memerlukan waktu 1,5 detik, sedangkan dari jantung ke paru-paru kemudian kembali lagi ke jantung (peredaran darah kecil) memerlukan waktu 6 detik. Jantung mengeluarkan 8000 liter darah/hari, termasuk jumlah darah yang beredar memanjang \pm 150 km melalui setiap jaringan tubuh, dan mentrasfer darah yang mengandung sari makanan dan oksigen. Pasokan oksigen penting bagi organ vital sistem transportasi, lima menit saja tidak mendapat oksigen maka otak akan mengalami kerusakan.

Jantung berfungsi sebagai raja yang membawahi seluruh anggota tubuh, merupakan sumber nyawa kehidupan dan panas tubuh. Jantung adalah sumber munculnya pemikiran, pengetahuan, kelembutan, kebaranian, kemuliaan, kesabaran, kekuatan menahan diri, rasa cinta, keinginan, kerealaan, kemurkaan dan sifat-sifat lainnya. Seluruh anggota tubuh, baik yang nampak maupun yang tidak nampak merupakan tentara bagi jantung.

Surat Qaff ayat 16 :

وَلَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ وَنَعْلَمُ مَا تُوَسْوِسُ بِهِ نَفْسُهُ وَنَحْنُ أَقْرَبُ
إِلَيْهِ مِنْ حَبْلِ الْوَرِيدِ

Artinya:

“Dan sesungguhnya Kami telah menciptakan manusia dan mengetahui apa yang dibisikkan oleh hatinya, dan Kami lebih dekat kepadanya dari pada urat lehernya,”

Ayat tersebut menunjukkan relasi antara Allah SWT dengan hamba-Nya, sekaligus mengisyaratkan pentingnya pembuluh dara di leher dan hubungannya dengan jantung.

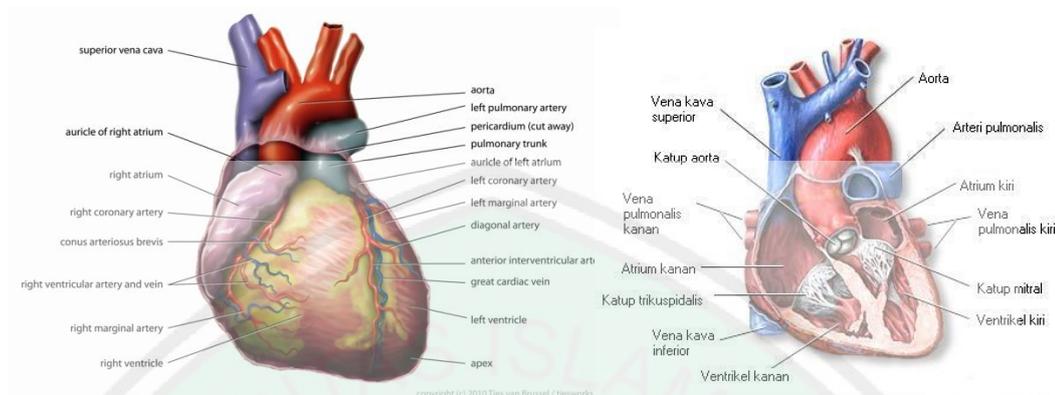
Setiap apa yang dilihat oleh mata akan langsung dikirimkan ke jantung. Karena keterikatan yang dalam antara mata dan jantung, apabila ada sesuatu di dalam jantung, maka bias tampak di mata. Mata merupakan cermin dari jantung yang menterjemahkan apa yang terjadi di dalam hati, sebagaimana lisan merupakan penterjemah dari apa yang didengar oleh hati. Karena itu banyak didapati dalam Al-Qur'an tiga hal tersebut digabung menjadi satu.

Qs. Al-Israa ayat 36

وَلَا تَقْفُ مَا لَيْسَ لَكَ بِهِ عِلْمٌ إِنَّ السَّمْعَ وَالْبَصَرَ وَالْفُؤَادَ كُلُّ أُولَئِكَ
كَانَ عَنْهُ مَسْئُولًا

Artinya:

“dan janganlah kamu mengikuti yang kamu tidak mempunyai pengetahuan tentangnya. Sesungguhnya pendengaran, penglihatan dan hati, semua itu akan diminta pertanggung jawabannya”



Gambar 2.10 Jantung Manusia

2.5 Penerapan Template Matching serta Penelitian Terkait

Pada penerapannya, metode ini sering digunakan dalam bidang OCR (*Optical Character Recognition*) yang mana untuk menterjemahkan karakter pada citra digital menjadi format teks.

Meskipun sering digunakan dalam bidang OCR, tingkat keakurasian pengenalan cenderung kecil. Hal ini terjadi karena terbatasnya template yang disimpan dalam basis data sedangkan model template yang semakin bertambah.

Selain OCR, template matching juga dapat digunakan dalam penentuan objek lainnya seperti deteksi sidik jari, deteksi isyarat pada mobile robot dan lain sebagainya dalam hal temu citra kembali. Berikut penjelasannya;

a. Deteksi Sidik Jari

Pada deteksi sidik jari, dilakukan pendekatan pembagian arah partisi citra sidik jari dengan menggunakan template. Pada tahap klasifikasi, template tersebut

dicocokkan dengan berkas citra sidik jari. Pencocokan template dengan sidik jari menghasilkan prosentase kecocokan antara template dan berkas citra sidik jari.

Penelitian tersebut bertujuan untuk mengklasifikasikan bentuk-bentuk dari sidik jari kedalam beberapa kategori. Yang dimaksudkan dengan bentuk pada penelitian Deteksi Sidik Jari ini adalah guratan-guratan. Adapun kategori sidik jari yaitu *whorl*, *arc*, dan *loop*. (Bowo Leksono, A. Hidayanto, R. Rizal I. 'Aplikasi Metode Template Matching untuk Klasifikasi Sidik Jari', 2011).

b. Pengendalian Mobile Robot Menggunakan Isyarat Tangan

Sedangkan dalam pengendalian robot, template matching berfungsi sebagai input isyarat tangan yang akan dilakukan oleh robot tersebut. Input isyarat tangan diambil dari kamera webcam yang kemudian diproses menggunakan template matching untuk proses pengenalan isyarat. Misalnya telunjuk akan berisik maju, telunjuk dan jari tengah untuk perintah mundur. (Daniel Richard Andriessen, Harianto, Madha Christian Wibowo. "Pengendalian Mobile Robot Berbasis Webcam Menggunakan Perintah Isyarat Tangan").

c. Pengenalan Wajah untuk Absensi

Penelitian tersebut dibuat untuk digunakan dalam sebuah absensi, sebagai alternatif pemasukan username dan password. Sistem ini terdiri dari perangkat lunak dengan sebuah webcam sebagai input untuk menghasilkan citra masukan. Metode yang digunakan untuk identifikasi wajah ini adalah metode template matching dan menggunakan konversi citra RGB menuju tingkat keabuan

(grayscale) yang digunakan untuk proses pengolahan citra serta database sebagai penampung citra hasil pengambilan wajah.

Pertama, admin telah membuat database berupa kumpulan citra template yang mewakili identitas dari pengguna. Dilanjutkan oleh pengguna melakukan pemotretan menggunakan web-cam dan kemudian sistem melakukan pencarian pada database untuk mendapatkan identitas pengguna. (Muhammad Aditya Rahman, Ir. Sigit Wasista, M.kom. "Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Webcam Untuk Absensi Dengan Metode Template Matching". PENS-ITS).



BAB III

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Pada suatu sistem tentu terdapat suatu metode dan desain yang dirancang agar sistem tersebut berjalan dengan sempurna. Pada bab ini akan diuraikan mengenai metode penelitian untuk mendeteksi objek jantung pada citra digital *x-ray thorax*. Dalam metode penelitian ini akan membahas mengenai perancangan perangkat lunak, perangkat keras, deskripsi sistem, desain sistem, desain data sistem, desain proses sistem, dan perancangan antarmuka. Penjabaran dan penjelasannya akan dibahas sebagai berikut ini:

3.1. Perancangan Perangkat Keras

Pada penelitian ini, untuk merancang dan membuat sistem deteksi tepi jantung pada citra digital *x-ray thorax* menggunakan metode *Template Matching* menggunakan perangkat komputer dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Processor Intel® Core (TM) i3-2328M CPU @ 2.20Ghz
2. VGA Intel(R) Graphics Media Accelerator
3. RAM 2 GB
4. Harddisk 500 GB
5. Perangkat output monitor LED 16"

3.2. Perancangan Perangkat Lunak

Dalam penelitian ini, untuk merancang dan membuat sistem deteksi tepi jantung pada citra digital *x-ray thorax* menggunakan metode *Template Matching* menggunakan beberapa perangkat lunak yaitu:

1. Sistem Operasi Windows 7 Ultimate

Sistem operasi windows 7 digunakan sebagai susunan arahan yang dapat difahami oleh komputer. Dibuat untuk mengarahkan komputer melaksanakan, mengawal, menjadwalkan, dan menyelaraskan sesuatu operasi computer dan membantu pemrosesan suatu program.

2. Matlab 2008b

Matlab adalah suatu bahasa pemrograman tingkat tinggi yang diperuntukkan untuk komputasi teknis. Matlab mengintegrasikan aspek komputasi, visualisasi dan pemrograman dalam suatu lingkungan yang mudah dilakukan.

Matlab merupakan sebuah lingkungan komputasi numerical dan bahasa pemrograman komputer yang memungkinkan manipulasi matriks, implementasi algoritma, pembuatan antarmuka pengguna dan pengantarmukaan program dengan bahasa lainnya. Matlab ini digunakan sebagai tool dalam melakukan pemrograman dan pembangunan sistem ini.

3. Microsoft Office 2007

Microsoft office adalah sebuah paket aplikasi yang digunakan untuk pembuatan dan penyimpanan dokumen yang berjalan di bawah sistem operasi windows dan Mac OS X. Microsoft office dalam perancangan sistem ini

digunakan untuk melakukan perancangan dan pembuatan laporan dari penelitian ini.

3.3. Deskripsi Sistem

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat suatu sistem atau aplikasi yang dapat mendeteksi objek berupa jantung pada citra *x-ray thorax* berdasarkan template yang ada pada database. Gambaran secara umum atas sistem ini yaitu pada langkah awal seorang pengguna memasukkan citra digital *x-ray thorax* berupa bentuk jantung yang didapat dari para radiologis untuk selanjutnya dibuat template.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa, citra template ini awalnya adalah sebuah *citra x-ray thorax* yang telah tersegmentasi secara manual, untuk diambil bentuk dari objek jantung itu sendiri. Setelah mendapatkan citra berisikan objek jantung, maka diteruskan dengan preprocessing untuk mendapatkan parameter yang diharapkan. Adapun yang dilakukan adalah dengan mengubah citra template ke bentuk 2 dimensi, mengingat citra template ini masih berdimensi 3 atau RGB, setelah itu pengubahan kebentuk biner atau binerisasi dan ROI. Setelah melakukan proses-proses tersebut kepada masing-masing citra template, maka akan disimpan dalam sebuah database citra latih.

