

**SEGMENTASI FORAMEN MENTAL DENGAN *HISTOGRAM*
THRESHOLDING MENGGUNAKAN *DISCRIMINANT ANALYSIS* PADA
*CITRA DENTAL PANORAMIC RADIOGRAPH***

SKRIPSI

Oleh:

YOAN KHARISMA BUNGA

NIM: 09650224



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2013**

**SEGMENTASI FORAMEN MENTAL DENGAN *HISTOGRAM*
THRESHOLDING MENGGUNAKAN *DISCRIMINANT ANALYSIS* PADA
*CITRA DENTAL PANORAMIC RADIOGRAPH***

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:
YOAN KHARISMA BUNGA
NIM: 09650224**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2013**

**SEGMENTASI FORAMEN MENTAL DENGAN *HISTOGRAM*
THRESHOLDING MENGGUNAKAN *DISCRIMINANT ANALYSIS* PADA
*CITRA DENTAL PANORAMIC RADIOGRAPH***

SKRIPSI

Oleh :

Nama : Yoan Kharisma Bunga
NIM : 09650224
Jurusan : Teknik Informatika
Fakultas : Sains Dan Teknologi

Telah Disetujui, Juli 2013

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

ZAINAL ABIDIN, M.Kom
NIP. 19760613 200501 1 004

DR. MUNIRUL ABIDIN, M.Ag
NIP. 19720420 200212 1 003

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika

RIRIEN KUSUMAWATI, S.Si, M.Kom
NIP. 19720309 200501 2 002

**SEGMENTASI FORAMEN MENTAL DENGAN *HISTOGRAM*
THRESHOLDING MENGGUNAKAN *DISCRIMINANT ANALYSIS* PADA
*CITRA DENTAL PANORAMIC RADIOGRAPH***

SKRIPSI

Oleh:

**YOAN KHARISMA BUNGA
NIM. 09650224**

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

Tanggal, Juli 2013

Susunan Dewan Penguji	Tanda Tangan
1. Penguji Utama : <u>Dr. Cahyo Crysdian</u> NIP. 19740424 200901 1 008	()
2. Ketua : <u>Irwan Budi Santoso, M.Kom</u> NIP. 19770103 201101 1 004	()
3. Sekretaris : <u>Zainal Abidin, M.Kom</u> NIP. 19760613 200501 1 004	()
4. Anggota : <u>Dr. Munirul Abidin, M.Ag</u> NIP. 19720420 200212 1 003	()

**Mengetahui dan Mengesahkan,
Ketua Jurusan Teknik Informatika**

**Ririen Kusumawati, M. Kom
NIP. 19720309 200501 2 002**

SURAT PERNYATAAN
ORISINALITAS PENELITIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Yoan Kharisma Bunga
NIM : 09650224
Fakultas/Jurusan : Sains Dan Teknologi / Teknik Informatika
Judul Penelitian : Segmentasi Foramen Mental Dengan Histogram
Thresholding Menggunakan Discriminant Analysis
Pada Citra Dental Panoramic Radiograph

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan 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 di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut

Malang, 1 Juli 2013

Yang Membuat Pernyataan,

Yoan Kharisma Bunga

09650224

MOTTO

Jangan Mudah Berputus Asa Dan Menyerah
Sebelum Melakukan Usaha Yang Maksimal,
Karena Allah Tidak Akan Membiarkan
Manusia Yang Telah Berusaha Dalam
Kesulitan Terus Menerus.

يَأَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا لَا تَتَوَلَّوْا قَوْمًا غَضِبَ اللَّهُ عَلَيْهِمْ قَدْ يَئِسُوا
مِنَ الْآخِرَةِ كَمَا يَئِسَ الْكُفَّارُ مِنْ أَصْحَابِ الْقُبُورِ ﴿١٣﴾

Hai orang-orang yang beriman, janganlah kamu jadikan penolongmu kaum yang dimurkai Allah. Sesungguhnya mereka telah putus asa terhadap negeri akhirat sebagaimana orang-orang kafir yang telah berada dalam kubur berputus asa.