Dalam perjalanan menuju proses utamanya, yang perlu dilakukan sebelumnya adalah pengguna diharuskan untuk memasukkan data citra uji berupa citra *x-ray thorax* yang akan di deteksi oleh sistem. Namun agar citra uji dan citra latih dapat dicari nilai kemiripannya, maka citra uji perlu diberlakukan

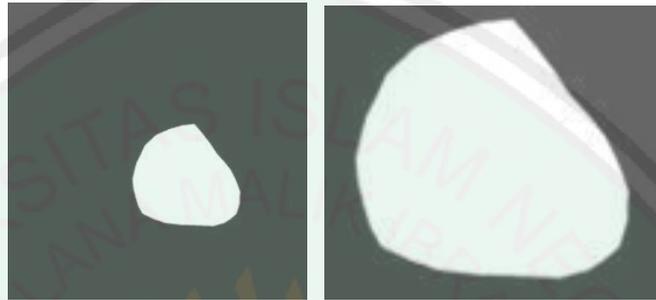
preprocessing seperti citra latih. Preprocessing dalam citra uji ini seharusnya tidak berbeda dengan preprocessing pada citra latih, namun mengingat citra latih telah mengalami preprocessing secara manual, maka preprocessing pada citra uji ini akan sedikit berbeda namun dengan hasil yang sama yaitu berupa data logic.

Pada pre-processing citra uji ini terdapat 5 tahap, pertama adalah normalisasi, perubahan citra uji ke bentuk 2 dimensi atau grayscale, pengaturan kontras pada citra uji, kemudian diteruskan mencari nilai threshold pada citra yang digunakan dalam proses binerisasi, dan tahap segmentasi adalah erosi dengan tujuan meminimalkan tingkat noise pada citra uji yang telah di binerisasi.

Setelah proses pre-processing, hal yang perlu dilakukan adalah mengaplikasikan deteksi objek jantung menggunakan *template matching* sebagai metode temu kembali berdasarkan database yang telah dibuat sebelumnya melalui tahapan yang hampir serupa dari pre-processing sampai tahap segmentasi. Adapun database berupa hasil segmentasi manual, yang disebut dengan citra latih dan diperlakukan sama halnya seperti citra uji dengan melalui tahap pre-processing dan segmentasi. Setelah Template Matching dijalankan, citra hasil akan dinilai ketepatannya menggunakan ROC, untuk mendapatkan prosentase kemiripan atas bentuk objek citra hasil segmentasi manual.

Dalam proses preprocessing citra uji dan citra latih awalnya dalam bentuk RGB. Citra template atau citra latih yang berformat citra JPEG akan dilatih dengan mengubah menjadi bentuk 2 dimensi yang kemudian akan dilakukan pre-processing berupa perubahan ke bentuk biner. Setelah binerisasi, citra template

ini akan di crop dengan tujuan untuk memfokuskan bentuk dari objek jantung itu sendiri, dan akhirnya mendapatkan beberapa citra template sebagai database citra latih.



Gambar 3.1 Citra Template awal dan Citra Template hasil

Sedangkan pada citra uji akan dilakukan perubahan kebentuk 2 dimensi atau biasa disebut grayscale. Dari bentuk standar tersebut, citra uji akan dilakukan lagi proses pre-processing dengan mengatur tingkat kontras citra kemudian dilakukan pencarian nilai threshold yang nantinya dijadikan sebagai ambang batas untuk proses binerisasi atau perubahan citra ke bentuk biner.

Proses selanjutnya segmentasi, pada tahap segmentasi ini menggunakan *morphology system*, yaitu *erosi*. Hasil dari proses *morphology* tersebut yaitu citra dengan penambahan jumlah piksel latar belakang dengan tujuan mendapatkan bentuk dari objek yang terdapat pada citra *thorax* biner, mengingat juga untuk menghindari noise.

Kemudian, pada tahap selanjutnya adalah tahap akhir yang merupakan tahap untuk mencocokkan data dari citra sistem dan citra template menggunakan *template matching*. Awal dari tahap ini adalah dengan membaca file data input yaitu citra uji dan citra latih yang ada pada database, lalu mendapatkan nilai

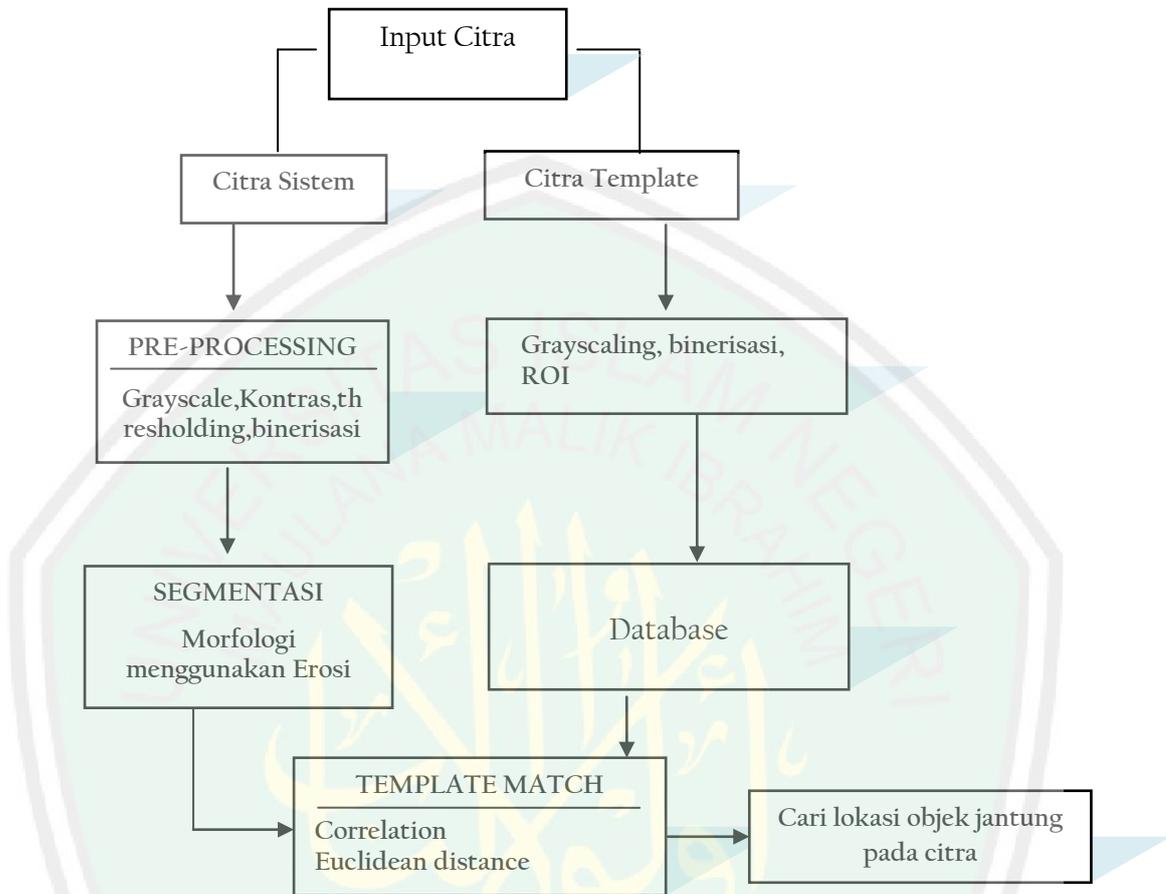
ukuran piksel masing-masing citra. Tahap selanjutnya adalah menghitung mean dari masing-masing citra uji dan citra pada database agar dapat dicari nilai korelasi antar keduanya. Setelah mendapatkan korelasi antar keduanya, maka dicari Euclidean distance nya. Proses belum berakhir dengan ditemukannya nilai euclidean distance, namun dengan ditemukannya nilai tersebut dapat digunakan untuk mencari nilai dari posisi jantung dari suatu citra dan disimpan sebagai hasil deteksi.

Setelah mendapatkan hasil final deteksi menggunakan *template matching*, maka dilanjutkan ke proses berikutnya yaitu menilai prosentase ketepatan deteksi manual dengan deteksi otomatis, menggunakan metode yang umum yaitu ROC (*Receiver Operating Characteristics*).

3.4. Block Diagram

Block diagram merupakan suatu proses dan hubungan antara proses satu dengan yang lain dalam suatu sistem komputer dengan menggunakan simbol-simbol tertentu. Oleh karena itu penganalisa dapat menginformasikan jalannya suatu sistem dan dapat memahami sistematika sistem dengan mudah.

Adapun Block diagram sistem ini menunjukkan fungsi untuk melakukan proses pemasukan citra, pre-processing, dan pencocokan template. Block diagram sistem template match dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3.2. Block Diagram Sistem

Pada gambar tersebut dapat dijelaskan bahwa terdapat dua macam input yang harus dimasukkan dalam sistem, yaitu input berupa citra template atau citra latih yang akan disimpan dalam database dan citra uji (citra yang akan dicari objeknya berdasarkan objek pada citra template yang ada pada database).

Citra uji akan diperlakukan dengan grayscale (pengubahan citra RGB ke citra abu-abu), dan pengaturan kecerahan dengan operator `imadjust` dalam toolbox matlab. Kemudian dilakukan thresholding pada citra hasil `imadjust` untuk mencari ambang batas dalam proses binerisasi. Selanjutnya segmentasi dengan fungsi

morfologi. Terdapat banyak operator pada fungsi morfologi, namun dalam sistem ini hanya menggunakan erosi yaitu penambahan jumlah piksel latar belakang, untuk menghindari piksel yang tidak terkoneksi dengan baik dan memperjelas bentuk dari objek. Melangkah ke tahap citra template atau citra latih, citra ini akan mengalami hal yang sama seperti citra uji, namun tidak mengalami proses morfologi karena mengingat citra ini adalah citra yang telah tersegmentasi secara manual menggunakan photoshop. Dengan preprocessing perubahan kebentuk grayscale, binerisasi, dan kemudian ROI citra.

Setelah dimiliki hasil-hasil dari setiap citra (citra uji dan citra latih), maka dilanjutkan ke proses inti yaitu matching. Dimana proses matching ini mencari nilai korelasi antar kedua citra dan diteruskan dengan pencarian Euclidean distance. Kemudian diteruskan dengan pencarian nilai X_{min} , X_{max} , Y_{min} , Y_{max} untuk menentukan tempat atau posisi dari objek jantung pada citra uji. Setelah menemukan posisi dari objek tersebut, maka dilakukan dengan menampilkan hasil dari template matching.

3.5. Desain Sistem

Pada subbab ini akan dijelaskan tentang desain dari sistem untuk proses pendeteksian tepi jantung pada citra digital *x-ray thorax*. Desain ini meliputi desain data, desain proses serta desain tampilan dari sistem ini. Desain data berisi penjelasan yang meliputi desain data masukan, data proses dan data keluaran dari sistem ini.

Pada desain proses berisikan penjelasan mengenai rencana berjalannya sistem ini seperti proses pre-processing, segmentasi, *template matching*, dan ROC. Dari rencana semua proses diharapkan akan mendapatkan hasil yang sesuai. Desain interface berisikan mengenai penjelasan bagaimana bentuk interface yang direncanakan dalam aplikasi ini.

3.5.1. Desain Data Sistem

Data yang digunakan dalam pembuatan aplikasi ini adalah berupa citra digital *x-ray thorax*. Terdapat dua jenis citra yaitu citra template yang merupakan citra objek jantung hasil segmentasi manual oleh badan radiologi dan citra uji berupa citra digital *x-ray thorax* yang belum tersegmentasi. Dan data dibagi menjadi data masukan, data proses, dan data keluaran. Data-data tersebut adalah:

3.5.1.1 Data masukan sistem

Pada pembuatan aplikasi ini datanya berupa data citra digital *x-ray thorax*. Data citra masukan ini berupa citra RGB dengan format file citra .jpg dengan ukuran 256 x 256 piksel.

3.5.1.2 Data proses

Data proses berupa citra *x-ray thorax* yang digunakan untuk proses mendeteksi tepi jantung yang ada pada rongga dada. Pada tahap pre-processing citra sistem yang berupa RGB akan diubah menjadi citra grayscale yang sudah

mengalami peningkatan kontras agar lebih tajam dan perubahan menjadi citra biner berdasarkan tingkat threshold. Selanjutnya dilakukan operasi morfologi dengan menggunakan operator erosi untuk memperjelas bentuk dari objek jantung. Sedangkan citra latih mengalami proses perubahan citra RGB ke citra grayscale, setelah itu dilakukan perubahan citra ke bentuk biner dan ROI untuk memperjelas bentuk objek yang dicari. Setelah mendapatkan hasil segmentasi akan dilanjutkan dengan proses matching (pencocokan) yang ditujukan untuk mendapatkan informasi dari citra yang telah tersegmentasi tersebut. Dalam tahap ini proses template matching berjalan dengan mencari nilai korelasi dan Euclidean distance dari kedua citra dengan tujuan untuk mendapatkan lokasi objek pada citra uji.

3.5.1.3 Data keluaran

Data keluaran adalah berupa data citra yang didapatkan dari hasil proses pendeteksian tepi jantung menggunakan template matching dan prosentase ketepatan menggunakan ROC antara data segmentasi manual dan segmentasi secara otomatis. Sama halnya dengan file inputan, format file citra pada data keluaran adalah file yang berekstensi *.jpg.

3.5.2. Desain Proses Sistem

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai desain proses dari sistem untuk pendeteksian tepi objek jantung pada citra *xray thorax* menggunakan metode

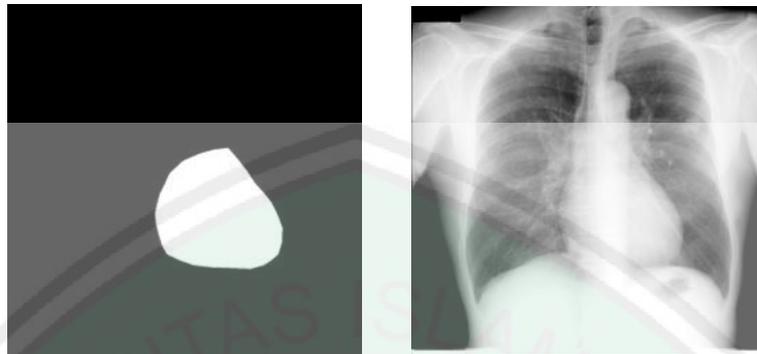
template matching. Desain ini digunakan untuk mengetahui proses apa saja yang ada pada sistem tersebut.

3.5.2.1 Gambaran umum Proses Sistem

Gambaran umum perangkat lunak adalah gambaran yang menunjukkan alur dari proses sistem secara sederhana sehingga dapat dilihat gambaran secara jelas dari sistem. Perangkat lunak ini dimulai dengan proses membuka gambar sekaligus membaca spesifikasi citra yang dibuka kemudian masuk tahap *pre-processing*, dan kemudian dilakukan proses segmentasi menggunakan morphological operator untuk mendapatkan daerah yang spesifik. Dan akan dilanjutkan pada tahap *matching* yang merupakan tahap inti.

3.5.2.2 Input Image

Input Image merupakan proses yang pertama kali dilakukan untuk memasukkan data masukan berupa citra digital *x-ray thorax* sebelum diproses selanjutnya. Citra yang diinputkan nantinya akan di masukan ke axes pertama sebelum di eksekusi pada proses selanjutnya. Citra masukan masih berupa gambar yang berformat RGB seperti pada gambar berikut.

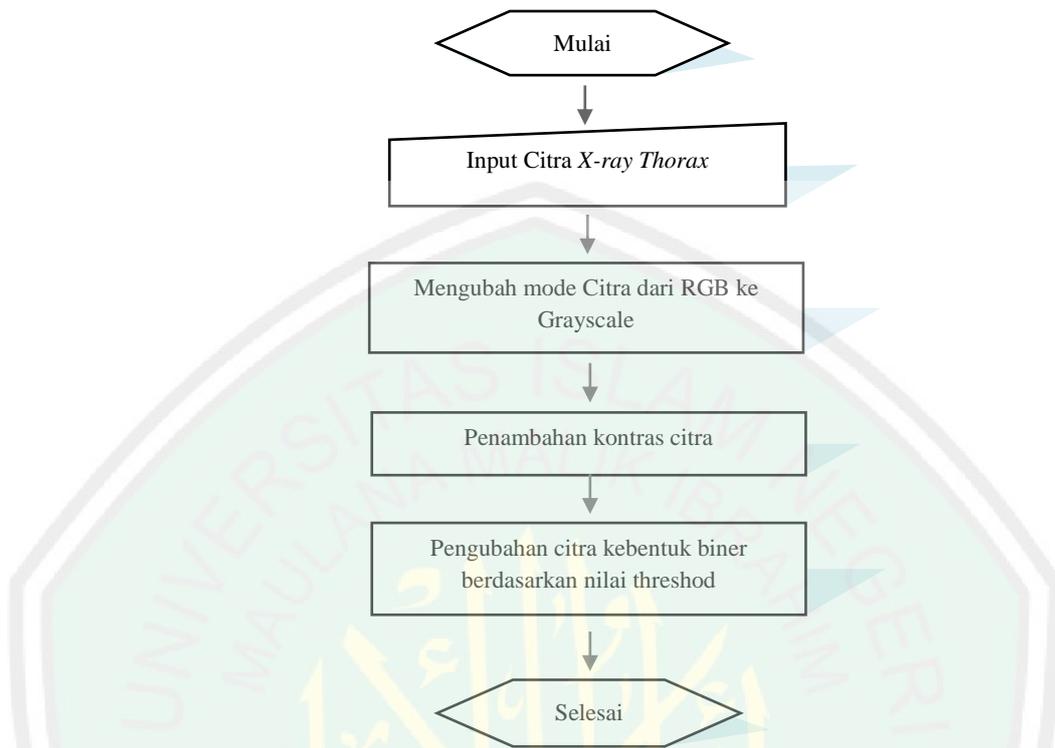


Gambar 3.3. Citra latih dan citra uji

Citra pada sistem ini dibagi menjadi dua yaitu citra latih dan citra uji. Citra uji merupakan citra hasil segmentasi manual oleh badan radiologi yang telah mengalami binerisasi dan ROI image. Terdapat banyak citra uji yang digunakan untuk database citra template. Sedangkan citra uji merupakan suatu citra yang mengalami pre-processing dan segmentasi hingga tahap akhir.

3.5.2.3 Pre-processing

Pada tahap ini citra latih mengalami pre-processing dan ROI, dan disimpan pada database. Sebelum citra uji diproses lebih lanjut, perlu dilakukan proses awal (*preprocessing*) terlebih dahulu, yaitu pengolahan citra (*image*) dengan tujuan agar mendapatkan hasil yang maksimal disaat proses segmentasi bahkan proses berikutnya sampai akhir. Gambar berikut ini menunjukkan tahapan-tahapan yang ada pada proses preprocessing ini.



Gambar 3.4. Diagram alir proses *preprocessing*

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam *preprocessing* yaitu:

3.5.2.3.1 Grayscale

Tahap awal proses *preprocessing* adalah konversi citra *x-ray thorax* dari citra RGB menjadi citra grayscale. Citra masukan masih berupa citra RGB atau citra berwarna sehingga masih perlu dikonversi menjadi citra grayscale. Dengan pengubahan ini, matriks penyusun citra yang sebelumnya 3 matriks akan berubah menjadi 1 matriks saja. Citra grayscale disimpan dalam format 8 bit untuk setiap sample pixel, yang memungkinkan sebanyak 256 intensitas. Format ini sangat membantu dalam pemrograman karena manipulasi bit yang tidak terlalu banyak.

3.5.2.3.2 Peningkatan kontras

Jika sebuah citra yang mempunyai nilai keabuan yang tidak terlalu berbeda untuk semua titik, dengan kurva histogram. Hal ini disebabkan citra tersebut memiliki kurva histogram yang sempit, dengan tepi kiri dan tepi kanan yang berdekatan, sehingga titik tergelap dalam citra tersebut tidak mencapai hitam pekat dan titik paling terang dalam citra itu tidak berwarna putih cemerlang. Peningkatan kontras dapat dilakukan dengan bermacam rumus. Salah satu fungsi GST yang dapat digunakan adalah:

$$K_0 = G(K_i - P) - P \quad (1)$$

(Balza, 2005: 56)

3.5.2.3.3 Binerisasi

Citra biner (binary image) adalah citra yang hanya mempunyai dua nilai derajat keabuan yaitu hitam dan putih, 0 dan 1 dimana 0 menyatakan warna latar belakang (background) dan 1 menyatakan warna tinta atau objek atau dalam bentuk angka 0 untuk hitam dan angka 1 untuk warna 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 pada proses analisis citra medis ini yang menggunakan gambar *x-ray*.

Dalam proses binerisasi ini menggunakan langkah pencarian ambang batas pada suatu citra input, dan selanjutnya menjadikan nilai ambang batas tersebut untuk menjadi parameter dalam proses binerisasi.