(Q.S Al-Mumtahanah: 13)

PERSEMBAHAN



*Dengan menyebut Asma-Mu yang Agung, syukurku akan segala karunia-Mu,
serta shalawat serta salam kepada Muhammad SAW kekasih-Mu,
Ya Allah, semoga setiap langkahku selalu Engkau ridhoi dengan segala rahmat-
Mu*

*Karya ini saya persembahkan kepada semua pihak yang telah membantu dalam
menyelesaikan karya ini*

*Bapak Suki Handoyo, S.E dan Ibu Siti Chadariyah,
orang tua hebat yang selalu menyayangi dan mengasihiku
dalam setiap langkah hidupku.*

*Adik-adikku Novenda Anden Bimala dan Thariq Adzanta
yang selalu menghiburku*

*Dosen Pembimbing yang telah membimbing dalam pengerjaan skripsi,
Teman, rekan dan Sahabatku UIN Malang,
Khususnya teman-teman jurusan Teknik Informatika 2009,*

*Tim Penelitian Osteoporosis,
Devi Arum Sari, Misbakhul Mustofin, Habib Abdullah, Fitriana Nelvi, Ida
Fitriana, dan Ardhy Widhiantoro yang telah memberi berbagai ide dalam
pengerjaan skripsi ini,*

Kepada setiap orang yang telah membantu

Terima kasih.

KATA PENGANTAR



Segala puji bagi Allah SWT, karena atas rahmat, hidayah serta karuniaNya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Segmentasi Foramen Mental Dengan Histogram Thresholding Menggunakan Discriminant Analysis Pada Citra Dental Panoramic Radiograph” dengan sebaik-baiknya sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada program studi Teknik Informatika jenjang Strata-1 Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

Shalawat serta salam semoga senantiasa Allah limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan ahlinya yang telah membimbing umat menuju kebahagiaan dunia dan akhirat.

Penulis menyadari adanya banyak keterbatasan yang penulis miliki, sehingga ada banyak pihak yang telah memberikan bantuan baik moril maupun materiil dalam menyelesaikan skripsi ini. Maka dari itu dengan segenap kerendahan hati patutlah penulis menyampaikan doa dan mengucapkan terima kasih kepada:

1. Zainal Abidin M.Kom dan DR. Munirul Abidin, M.Ag selaku dosen pembimbing I dan II yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memotivasi, mengarahkan, serta memberikan saran, kemudahan dan kepercayaan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.

2. A'la Syauqi, M.Kom selaku dosen wali yang telah membimbing, menasehati, dan memberikan saran ketika penulis mengalami kesulitan dalam proses perkuliahan dari semester awal hingga semester akhir.
3. Prof. DR. H. Mudjia Rahardjo, M.Si, selaku rektor UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, yang telah banyak memberikan pengetahuan dan pengalaman yang berharga.
4. Dr. Hj. Bayyinatul Muchtaromah., drh., M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Ibu Ririen Kusumawati, M. Kom, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
6. Segenap sivitas akademika Jurusan Teknik Informatika, terutama seluruh dosen, terima kasih atas segenap ilmu dan bimbingannya.
7. Untuk segenap keluarga besar dan kerabat penulis. Terima kasih atas dukungan moral maupun spiritual sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan. Semoga skripsi ini menjadi khasanah kepastakaan baru yang akan memberikan manfaat bagi semua pihak. Amin YaRabbalAlamin.

Malang, Juli 2013

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGANTAR.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN MOTTO.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	9
1.3 Tujuan Penelitian.....	9
1.4 Manfaat Penelitian.....	10
1.5 Batasan Masalah	10
1.6 Metodologi Penelitian	10
1.7 Sistematika Penulisan.....	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	13
2.1 Citra DPR (<i>Dental Panoramic Radiograph</i>).....	13

2.2	<i>Foramen Mentale</i>	15
2.3	Pengolahan Citra	16
2.3.1	<i>CitraGrayscale</i>	16
2.3.2	Histogram.....	17
2.3.3	Segmentasi Citra	19
2.3.4	<i>Thresholding</i>	20
2.4	<i>Discriminant Analysis</i>	21
2.5	Integrasi Metode <i>Discriminant Analysis</i> dengan Al-Qur'an	23
BAB III METODE PENELITIAN.....		25
3.1	Lingkungan Perancangan Perangkat Lunak	25
3.2	Deskripsi Sistem.....	26
3.2.1	Pemotongan Manual.....	27
3.2.2	<i>Preprocessing</i>	28
3.2.3	Segmentasi	28
3.2.4	Identifikasi.....	28
3.3	Desain Sistem	29
3.3.1	Desain Data Sistem	29
3.3.2	Desain Proses Sistem	30
3.4	Perancangan Antar Muka	36
3.5	Studi Kasus	37
3.6	Hasil Perhitungan	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		41
4.1	Lingkungan Implementasi	41
4.2	Penjelasan Program	42
4.2.1	Proses Menampilkan Halaman Utama.....	42