3.5.2.4 Segmentasi

Dalam tahap segmentasi ini menggunakan operator morfologi sebagai langkah yang telah dirancang, berikut dibawah ini penjelasannya;

3.5.2.4.1 Morphologi

Morphologi segmentasi merupakan proses segmentasi menggunakan fungsi – fungsi morfologi pada proses pengolahan citra. Proses morfologi segmentasi citra pada sistem ini menggunakan operasi erosi.

Erosi adalah kebalikan dari operasi dilasi. Pada operasi ini, ukuran objek diperkecil dengan mengikis sekeliling objek. Sedangkan dilasi itu sendiri adalah suatu proses menambahkan piksel pada batasan dari objek dalam suatu gambar sehingga nantinya apabila dilakukan operasi ini maka gambar hasilnya lebih besar ukurannya dibandingkan dengan gambar aslinya. Operasi dilasi dilakukan untuk memperbesar ukuran segmen objek dengan menambah lapisan di sekeliling objek.

3.5.2.4.2 *Template Matching*

Pada tahap ini citra telah menjadi data yang akan diolah berupa data citra logical untuk citra template, dan citra hasil segmentasi menggunakan *canny* untuk

citra sistem. *Template matching* dalam proses ini menggunakan algoritma 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).

Korelasi memberikan keputusan tentang kemiripan obyek berdasarkan kesamaan bentuk, skala dan arah. Langkah-langkah dalam mendeteksi target yang akan dilakukan adalah:

1. Membaca citra sistem dan citra template.
2. Menjadikan citra sistem dan citra template menjadi gray (citra yang kombinasi warna 0 – 1).
3. Mengaplikasikan template matching dengan algoritma korelasi.
4. Memilih koefisien korelasi tertinggi sebagai hasil.
5. Menandai hasil dengan meletakkan citra template pada citra sistem.

Algoritma korelasi memiliki persamaan umum;

$$D(m, n) = \sum_{i=m}^{m+M-1} \sum_{j=n}^{n+N-1} |t(i, j) - r(i - m, j - n)|^2 \quad (2)$$

Template matching dihitung dengan mencari lokasi (m, n) untuk $D(m, n)$ minimum. Persamaan 2 dapat dibentuk kembali menjadi;

$$D(m, n) = \sum_i \sum_j |t(i, j)|^2 + \sum_i \sum_j |r(i, j)|^2 - 2 \sum_i \sum_j t(i, j)r(i - m, j - n) \quad (3)$$

Nilai minimum $D(m,n)$ didapat ketika

$$c(m,n) = \sum_i \sum_j t(i,j)r(i-m,j-n) \quad (4)$$

Maksimum untuk semua lokasi (m,n) .

Bila diasumsikan variasi level *gray* tidak valid, pengukuran ini sangat sensitif terhadap variasi level *gray* di dalam $t(i,j)$, digunakan koefisien korelasi silang

$$C_N = \frac{c(m,n)}{\sqrt{\sum_i \sum_j |t(i,j)|^2 \sum_i \sum_j |r(i,j)|^2}} \quad (5)$$

Target dianggap terdeteksi bila memenuhi

$$t(i,j) = \alpha r(i-m, j-n), \quad i = m, \dots, m+M-1$$

dan

$$j = n, \dots, n+N-1$$

dengan α adalah konstanta.

3.5.2.5 ROC (Receiver Operating Characteristic)

Tahap selanjutnya adalah ROC, yang digunakan untuk menilai tingkat akurasi dari algoritma *support vector machine* yang telah digunakan. Kurva ROC pertama kali digunakan pada perang dunia II untuk menganalisis sinyal radar sebelum dikembangkan dalam signal detection theory. Berdasarkan serangan di Pearl Harbor tahun 1941, tentara Amerika melakukan riset untuk meningkatkan ketepatan prediksi dalam mendeteksi sinyal radar pesawat Jepang.

Akhir-akhir ini penggunaan kurva ROC semakin populer dalam berbagai aplikasi terutama dalam bidang medis, radiologi, dan processing image. Receiver Operating Characteristic (ROC) adalah hasil pengukuran klasifikasi dalam bentuk 2-dimensi. Berikut ada empat peluang yang dapat diformulasikan dalam tabel kontingensi 2 x 2 untuk menganalisis ROC :

		Kelas Sebenarnya	
		Benar	Salah
Kelas Prediksi	Positif	Benar Positif	Salah Positif
	Negatif	Benar Negatif	Salah Negatif

Gambar 3.1. tabel kontingensi ROC

Adapun kriteria ROC adalah sebagai berikut:

True Positive Rate disebut juga Sensitivity (TPR)= $TP/(TP+FN)$.

True Negative Rate disebut juga Specifity (TNR)= $TN/(TN+FP)$.

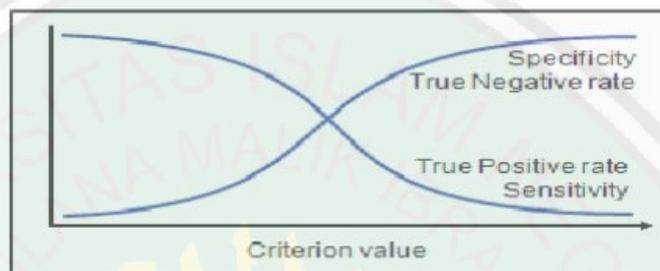
Accuracy = $(TP+TN)/(TP+FP+TN+FN)$.

Dimana:

TP = True Positive yaitu klasifikasi yang dari kelas yang positif

FN = False Negative yaitu kesalahan Type II

FP = False Positive atau kesalahan Type I



Gambar 3.5. Kriteria ROC

Jika nilai kriteria yang dipilih lebih tinggi, maka bagian FP akan menurun dan specificity akan meningkat, namun TP dan sensitivity akan menurun. Sebaliknya jika nilai kriteria yang dipilih lebih rendah, maka bagian TP akan meningkat, namun bagian TN dan specificity akan menurun (*MedCalc Software bvba, 2010*).

AUC (Area Under Curva) adalah luas daerah di bawah kurva ROC. Bila nilainya mendekati satu, maka model yang didapat lebih akurat. Berdasarkan gambar tersebut maka dapat dilihat karakteristik dari AUC adalah sebagai berikut:

- a. Area maksimum adalah 1.
- b. Jika ROC = 0,5 maka model yang dihasilkan belum terlihat optimal.
- c. Sedangkan jika ROC > 0,5 maka model yang dihasilkan akan lebih baik.

$$AUC = \frac{\sum_{i=1}^{n^+} \sum_{j=1}^{n^-} 1_{f(x_i^+) > f(x_j^-)}}{n^+ n^-} \quad (6)$$

Keterangan :

$F(.)$ = nilai suatu fungsi

x^+ dan x^- = sampel positif dan negatif

n^+ dan n^- = jumlah sampel positif dan negatif

(Brefeld, 2005).

3.6. Desain User Interface

Desain *user interface* yang dibuat berfungsi untuk para pengguna dalam penggunaan sistem. Form-form yang dirancang meliputi konsep interaksi manusia dengan komputer dimana seorang pengguna hanya dapat melihat form untuk mengerti langkah apa yang akan dilakukan selanjutnya dalam penggunaan sistem.

3.6.1. Desain Form Utama

Form *utama* merupakan form yang pertama tampil saat aplikasi pertama kali dijalankan. Form ini memiliki nama *first.fig*, adalah form pengantar ke window selanjutnya.

Gambar 3.6. Desain Form Awal

3.6.2. Desain Form Input Citra

Form ini merupakan *form* lanjutan dari form awal, berisikan tempat pengguna untuk memasukkan data input citra dari harddrive pengguna. Form yang juga berisikan proses inti dari sistem ini. Dalam sistem ini terdapat dua input citra yang mengharuskan dibuatnya dua form inputan. Berikut masing-masing formnya;

3.6.2.1 Form Template Maker

Form ini berisikan tempat untuk pengguna membuat template dari database citra objek jantung yang tersegmentasi manual oleh badan radiologi;

The wireframe for the Template Maker Form is enclosed in a rectangular border. On the left side, there is a vertical panel containing two buttons: 'Tmbi buka' and 'Keterangan'. To the right of this panel is a large rectangular area labeled 'Axes 1'. Further to the right, there is a 'proses' button, followed by a large rectangular area labeled 'Axes 2'. Below 'Axes 2' is another large rectangular area labeled 'Axes 3'. At the bottom right of the main area is a 'Save' button. Along the bottom edge of the form, there are three buttons: 'Exit', 'Segme', and 'Reset'.

Gambar 3.7. Desain Form Pembuat Template

3.6.2.2 Form Main Sistem

Dan form ini adalah form yang berisikan proses utama dalam sistem ini.

Hasil dari pendeteksian akan ditampilkan dan di simpan melalui form ini

The wireframe for the Main System Form is enclosed in a rectangular border. On the left side, there is a vertical panel containing a 'Buka' button, a large rectangular area labeled 'Axes 1', and a larger rectangular area labeled 'Keterangan'. To the right of this panel, there is a 'Preproces' button, followed by a grid of four rectangular areas labeled 'Axes 2', 'Axes 3', 'Axes 4', and 'Axes 5'. Below this grid is a large rectangular area labeled 'Axes 6'. At the bottom right of the main area is a 'Simpan' button. Along the bottom edge of the form, there are four buttons: 'Reset', 'Kembali', 'Exit', and 'Segmen'.

Gambar 3.8. Desain Form Main Sistem

3.6.2.3 Form ROC

Form ini berisikan tentang perhitungan nilai akurasi antara citra segmentasi manual dengan citra hasil segmentasi program. Berikut ini desain formnya;

The image shows a software interface for calculating ROC curve metrics. It features two main input areas, 'Axes 1' and 'Axes 2', each with a 'Buka' (Open) button below it. In the center, there is a 'Hitung' (Calculate) button and a box for displaying the results: 'Akurasi', 'Spesifitas', and 'Sensitifitas'. At the bottom, there are three buttons: 'Reset', 'Back', and 'Exit'. The entire interface is overlaid on a large, faint watermark of the Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang logo.

Gambar 3.10. Desain Form ROC

BAB IV

IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Sistem

Implementasi program adalah implementasi dari analisis dan desain sistem yang dibuat sebelumnya. Sehingga dengan adanya implementasi ini dapat dipahami jalannya suatu sistem deteksi tepi *template matching* untuk menemukan kembali bentuk objek jantung dengan jelas. Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai penggunaan dari sistem yang dibuat. Penjelasan sistem dapat meliputi tampilan sistem, fungsi kontrol sistem, serta cara penggunaannya.

4.1.1 Form Utama

Form utama adalah form yang menampung semua menu yang ada di sistem. Menu yang ada di dalam sistem dibagi menjadi tiga menu, yaitu *template maker*, *segmentasi*, dan *ROC* dimana masing-masing menu tersebut adalah tombol untuk masuk ke window masing-masing proses. Selain menu-menu utama tersebut, juga terdapat keterangan judul dan pembuat sistem deteksi tepi jantung ini dan tidak lupa terdapat sub menu bantuan dan exit.

Pada sub menu bantuan terdapat langkah-langkah atau cara untuk menjalankan sistem ini, bagaimana user dapat mengoperasikan sistem ini atau sebagai *guide system*. Sedangkan pada sub menu exit adalah menu yang berfungsi untuk mengakhiri sistem ini. Selain itu juga terdapat dua tombol yang berfungsi untuk keluar sistem, dan tombol untuk kembali ke menu utama.



Gambar 4.1 Form Utama

Masuklah kita pada pembahasan menu-menu utama, berikut penjelasannya;

4.1.2 Create Template

Tombol pertama adalah menu create template yang berfungsi untuk membuat database template yang akan digunakan. Citra template ini berupa citra jantung yang tersegmentasi manual oleh badan radiology. Terdapat beberapa proses sebelum memasukan dalam database agar tingkat korelasi lebih tinggi.

Adapun proses-proses preprocessing tersebut adalah sama dengan preprocessing dari data input citra seperti; pengubahan citra dalam bentuk citra abu-abu, peningkatan kontras pada citra, pemberian threshold berdasarkan tingkat

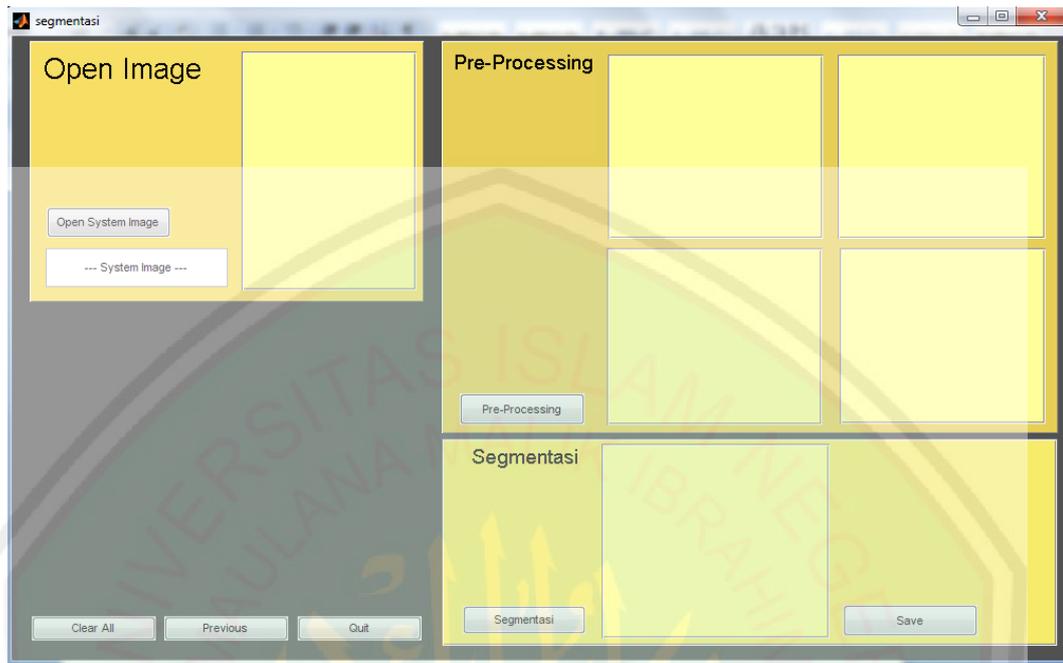
keabuan citra, yang kemudian diubah dalam bentuk biner atau hitam putih. Setelah itu cropping untuk pemberian ambang batas pencarian nilai piksel.

4.1.3 Form Segmentasi

Kedua adalah tombol menu segmentasi, merupakan proses utama dalam sistem ini. Dalam form ini terdapat 7 tombol proses. Tombol OpenImage yang dapat digunakan pengguna untuk mencari citra x-ray thorax pada hard drive pengguna.

Kemudian tombol preprocessing yang akan digunakan untuk perbaikan citra uji atau citra sistem. Tombol segmentasi merupakan langkah finishing dalam form ini, digunakan untuk mencari objek jantung menggunakan metode pada sistem dengan inputan citra uji dan citra template yang telah ada pada database. Kemudian tombol save untuk menyimpan data hasil segmentasi. Berikutnya terdapat tombol reset untuk mereset ulang tiap masing-masing figure, tombol quit untuk keluar sistem, dan tombol back untuk kembali ke form utama.

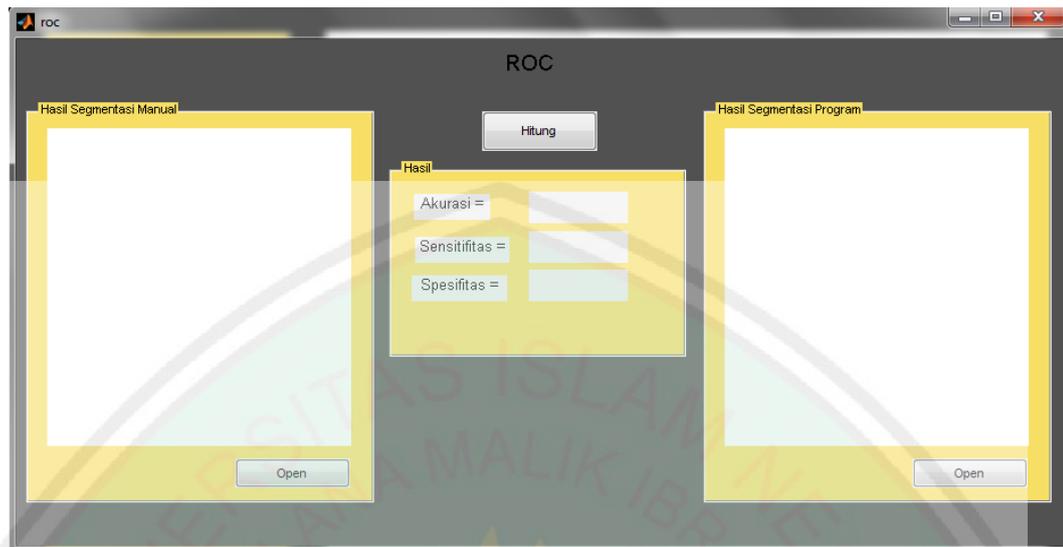
Dan terdapat 6 axes figure yang mana 1 axes citra awal, 4 axes preprocessing, 1 axes hasil akhir. Dan axes1 adalah axes untuk menampilkan input citra, axes3 adalah axes untuk menampilkan hasil grayscaling, axes4 adalah axes untuk menampilkan hasil penambahan kontras citra, axes2 sebagai tempat untuk menampilkan hasil dari pengubahan biner citra, axes8 untuk menampilkan hasil dari operator erosi, dan sedangkan axes 5 adalah axes untuk menampilkan hasil dari segmentasi atau hasil akhir dari proses.



Gambar 4.2 Form Segmentasi

4.1.4 Form Accuracy Percentage

Menu Accuracy percentage yaitu menu yang merujuk pada form ROC, dimana form ini berisikan dua tombol dan text keterangan. Masing-masing tombol adalah keterangan untuk memasukkan kedua input dari hardrive pengguna. Kedua input tersebut adalah berisikan citra hasil segmentasi manual dan citra hasil segmentasi otomatis, dan masing-masing berupa citra x-ray thorax.



Gambar 4.3 Form ROC

4.2 Deskripsi Program

Program terdiri dari tiga proses utama, yaitu proses pembuatan citra template, proses pencocokan template, dan proses pengukuran tingkat akurasi sistem. Pada setiap proses akan dijelaskan sebagai berikut :

4.2.1 Create Template

Create Template dalam sistem ini adalah proses untuk membuat database citra template dari citra x-ray jantung yang telah tersegmentasi secara manual oleh badan radiology atau bias dikatakan juga untuk menambah jumlah database yang telah ada pada harddrive pengguna. Dalam pembuatannya terdapat beberapa proses untuk mencapai hasil akhir berupa citra template jantung. Diantaranya pengubahan citra dalam bentuk citra abu-abu, yang kemudian diubah dalam bentuk biner atau hitam putih. Setelah itu cropping untuk pemberian ambang

batas pencarian nilai piksel. Berikut adalah source code program untuk template maker;

4.2.1.1 Opening Citra

Dalam proses membuka citra, format citra adalah *.jpg.

```

proyek=guidata(gcho);
[namafile,direktori]=uigetfile({'*.jpg'},'Buka Citra');
eval(['cd '' direktori '';']);
A=imread(strcat(direktori,namafile));
set(proyek.figure1,'CurrentAxes',proyek.axes1);
set(imshow(A));
set(proyek.axes1,'Userdata',A);
set(proyek.figure1,'Userdata',A);
set(handles.edit1,'String',fullfile(direktori,namafile),'Enable','off');

```

4.2.1.2 Preprocessing

Pada preprocessing terdapat beberapa proses yaitu perubahan citra ke bentuk citra abu-abu atau dua dimensi agar dapat dilanjutkan ke proses selanjutnya yaitu histeq, dan perubahan ke bentuk biner kemudian proses cropping. Berikut source codenya;

```

A=get(proyek.axes1,'Userdata');
if size(A,3)==3
    A=rgb2gray(A);
end

B=im2bw(A);
set(proyek.figure1,'CurrentAxes',proyek.axes2);
set(imshow(B));
set(proyek.axes2,'Userdata',B);

D=imcrop(B);
set(proyek.figure1,'CurrentAxes',proyek.axes3);
set(imshow(D));
set(proyek.axes3,'Userdata',D);

```

Source code tersebut menjelaskan bahwa jika citra belum berbentuk 2 dimensi maka akan diubah menjadi 2 dimensi agar dapat melanjutkan proses berikutnya yaitu binerisasi, cropping, dan saving untuk menyimpan hasil pembuatan citra latih.

4.2.2 Pencocokan Template

Fungsi template matching ini adalah proses utama dalam program sistem. Terdapat beberapa proses dalam pengoperasiannya yaitu inputing citra yang akan di deteksi, preprocessing citra, dan proses template match. Berikut adalah deskripsi program untuk pencocokan template;

4.2.2.1 Inputing citra.

Dalam proses penginputan citra ini berformat *.jpg yang terdapat pada hard drive pengguna. Berikut cuplikan source code inputing citra uji;

```
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
    proyek=guidata(gcbo);
    [namafile,direktori]=uigetfile({'*.jpg'},'Buka Citra');
    eval(['cd '' direktori '';']);
    A=imread(strcat(direktori,namafile));
    set(proyek.figure1,'CurrentAxes',proyek.axes1);
    set(imshow(A));
    set(proyek.axes1,'Userdata',A);
    set(proyek.figure1,'Userdata',A);
    set(handles.edit1,'String',fullfile(direktori,namafile),'Enable','off');
```

Source code tersebut adalah source code input citra, seperti penjelasan sebelumnya bahwa citra dicari di hard drive pengguna dengan spesifikasi citra berformat *.jpg.