4.2.2	Proses Input Citra	43
4.2.3	Proses <i>Preprocessing</i>	45
4.2.4	Segmentasi Citra	47
4.2.5	Proses Identifikasi <i>Foramen Mentale</i>	54
4.3	Uji Coba.....	56
4.4	Pengembangan Identifikasi <i>Foramen Mentale</i> Ditinjau dari Sudut Pandang Islam.....	62
BAB V PENUTUP.....		65
5.1	Kesimpulan.....	65
5.2	Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA		66
LAMPIRAN.....		68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Mental Index (MI) dan panoramic mandibular index	5
Gambar 1.2 Citra yang di- <i>threshold</i> menggunakan metode Otsu.....	8
Gambar 1.3 Citra yang di- <i>threshold</i> menggunakan metode perhitungan <i>Discriminant Analysis</i>	8
Gambar 2.1 Citra <i>Dental Panoramic Radiograph</i> (DPR).....	13
Gambar 2.2 Sisi literal mandibular yang terpisah.....	15
Gambar 2.3 Perbedaan citra berwarna dengan citra <i>grayscale</i>	17
Gambar 2.4 Histogram dengan sebaran antara 0 sampai dengan 7.....	18
Gambar 2.5 Pemilihan <i>threshold</i> secara analisis visual histogram bimodal	21
Gambar 3.1 Blok Diagram Proses Identifikasi <i>Foramen Mentale</i>	27
Gambar 3.2 Blok Diagram Proses Secara Umum.....	30
Gambar 3.3 Proses pemotongan citra ROI <i>foramen mentale</i> pada citra DPR	31
Gambar 3.4 Perbedaan citra awal dengan citra hasil pemotongan.....	31
Gambar 3.5 Histogram dengan nilai probabilitas piksel.....	32
Gambar 3.6 Blok Diagram Alur Secara Umum Proses Penggabungan Antar Dua Klaster	34
Gambar 3.7 Blok Diagram Alur Secara Umum Proses Segmentasi Citra dengan perhitungan <i>Discriminant Analysis</i>	35
Gambar 3.8 Antarmuka Perangkat Lunak.....	36
Gambar 4.1 Tampilan form Halaman Utama.....	43
Gambar 4.2 Proses Input Citra	44
Gambar 4.3 Tampilan citra <i>grayscale</i> pada citra <i>fullcolour</i>	45
Gambar 4.4 Tampilan citra <i>grayscale</i> pada ROI <i>foramen mentale</i>	46
Gambar 4.5 Tampilan thresholding.....	55

Gambar 4.6 Tampilan segmentasi watershed..... 55

Gambar 4.7 Tampilan objek hasil thresholding dan segmentasi..... 56



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perbandingan nilai <i>threshold</i> antara metode otsu dengan metode perhitungan <i>Discriminant Analysis</i>	9
Tabel 2.1 Frekwensi tingkat keabuan citra	18
Tabel 3.1 Nilai piksel citra <i>grayscale</i>	37
Tabel 3.2 Nilai Jarak Tahap Pertama	38
Tabel 3.3 Nilai Jarak Tahap Kedua Setelah Dilakukan Pemrosesan Tahap Pertama	39
Tabel 3.4 Tahap I	39
Tabel 3.5 Tahap II	39
Tabel 3.6 Tahap III	40
Tabel 4.1 Lingkungan Uji Coba	42
Tabel 4.2 Hasil output citra segmentasi dengan membandingkan citra input dengan citra output	56
Lampiran I	68
Lampiran II	81

ABSTRAK

Bunga, Yoan Kharisma. 2013. **Segmentasi Foramen Mental Dengan Histogram Thresholding Menggunakan Discriminant Analysis Pada Citra Dental Panoramic Radiograph**. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Zainal Abidin M.Kom (II) DR. Munirul Abidin, M.Ag

Kata Kunci: *thresholding*, foramen mental, *discriminant analysis*, *radiograph*