4.2.2.2 Preprocessing Image

Dalam proses ini, kedua data input akan diproses perbaikan citra dan normalisasi sebelum masuk ke proses selanjutnya. Berikut deskripsi program untuk preprocessing citra uji.

```

proyek=guidata(gcbo);
C=get(proyek.axes1,'Userdata');

if isequal(C,[])
    msgbox('Belum ada gambar','peringatan','warn');
else
    D=rgb2gray(C);

    set(proyek.figure1,'CurrentAxes',proyek.axes3);
    set(imshow(D));
    set(proyek.axes3,'Userdata',D);
end

E=get(proyek.axes3,'Userdata');
F=imadjust(E,[0.5 0.8],[0]);
set(proyek.figure1,'CurrentAxes',proyek.axes4);
set(imshow(F));
set(proyek.axes4,'Userdata',F);

G=get(proyek.axes4,'Userdata');
th=graythresh(G);
I=im2bw(G,th);
set(proyek.figure1,'CurrentAxes',proyek.axes2);
set(imshow(I));
set(proyek.axes2,'Userdata',I);

J=get(proyek.axes2,'Userdata');
K=strel('diamond',3);
L=imerode(J,K);
set(proyek.figure1,'CurrentAxes',proyek.axes8);
set(imshow(L));
set(proyek.axes8,'Userdata',L);

```

Source code tersebut merupakan normalisasi, pre-processing dan segmentasi pada citra input. Yang mana axes1 adalah inputan citra yang dimasukkan ke variable C kemudian diubah kebentuk grayscale dan disimpan

dalam variable D lalu ditampilkan pada axes3. Setelah itu diolah untuk mendapatkan kontras dari citra dengan menggunakan fungsi matlab `imadjust`. Setelah mendapat kecerahan yang pas, maka disimpan dalam variable F dan ditampilkan pada axes4. Seperti yang diutarakan sebelumnya, bahwa dalam perbaikan citra atau tahap preprocessing ini terdapat beberapa proses, salah satunya adalah peningkatan kontras citra yang telah dijelaskan tersebut. Kemudian dilanjutkan dengan mencari nilai threshold pada variable F yang mana adalah hasil dari peningkatan kontras citra yang kemudian dilanjutkan proses binerisasi dan disimpan pada variable I lalu ditampilkan pada axes2. Adapun proses segmentasi dilakukan dengan menggunakan erosi berdasarkan element structure berbentuk diamond. Hal ini dilakukan untuk memperjelas bentuk objek mengingat juga untuk menghindari dari komponen yang tidak terkoneksi dengan baik. Hasil dari morfologi ini disimpan dalam variable L dan ditampilkan pada axes8.

4.2.2.3 Segmentasi

Proses ini merupakan proses inti dari program ini. Yang dilakukan pertama dalam proses ini adalah load citra template yang terdapat pada database, berikut deskripsinya;

```
proyek=guidata(gcbo);  
H=get(proyek.axes8, 'Userdata');  
  
FolderDataLatih = uigetdir('DataTemplate\template', 'Pilih  
folder data template');  
TrainFiles = dir(FolderDataLatih);  
Train_Number = 0;
```

```

for i = 1:size(TrainFiles,1)
    if
not(strcmp(TrainFiles(i).name, '.')|strcmp(TrainFiles(i).name,
'..')|strcmp(TrainFiles(i).name, 'Thumbs.db'))
        Train_Number = Train_Number+1; % jumlah gambar pada
folder template
    end
end

for i = 1 : Train_Number
    str = int2str(i);
    str = strcat('\\', str, '.jpg');
    str = strcat(FolderDataLatih, str);

    data = imread(str);
end

```

Source code tersebut menjelaskan bagaimana proses pemanggilan citra latih yang ada pada database. Citra-citra tersebut akan dipanggil berdasarkan jumlah citra yang ada pada folder tersebut. Sehingga jumlah akan bertambah setelah penambahan citra melalui form create template. Berikutnya adalah proses utama dalam sistem ini yang mana dilakukan dengan cara pemanggilan sebuah fungsi yang telah dibuat, berikut penjelasannya;

```

im2 = H;
size(data);
size(im2);
[result1, Xmin, Xmax, Ymin, Ymax]=tmp(data, im2);
size(result1);
result1(1:Xmin, :)=0;
result1(Xmax:end, :)=0;
result1(:, 1:Ymin)=0;
result1(:, Ymax:end)=0;
set(projek.figure1, 'CurrentAxes', proyek.axes5);
set(imshow(result1));
set(projek.axes5, 'Userdata', result1);

```

Source code tersebut menjelaskan bahwa H adalah variable yang berisikan tentang hasil dari erosi. Kemudian dicari ukuran tiap-tiap citra untuk digunakan dalam input untuk suatu fungsi yang telah dibuat yaitu tmp.m untuk mencari parameter-parameter yang dibutuhkan untuk mendapatkan hasil atau dalam source code tersebut dituliskan dengan result1. Setelah mendapatkan hasil dari template matching, maka variable result1 akan ditampilkan pada axes5. Untuk memperjelas proses berjalannya sistem ini maka disertakan tiap fungsi yang telah dibuat pada sistem ini, pertama adalah fungsi tmp.m. Berikut penjelasannya;

```
function [result,Xmin,Xmax,Ymin,Ymax]=tmp(image1,image2)

if size(image1,3)==3
    image1=rgb2gray(image1);
    th=graythresh(image1);
    image1=im2bw(image1,th);
end
if size(image2,3)==3
    image2=rgb2gray(image2);
end
[r1,c1]=size(Target);
[r2,c2]=size(Template);
image22=Template-mean(mean(Template));
M=[];
for i=1:(r1-r2+1)
    for j=1:(c1-c2+1)
        Nimage=Target(i:i+r2-1,j:j+c2-1);
        Nimage=Nimage-mean(mean(Nimage));
        corr=sum(sum(Nimage.*image22));
        warning off
        M(i,j)=corr/sqrt(sum(sum(Nimage.^2)));
    end
end
[result,Xmin,Xmax,Ymin,Ymax]=plotbox(Target,Template,M);
```

Source code tersebut menjelaskan bahwa, image1 adalah variable penyimpan data template dan image2 adalah variable penyimpan data citra uji. Pertama yang dilakukan adalah menentukan ukuran masing-masing citra,

kemudian menjumlah rata-rata dari kedua citra (citra uji dan citra latih). Setelah menemukan nilai rata-rata, maka dilakukan proses korelasi antar kedua citra tersebut dan menggunakan nilai tersebut untuk mencari template yang cocok untuk citra uji. Setelah itu dilakukan fungsi plotbox.m untuk mencari nilai Ymin, Ymax, Xmin, Xmax agar dapat menentukan tempat dari objek jantung pada citra uji. Berikut penjelasan dari fungsi plotbox.m;

```
function
[result,Xmin,Xmax,Ymin,Ymax]=plotbox(Target,Template,M)

[r1,c1]=size(Target);
[r2,c2]=size(Template);

[r,c]=max(M);
[r3,c3]=max(max(M));

i=c(c3);
j=c3;
result=Target;
for x=i:i+r2-1
    for y=j
        result(x,y)=255;
    end
end
x1 = x;
y1 = y;
for x=i:i+r2-1
    for y=j+c2-1
        result(x,y)=255;
    end
end
x2 = x;
y2 = y;
for x=i
    for y=j:j+c2-1
        result(x,y)=255;
    end
end
x3 = x;
y3 = y;
for x=i+r2-1
    for y=j:j+c2-1
        result(x,y)=255;
    end
end
end
```

```

x4 = x;
y4 = y;
X = [x1 x2 x3 x4];
Y = [y1 y2 y3 y4];
Xmin = min(X);
Xmax = max(X);
Ymin = min(Y);
Ymax = max(Y);

```

Source code tersebut menjelaskan bahwa setelah mendapatkan target, template dan M [], maka dilanjutkan dengan mencari nilai max antara keduanya untuk mendapatkan nilai Xmin, Xmax, Ymin, Ymax.

4.2.3 ROC

Tahap ini merupakan tahap akhir dari sistem ini, tahap yang digunakan untuk mencari nilai perbedaan antara segmentasi dan segmentasi yang dilakukan oleh aplikasi atas objek jantung. Berikut penjelasannya;

```

global data data2
hasil=data+data2;
TN=0; TP=0; FN=0; FP=0;
for i=1:size(hasil,1)
    for j=1:size(hasil,2)
        if hasil(i,j)==2
            TP=TP+1;
        elseif hasil(i,j)==1
            FN=FN+1;
        end
    end
end
end
a=sum(sum(data==1));
FP=a-TP;
TN=(256*256)-(TP+FN+FP);
[TN FN TP FP]
akurasi=100*(TP+TN)/(TP+FN+FP+TN);
sensitifitas=100*(TP/(TP+FN));
spesifitas=100*(TN/(FP+TN));
set(handles.te_akurasi,'String',akurasi);
set(handles.te_sensitifitas,'String',sensitifitas);
set(handles.te_spesifitas,'String',spesifitas);

```

Source code tersebut menjelaskan bahwa, dalam perbandingannya, digunakan parameter-parameter yaitu akurasi, sensitifitas, dan spesifitas. Nilai-nilai parameter tersebut di dapat dengan memperhitungkan (TN) true negative, (TP) true positif, (FN) false negative, (FP) false positif. Nilai-nilai tersebut berubah ubah seiring dengan citra-citra yang akan dibandingkan. Hal ini akan lebih lanjut dijelaskan pada subbab uji coba.

4.3 Uji Coba

Pada subbab ini dijelaskan mengenai rangkaian ujicoba dan evaluasi yang telah dilakukan. Ujicoba ditujukan untuk melihat sejauh mana keberhasilan dari implementasi perangkat lunak ini dan evaluasi dilakukan dengan melakukan analisa terhadap hasil dari ujicoba dan juga untuk mendapatkan kesimpulan dan saran untuk pengembangan ke depan bagi implementasi aplikasi perangkat lunak ini. Data yang digunakan untuk uji coba berupa hasil ekstraksi manual dan hasil ekstraksi dari aplikasi yang dibuat.. Jumlah data yang digunakan dalam uji coba ini adalah 60 buah citra, terdiri dari 20 hasil ekstraksi manual sebagai citra template atau citra latih yang dilakukan oleh orang pertama, 20 citra data input atau uji yang akan di segmentasi secara otomatis oleh aplikasi, dan 20 citra segmentasi manual yang tidak dilatih, atau sisa dari citra latih. Berikut ini contoh citra uji gambar.