Osteoporosis merupakan penyakit tulang yang sering disebut *silent disease*, karena penyakit ini tanpa menimbulkan gejala dan dapat diketahui setelah bertahun-tahun lamanya. Untuk mendiagnosa osteoporosis tidak mudah, karena tidak ada gejala yang khas dalam penyakit ini. Pemeriksaan radiologi merupakan pemeriksaan yang tepat, namun hanya saja dibutuhkan ketelitian untuk membaca dan mengidentifikasi suatu objek supaya mendapatkan hasil yang akurat, khususnya mengidentifikasi foramen mental pada citra *dental panoramic radiograph* (DPR). Oleh karena itu, dibutuhkan pengolahan citra untuk mendapatkan hasil yang lebih jelas. Tujuan yang ingin dicapai dalam skripsi ini adalah untuk mengidentifikasi foramen mental pada citra DPR menggunakan metode *thresholding* dengan perhitungan *discriminant analysis*. Penelitian ini menggunakan 20 citra DPR. Data yang diperoleh kemudian diproses dengan metode *thresholding* perhitungan *discriminant analysis* supaya dapat memperjelas foramen mental.

ABSTRACT

Bunga, Yoan Kharisma. 2013. **Segmentation of Foramen Mentale By Histogram Thresholding Using Discriminant Analysis on Dental Panoramic Radiograph Image**. Skripsi. Informatics Department of Faculty of Science and Technology. Maulana Malik Ibrahim State Islamic University, Malang. Pembimbing: (I) Zainal Abidin M.Kom (II) DR. Munirul Abidin, M.Ag

Kata Kunci: *thresholding*, foramen mental, *discriminant analysis*, *radiograph*

Osteoporosis is a disease of bone called silent disease, because this disease is without causing symptoms and can be detected after many years. To diagnose osteoporosis not easy, because there are no typical symptoms in this disease. Radiology examination is right examination, but it's takes accuracy to read and identify an object to get accurate results, especially the mental foramen on the dental panoramic radiograph (DPR) image. Therefore, the required image processing to get clearer results. Goals of this thesis is to identify the mental foramen on DPR image use thresholding method with calculation of discriminant analysis. This research uses 20 DPR images, the data processed with thresholding calculation of discriminant analysis method to clarify the mental foramen.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Tulang merupakan salah satu pembentuk tubuh manusia. Kegunaan tulang selain sebagai pembentuk tubuh manusia adalah untuk melindungi organ-organ penting yang terdapat dalam tubuh, seperti jantung, paru-paru, otak, ginjal, lambung dan sebagainya. Dalam Al-Qur'an telah dijelaskan tentang proses penciptaan manusia. Allah berfirman dalam surat Al-Mu'minun ayat 12-14 :

وَلَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ مِنْ سُلَالَةٍ مِّنْ طِينٍ ﴿١٢﴾ ثُمَّ جَعَلْنَاهُ نُطْفَةً فِي قَرَارٍ مَّكِينٍ ﴿١٣﴾
 ثُمَّ خَلَقْنَا النُّطْفَةَ عَلَقَةً فَخَلَقْنَا الْعَلَقَةَ مُضْغَةً فَخَلَقْنَا الْمُضْغَةَ عِظْمًا فَكَسَوْنَا
 الْعِظْمَ لَحْمًا ثُمَّ أَنْشَأْنَاهُ خَلْقًا آخَرَ فَتَبَارَكَ اللَّهُ أَحْسَنُ الْخَالِقِينَ ﴿١٤﴾

Artinya: "Dan sesungguhnya Kami telah menciptakan manusia dari suatu saripati (berasal) dari tanah.. Kemudian Kami jadikan saripati itu air mani (yang disimpan) dalam tempat yang kokoh (rahim). Kemudian air mani itu Kami jadikan segumpal darah, lalu segumpal darah itu Kami jadikan segumpal daging, dan segumpal daging itu Kami jadikan tulang belulang, lalu tulang belulang itu Kami bungkus dengan daging. Kemudian Kami jadikan dia makhluk yang (berbentuk) lain. Maka Maha sucilah Allah, Pencipta Yang Paling Baik." (QS. Al-Mu'minun : 12-14)

Melalui konsep embriologi yang tersurat di dalam Al-Qur'an dapat dipelajari bahwa Allah swt menciptakan manusia melalui beberapa proses untuk memperoleh bentuk yang sempurna. Proses penciptaan ini mempunyai bahan dasar yang berasal dari tanah kemudian mengalami sejumlah proses menjadi bentuk yang sempurna. Penciptaan manusia berikutnya diciptakan dari air mani yang kemudian dipertemukan dengan "benih" perempuan. Melalui proses yang

rumit, embrio tersebut bermigrasi dan kemudian tertanamlah “benih” manusia di tempat yang kokoh, yaitu rahim (Kiptiyah, 2007).

Tulang-tulang tersebut mengandung banyak mineral kalsium. Kalsium inilah yang menjadikan jaringan-jaringan sel tulang menjadi kuat. Apabila massa tulang berkurang, maka akan mengakibatkan pengeroposan tulang yang disebut osteoporosis.

Osteoporosis adalah penyakit yang mempunyai sifat khas berupa massa tulangnya rendah atau berkurang, disertai gangguan mikro-arsitektur tulang dan penurunan kualitas jaringan tulang, yang dapat menimbulkan kerapuhan tulang (Tandra, 2009).

Kepadatan tulang biasanya menurun mulai dari usia tiga puluh sampai akhir empat puluhan, khususnya pada tulang belakang, tetapi keropos tulang pinggul juga dapat terjadi pada usia ini. Hal ini dapat berkaitan dengan berkaitan dengan berkurangnya aktifitas fisik. Penurunan massa tulang yang jauh lebih besar lagi dapat terjadi menjelang menopause atau beberapa tahun sebelumnya, kemungkinan terkait dengan menurunnya kadar hormon estrogen. Pria tidak mengalami pengeroposan tulang yang pesat karena pria tidak mengalami penurunan hormon estrogen (hormon wanita) atau testosteron (hormon pria) yang drastis. Hal ini membantu melindungi pria dari osteoporosis (selain kenyataan bahwa tingkat massa tulang maksimum di daerah tulang yang sama pada pria lebih tinggi ketimbang wanita). Namun, seiring bertambahnya usia (tujuh tahun lebih), kadar kedua hormon tersebut dapat menurun dan mengakibatkan keropos tulang pada pria. (Cosman, 2009: 25)

Osteoporosis disebut sebagai *silent disease* karena penyakit ini tidak disertai gejala yang jelas dan berlangsung secara berkelanjutan selama bertahun-tahun, sehingga penderita osteoporosis ini banyak dialami oleh para lanjut usia. Penyakit ini baru terdeteksi ketika penderita mengalami patah tulang.

Umumnya, penderita osteoporosis rentan mengalami patah tulang pada tulang panggul, tulang pergelangan tangan, dan tulang belakang. Untuk mendiagnosis penyakit osteoporosis dapat dilakukan dengan pemeriksaan kepadatan tulang (*Bone Mineral Density/ BMD*).

Pemeriksaan BMD ini dapat dilihat dari gambar hasil sinar X-Ray. Sinar X-Ray merupakan teknologi kedokteran yang dapat memancarkan sinar X. Menurut Chris Oxlade (2003: 106) sinar X adalah gelombang, seperti gelombang mikro dan gelombang cahaya. Sinar X dapat menembus daging, namun tidak dapat menembus tulang. Foto sinar X biasanya digunakan di rumah sakit untuk mendeteksi tulang-tulang yang mengalami patah tulang. Salah satu jenis citra hasil sinar X-Ray adalah citra *Dental Panoramic Radiograph (DPR)*.