Gambar 4.4 citra uji x-ray thorax

Pengujian ini menggunakan teknik ROC (*Receiver Operating Characteristic*) yaitu teknik untuk memvisualisasikan, mengatur dan memilih pengklasifikasi berdasarkan kinerja mereka. Ada beberapa golongan dan kemungkinan, sebuah contoh, jika contoh itu positif dan diklasifikasikan sebagai positif maka itu dihitung sebagai positif benar atau TP (*true positif*), jika contoh itu positif dan diklasifikasikan sebagai negatif maka itu dihitung negatif palsu atau FN (*false negatif*), Jika contoh adalah negatif dan itu diklasifikasikan sebagai negatif maka itu dihitung sebagai negatif sejati atau TN (*true negatif*), dan jika contoh itu adalah negatif dan diklasifikasikan sebagai positif maka itu dihitung positif palsu atau FP (*false positif*). Selain itu juga akan dihitung tpr (*true positif rate*) yaitu tingkat positif benar atau sering disebut *recall* atau *sensitivity*. Tpr (*true positif rate*) mempunyai rumus sebagai berikut:

$$tp\ rate = \frac{\text{diklasifikasikan benar positif}}{\text{total positif}}$$

Setelah itu adalah fpr (*false positif rate*) yaitu tingkat positif palsu yang mempunyai rumus perhitungan sebagai berikut:

$$fp\ rate = \frac{\text{diklasifikasikan salah negatif}}{\text{total negatif}}$$

Hal tambahan yang terkait ROC adalah sensitivity yaitu kepekaan, sensitivity ini merupakan recall sehingga mempunyai rumus sama dengan tpr sehingga mempunyai nilai yang sama pula. Selanjutnya adalah specificity yang mempunyai rumus sebagai berikut:

$$specificity = \frac{TN}{FP + TN} = 1 - fpr$$

Dan yang terakhir yaitu accuracy yang mempunyai rumus sebagai berikut:

$$accuracy = \frac{TP + TN}{P + N}$$

Berikut ini adalah cuplikan dari tabel hasil pengujian sebanyak 20 kali pengujian;

Tabel 4.1. Hasil uji coba data yang dilatih

gbr	TP	TN	FN	FP	Specifity	Sensitifity	Accuracy
1	4651	57515	1967	1403	97.6187	70.2780	94.8578
2	4819	55567	3167	1983	96.5543	60.3431	92.1417
3	3815	57914	3309	498	99.1474	53.5514	94.1910
4	4018	56774	3656	1088	98.1197	52.3586	92.7612
5	2839	57217	4534	946	98.3735	38.5054	91.6386
6	4749	57432	2007	1348	97.7067	70.2931	94.8807
7	4603	56261	3262	1410	97.5551	58.5251	92.8711
8	3948	55446	4497	1645	97.1186	46.7496	90.6281
9	2844	55103	5636	1953	96.5770	33.5377	88.4201
10	3938	55424	4368	1806	96.8443	47.4115	90.5792
11	4313	58478	2397	348	99.4084	64.2772	95.8115
12	4834	57665	2103	934	98.4061	69.6843	95.3659
13	4738	53855	4231	2712	95.2057	52.8264	89.4058
14	4859	57004	2135	1538	97.3728	69.4738	94.3954
15	4781	55734	3405	1616	97.1822	58.4046	92.3386
16	4882	57086	2210	1358	97.6764	68.8381	94.5557
17	3823	56591	2991	1761	97.0011	56.1051	92.7490
18	4441	57417	2831	847	98.5463	61.0699	94.3878
19	4570	58012	2293	661	98.8734	66.5890	95.4926
20	4444	58078	2587	427	99.2701	63.2058	95.4010
RATA-RATA					97.72789	58.10139	93.14364

Berikut adalah pengujian citra sebanyak 20 kali menggunakan database citra sisa dari database yang telah dilatih;

Tabel 4.2. Hasil uji coba data yang tidak dilatih.

gbr	TP	TN	FN	FP	Specifity	Sensitifity	Accuracy
1	1559	48098	11384	4495	91.4532	12.0451	75.7706
2	5690	56566	2168	1112	98.0721	72.4103	94.9951
3	3499	54645	6578	814	98.5322	34.7226	88.7207
4	762	49819	11932	3023	94.2792	6.0028	77.1805
5	3075	50894	8545	3022	94.3950	26.4630	82.3502
6	3467	52643	6880	2546	95.3868	33.5073	85.6171
7	933	46453	13490	4660	90.8829	6.4688	72.3053
8	1429	49868	10871	3368	93.6735	11.6179	78.2730
9	1125	46963	12829	4619	91.0453	8.0622	73.3765
10	1284	49621	11254	3377	93.6281	10.2409	77.6749
11	4776	54919	4849	992	98.2258	49.6208	91.0873
12	5620	53471	4615	1830	96.6908	54.9096	90.1657
13	6262	55608	3152	514	99.0841	66.5180	94.4061
14	2815	51057	8082	3582	93.4442	25.8328	82.2021
15	1912	47273	12023	4328	91.6126	13.7208	75.0504
16	1187	47928	12024	4397	91.5968	8.9849	74.9435
17	1919	49875	10373	3369	93.6725	15.6118	79.0314
18	2945	49493	9871	3227	93.8790	22.9791	80.0140
19	1295	47770	12401	4070	92.1489	9.4553	74.8672
20	3254	53106	7559	1617	97.0451	30.0934	85.9985
RATA-RATA					94.43741	25.96337	81.70151

Pengujian segmentasi jantung 20 citra uji menggunakan citra yang dilatih dan citra yang tidak dilatih menghasilkan rata-rata akurasi, sensitivitas, dan spesifitas yang berbeda. Dalam percobaan ini, TP (*True Positive*) merupakan piksel jantung yang disegmentasi dengan benar sebagai objek jantung. TN (*True Negative*) merupakan piksel bukan jantung yang disegmentasi dengan benar sebagai piksel bukan objek jantung. FP (*False Positive*) merupakan piksel yang seharusnya bukan jantung namun disegmentasi sebagai piksel objek jantung. Sedangkan FN (*False Negative*) merupakan piksel yang seharusnya jantung namun disegmentasi sebagai bukan objek jantung.

Berdasarkan Tabel 4.1, perhitungan validasi antara segmentasi manual dengan hasil segmentasi aplikasi menghasilkan prosentase akurasi, sensitivitas, dan spesifitas yang paling tinggi menggunakan 20 data citra yang di latih untuk objek jantung. Diperoleh nilai akurasi terbesar 95.81%, sensitivitas terbesar 70.29%, dan spesifitas terbesar 99.4%. Sedangkan pada table 4.2, perhitungan validasi antara segmentasi manual dengan hasil segmentasi oleh aplikasi menggunakan data citra yng tidak di latih, menghasilkan nilai akurasi terbesar 94.99%, sensitifitas terbesar 72.41%, dan spesifitas terbesar 99.08%.

Pada tabel 4.1, diperoleh nilai rata-rata validasi diantaranya nilai rata-rata akurasi 93.14%, nilai rata-rata sensitifitas 58.1%, dan rata-rata spesifitas 97.72%. Sedangkan pada tabel 4.2, diperoleh nilai rata-rata validasi diantaranya nilai rata-rata akurasi sebesar 81.7%, nilai rata-rata sensitifitas sebesar 25.96%, dan nilai rata-rata spesifitas sebesar 94.43%.

4.4 Deteksi Jantung Dalam Sudut Pandang Islam

Dalam mendeteksi jantung, hendaknya memiliki ilmu yang khusus tentang jantung itu sendiri. Ilmu yang mempelajari tentang jantung dalam morfologi atau fisiologi. Setelah mengetahui bentuk jantung, mungkin saja dapat digunakan untuk menentukan diagnosa pada jantung itu sendiri. Diagnosa adalah penentuan jenis penyakit berdasarkan tanda dan gejala dengan menggunakan cara dan alat seperti laboratorium, foto, dan klinik.

Diagnosa sebuah penyakit harus dilakukan oleh orang yang benar-benar ahli atau pakar dalam sebuah penyakit (dokter spesialis). Untuk menjadi seorang dokter spesialis dibutuhkan waktu yang cukup lama dalam menguasai semua ilmu pengetahuan di bidangnya.

Ilmu merupakan suatu fadilah dan kemuliaan yang diberikan kepada siapa saja yang dikehendaki oleh Allah SWT. Orang yang diberikan kesempatan oleh Allah SWT memiliki ilmu yang banyak maka dia sesungguhnya telah mendapatkan suatu anugrah dan manfaat yang besar sekali dengan ilmunya tersebut. Karena dengannya, dia dapat mengetahui dan memahami makna dari hidup ini secara benar dan hakiki.

Ilmu merupakan sebaik-baiknya perbuatan Amal shaleh, ia juga merupakan sebaik-baiknya amal ibadah, yaitu ibadah sunnah, karena ilmu merupakan bagian dari jihad di jalan Allah SWT. Dapat diketahui bahwa agama itu terdiri atas 2 unsur, yang pertama ilmu dan petunjuk, dan yang kedua perang dan jihad.

Tidak mungkin sekarang agama Allah SWT dapat berdiri dengan tegak kecuali harus terdapat 2 unsur tersebut, dan unsur yang pertama didahulukan dari unsur yang kedua. Maka dari ini Nabi saw tidaklah mengubah suatu kaum sebelum menyampaikan dakwah untuk beribadah kepada Allah SWT, maka ilmu lebih didahulukan dari pada perang. Allah SWT berfirman :

Az Zumar ayat 9;

أَمَّنْ هُوَ قَانِتٌ آنَاءَ اللَّيْلِ سَاجِدًا وَقَائِمًا يَحْذَرُ الْآخِرَةَ وَيَرْجُو رَحْمَةَ رَبِّهِ ۗ قُلْ هَلْ يَسْتَوِي الَّذِينَ يَعْلَمُونَ وَالَّذِينَ لَا يَعْلَمُونَ ۗ إِنَّمَا يَتَذَكَّرُ أُولُو الْأَلْبَابِ

Artinya :

(apakah kamu Hai orang musyrik yang lebih beruntung) ataukah orang yang beribadat di waktu-waktu malam dengan sujud dan berdiri, sedang ia takut kepada (azab) akhirat dan mengharapkan rahmat Tuhannya? Katakanlah: "Adakah sama orang-orang yang mengetahui dengan orang-orang yang tidak mengetahui?" Sesungguhnya orang yang berakallah yang dapat menerima pelajaran.

Tidaklah sama perumpamaan orang yang mengetahui dengan yang tidak mengetahui, atau kata lainnya yaitu orang yang pintar dengan orang yang bodoh, sebagaimana tidaklah sama orang yang hidup dengan orang yang mati. Ilmu merupakan cahaya dan petunjuk bagi manusia yang dapat mengeluarkannya dari kegelapan dan kesempitan dunia ini.