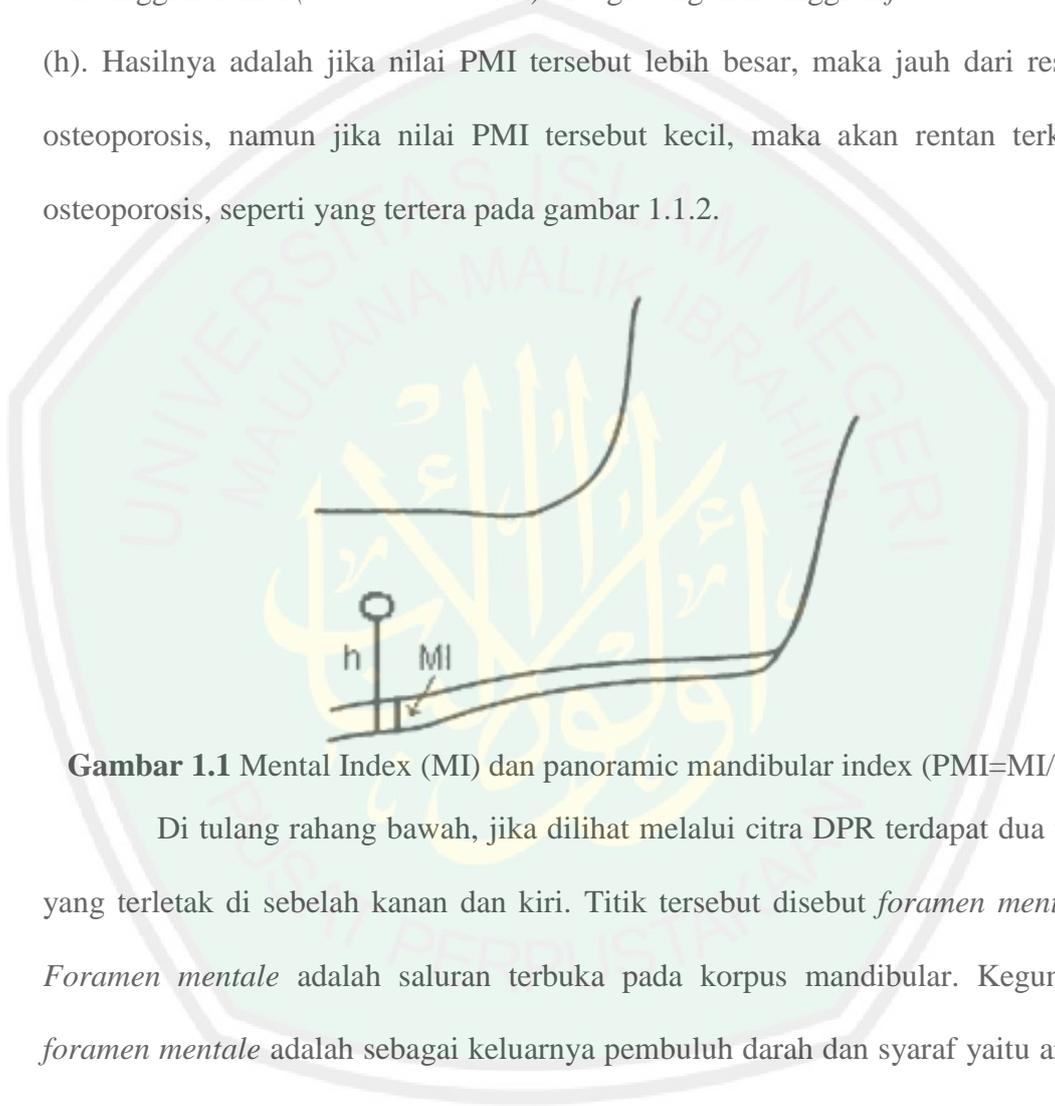
Citra DPR ialah citra X-Ray tulang yang merupakan representasi dari keadaan tulang bagian rahang. Citra ini merupakan citra berskala keabuan yang sering digunakan dalam pemeriksaan gigi dan rahang dalam praktek dokter gigi di seluruh dunia (Taguchi dkk, 2005).

Ada beberapa penelitian yang telah dilakukan dengan memanfaatkan citra X-Ray untuk mendiagnosis osteoporosis. Peneliti yang melakukan penelitian tersebut adalah Horner, dkk dengan judul penelitiannya "*Mandibular Bone Mineral Density as Predictor of Skeletal Osteoporosis*" pada tahun 1996, meneliti

tentang hubungan antara kepadatan mineral tulang mandibula dan bagian kerangka lain yang umumnya digunakan untuk densitometry tulang dalam mendeteksi osteoporosis. Menurut Watson (1997), mandibula adalah tulang yang tidak teratur dan merupakan satu-satunya tulang kepala yang dapat bergerak. Tulang ini membentuk rahang bawah dan membentuk tempat untuk geligi bawah yang tertanam bagian alveolaris. Kemudian penelitian ini dilanjutkan oleh Bozic dan I Haren pada tahun 2005 dengan judul penelitiannya yaitu *Osteoporosis and Mandible* yaitu melakukan perbandingan pada jaringan tulang mandibula pada *dental panoramic tomograph* antara wanita yang mengalami osteoporosis dengan yang non-osteoporosis.