Disamping itu ilmu juga sebagai akses utama untuk menuju ridho Allah SWT, dengannya Allah SWT mengangkat derajat orang yang berilmu dengan kemuliaan yang banyak sekali. Allah SWT berfirman :

Al-Mujadillah ayat 11;

يَتَأْتِيهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا إِذَا قِيلَ لَكُمْ تَفَسَّحُوا فِي الْمَجَالِسِ فَافْسَحُوا
 يَفْسَحِ اللَّهُ لَكُمْ وَإِذَا قِيلَ انشُرُوا فَانشُرُوا يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ ءَامَنُوا
 مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ

Artinya :

Hai orang-orang beriman apabila kamu dikatakan kepadamu: "Berlapang-lapanglah dalam majlis", Maka lapangkanlah niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. dan apabila dikatakan: "Berdirilah kamu", Maka berdirilah, niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. dan Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan.

4.5 Manfaat Program Ditinjau dari Sudut Pandang Islam

Adapun manfaat dari program deteksi jantung menggunakan metode template matching dalam tinjauannya dari sudut pandang islam adalah sebagai berikut;

- a. Memberi Pilihan bagi para radiologis untuk bahan pertimbangan dalam pendeteksian objek jantung. Hal ini serupa dengan penjelasan yang telah diterangkan sebelumnya. Dengan memperbanyak bahan pertimbangan, secara tidak langsung memberikan jumlah pilihan dalam pemilihan metode untuk pendeteksian jantung. Dan dengan menambah pilihan metode yang akan digunakan sekaligus memberikan ilmu berupa pemahaman dari metode ini. Seperti yang dijelaskan dalam ayat berikut ini;

Al-An'am ayat 141;

وَهُوَ الَّذِي أَنْشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوشَاتٍ وَغَيْرَ مَعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ
وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أُكْلُهُ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُتَشَابِهًا وَغَيْرَ
مُتَشَابِهٍ كُلُوا مِنْ ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَعَآثُوا حَقَّهُ يَوْمَ حَصَادِهِ
وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ

Artinya;

Dan Dialah yang menjadikan kebun-kebon yang berjunjung dan yang tidak berjunjung, pohon kurma, tanam-tanaman yang bermacam-macam buahnya, zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya), dan tidak sama (rasanya). Makanlah dari buahnya (yang bermacam-macam itu) bila dia berbuah, dan tunaikanlah haknya di hari memetik hasilnya (dengan dikeluarkan zakatnya); dan janganlah kamu berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebih-lebihan.

Buah-buahan dalam ayat tersebut dapat diibaratkan sebagai berbagai macam metode. Kita diperbolehkan untuk mencoba setiap buah-buahan yang telah diciptakan, namun hendaknya jangan berlebihan atau boros dalam penggunaannya.

- b. Memberikan ke-efisiensian, dengan menggunakan metode ini cenderung tidak memakan waktu, biaya, dan tenaga serta pikiran yang banyak. Karena metode ini telah membuktikan keakurasian hasil deteksi jantung tidak kurang dari yang diharapkan. Adapun ayat Al-Qur'an yang menjelaskan tentang ke-efisiensian dalam bertindak. Berikut ayatnya;

Al-Israa' ayat 27;

إِنَّ الْمُبَذِّرِينَ كَانُوا إِخْوَانَ الشَّيْطَانِ ط وَكَانَ الشَّيْطَانُ لِرَبِّهِ كَفُورًا

Artinya;

Sesungguhnya pemboros-pemboros itu adalah saudara-saudara syaitan, dan syaitan-syaitan itu sangat ingkar terhadapTuhannya.

Dengan adanya ayat tersebut, maka dapat diambil kesimpulan bahwa kita mendapat larangan untuk berboros dalam hal waktu, tenaga dan sebagainya, karena pada dasarnya sikap mengerjakan hal yang sia-sia adalah dosa.

- c. Memberikan kemudahan bagi para pengguna untuk memahami cara kerja dari metode ini. Metode ini cenderung lebih mudah dari metode *pattern recognition* yang lainnya. Seperti yang telah dibahas dalam manfaat sebelumnya, inilah alasan mengapa metode ini sengan efisien dalam penerapannya. Perlu diperjelas kembali, bahwa selain mudah namun tidak mengurangi tingkat keakurasian. Adapun ayat Al-Qur'an yang menjelaskan tentang kemudahan, berikut suratnya;

Alam Nasyrah ayat 5 – 6;

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

Artinya;

Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.

Hal ini menjelaskan bahwa setelah berusaha mendapatkan informasi tentang metode ini, maka dengan hasil ini dapat digunakan untuk mencari kemudahan dalam pendeteksian objek jantung.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada 60 data citra x-ray thorax dengan tujuan untuk mendapatkan objek jantung, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Metode *template matching* dapat digunakan untuk segmentasi objek jantung pada citra *x-ray thorax*. Hal tersebut dapat dilihat dari gambar berikut;



Gambar 5.1. Citra uji dan citra hasil.

2. Dan mendapatkan hasil nilai akurasi yang cukup tinggi dengan nilai tertinggi 94.88% dan nilai terendah 88.42%, dan dengan nilai akurasi rata-rata dari 20 kali percobaan berdasarkan data citra yang dilatih sebesar 93.14%, sedangkan nilai akurasi rata-rata dengan jumlah percobaan yang sama namun menggunakan data citra yang tidak di latih sebesar 81.7%. hal tersebut menyatakan bahwa dengan pemilihan masing-masing citra latih sebagai data template, dapat mempengaruhi nilai ketepatannya. Meskipun demikian,

metode ini sudah bisa dikategorikan sebagai sebuah metode yang efisien dengan melihat kemudahan dan keakurasian dari citra yang dihasilkan.

5.2 Saran

Pengembangan sistem ini masih memiliki keterbatasan yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan di masa yang akan datang, sehingga dapat disarankan beberapa hal sebagai berikut;

1. Dimungkinkan untuk menggunakan pre-processing yang berbeda, dan dengan menggunakan deteksi tepi, labeling, dan juga penambahan metode klasifikasi, diharapkan hasil menunjukkan nilai keakurasian yang lebih besar.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mendeteksi bentuk dari objek tersebut sehingga dapat digunakan untuk menentukan keabnormalan objek ditinjau dari bentuk objek tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Anisa, Alkhusna, “*Rontgen*”,

(<http://anisaalkhusna.blogspot.com/2013/10/rontgen.html>), diakses 20 maret 2014.

<http://www.deherba.com/jutaan-orang-meninggal-akibat-serangan-jantung.html>, diakses 21 maret 2014.

<http://www.penyakitjantungkoroner.net/>, diakses 21 maret 2014.

<http://thesis.binus.ac.id/doc/Bab3/2010-1-00272-if%20bab%203.pdf>, diakses 25 maret 2014.

A. Y. Sari, “*Chapter II*”, Universitas Sumatera Utara.

Agus Harjoko, Ainatul Mardiyah, “*Metode Segmentasi Paru-paru dan Jantung Pada Citra X-Ray Thorax*”, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta: 2011.

Bowo Leksono, Achmad Hidayanto, R. Rizal Isnanto, “*Aplikasi Metode Template Matching untuk Klasifikasi Sidik Jari*”, Universitas Diponegoro, Semarang: 2011.

Daniel Richard Andriessen, Harianto, Madha Christian Wibowo, “*Pengendalian Mobile Robot Berbasis Webcam Menggunakan Perintah Isyarat Tangan*”, Sekolah Tinggi Ilmu Komputer, Surabaya: 2011.

Elias Dianta Ginting, “*Deteksi Tepi Menggunakan Metode Canny dengan Matlab untuk Membedakan Uang Asli dan Uang Palsu*”, Universitas Gunadarma.

Fahmi, S.T, M.Sc, “*Perancangan Algoritma Pengolahan Citra Mata Menjadi Citra Polar Iris Sebagai Bentuk Antara Sistem Biometrik*”, Universitas Sumatra Utara, Medan: 2007.

Image Sciences Institute, (<http://www.isi.uu.nl/Research/Databases/SCR/>), diakses 1 mei 2012.

Firman Kurnia Pratama, “*Chapter III*”, (elib.unikom.ac.id/download.php?id=81270). diakses 16 maret 2014.

Mohamad Aditya Rahman, Ir. Sigit Wasista, M.Kom, ”*Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Webcam Untuk Absensi Dengan Metode Template Matching*”, PENS-ITS, Surabaya.

Raden Sofian Bahri, Irfan Maliki, “*Perbandingan Algoritma Template Matching dan Feature Extraction pada Optical Character Recognition*”, Universitas Komputer Indonesia, Bandung: 2012.

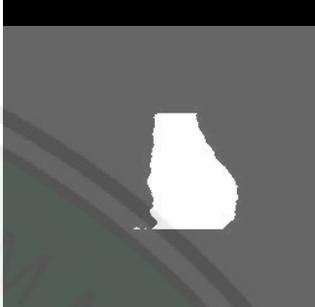
Rinaldi Munir, “*Pengolahan Citra Digital*”, 2004.

LAMPIRAN

Hasil uji coba citra uji dengan data citra yang dilatih.

gbr	TP	TN	FN	FP	Specifity	Sensitifity	Accuracy
1	4651	57515	1967	1403	97.6187	70.2780	94.8578
2	4819	55567	3167	1983	96.5543	60.3431	92.1417
3	3815	57914	3309	498	99.1474	53.5514	94.1910
4	4018	56774	3656	1088	98.1197	52.3586	92.7612
5	2839	57217	4534	946	98.3735	38.5054	91.6386
6	4749	57432	2007	1348	97.7067	70.2931	94.8807
7	4603	56261	3262	1410	97.5551	58.5251	92.8711
8	3948	55446	4497	1645	97.1186	46.7496	90.6281
9	2844	55103	5636	1953	96.5770	33.5377	88.4201
10	3938	55424	4368	1806	96.8443	47.4115	90.5792
11	4313	58478	2397	348	99.4084	64.2772	95.8115
12	4834	57665	2103	934	98.4061	69.6843	95.3659
13	4738	53855	4231	2712	95.2057	52.8264	89.4058
14	4859	57004	2135	1538	97.3728	69.4738	94.3954
15	4781	55734	3405	1616	97.1822	58.4046	92.3386
16	4882	57086	2210	1358	97.6764	68.8381	94.5557
17	3823	56591	2991	1761	97.0011	56.1051	92.7490
18	4441	57417	2831	847	98.5463	61.0699	94.3878
19	4570	58012	2293	661	98.8734	66.5890	95.4926
20	4444	58078	2587	427	99.2701	63.2058	95.4010

Hasil segmentasi jantung dengan menggunakan metode *template matching*.

Citra uji	Citra segmentasi manual	Citra hasil segmentasi
 1		
 2		
 3		
 4	