Sedangkan beberapa penelitian osteoporosis yang meneliti pada bagian *foramen mentale* telah dilakukan oleh Agus Zainal Arifin, Akira Taguchi, dkk antara lain: pada tahun 2005 dengan judul penelitiannya “*Computer-Aided System for Measuring The Mandibular Cortical Width on Panoramic Radiograph in Osteoporosis Diagnosis*”, pada tahun 2006 dengan judul penelitiannya “*Computer-Aided System for Measuring the Mandibular Cortical Width on Dental Panoramic Radiograph in Identifying Postmenopausal Women with Low Bone Mineral Density*”, dan pada tahun 2006 dengan judul penelitiannya “*Use of Dental Panoramic Radiograph in Identifying Younger Postmenopausal Women with Osteoporosis*”. Ketiga jurnal penelitian di atas membahas tentang pendeteksian osteoporosis dengan mengukur tinggi foramen mentale sebagai lebar kortikal. Selain Agus Zainal, dkk, penelitian yang melibatkan area *foramen mentale* untuk mendeteksi osteoporosis ialah Gulsahi, dkk pada tahun 2010

yaitu “Assessment of Bone Mineral Density in Jaws and Its Relationship to Radiomorphometric Indices” menghitung *panoramic mandibular index* (PMI) dari tinggi kortikal (*mental index*/ MI) dibagi dengan ketinggian *foramen mentale* (h). Hasilnya adalah jika nilai PMI tersebut lebih besar, maka jauh dari resiko osteoporosis, namun jika nilai PMI tersebut kecil, maka akan rentan terkena osteoporosis, seperti yang tertera pada gambar 1.1.2.



Gambar 1.1 Mental Index (MI) dan panoramic mandibular index ($PMI=MI/h$)

Di tulang rahang bawah, jika dilihat melalui citra DPR terdapat dua titik yang terletak di sebelah kanan dan kiri. Titik tersebut disebut *foramen mentale*. *Foramen mentale* adalah saluran terbuka pada korpus mandibular. Kegunaan *foramen mentale* adalah sebagai keluarnya pembuluh darah dan syaraf yaitu arteri dan vena mental serta nervus mental yang merupakan cabang nervus alveolar inferior (Abadi.2008). Keadaan *foramen mentale* pada citra DPR (*Dental Panoramic Radiograph*) sangat sulit diidentifikasi karena kontrasnya yang rendah dan warnanya yang gelap.

Untuk mendukung pendeteksian osteoporosis ini, maka perlu adanya pengolahan citra untuk memperjelas citra supaya lebih jelas dan mudah dideteksi. Salah satunya dengan melakukan segmentasi citra.

Segmentasi merupakan teknik untuk membagi suatu citra menjadi beberapa daerah (*region*) di mana setiap daerah memiliki kemiripan atribut. Allah berfirman bahwa Allah menciptakan sesuatu secara berkelompok. Itu terbukti pada Al-Qur'an surat An-Naba': 18 yang berbunyi:

يَوْمَ يُنْفَخُ فِي الصُّورِ فَتَأْتُونَ أَفْوَاجًا ﴿١٨﴾

Artinya : “yaitu hari (yang pada waktu itu) ditiup sangkakala lalu kamu datang berkelompok-kelompok,” (Q.S An-Naba': 18)

Menurut Syaikh Abu Bakar Jabir Al-Jazairi dalam buku tafsirnya bahwa Allah Ta'ala menyebutkan kejadian-kejadian sebelumnya “yaitu hari (yang pada waktu itu) ditiup sangkakala lalu kamu datang berkelompok-kelompok,” yaitu ketika malaikat Israfil meniup terompet kebangkitan, yaitu pada tiupan kedua, maka seluruh umat manusia akan datang berbondong-bondong secara berkelompok.

Selain surat An-Naba':18 yang menjelaskan tentang pengelompokan, terdapat surat An-Naml: 83, yaitu sebagai berikut:

وَيَوْمَ نَحْشُرُ مِنْ كُلِّ أُمَّةٍ فَوْجًا مِمَّنْ يُكَذِّبُ بِآيَاتِنَا فَهُمْ يُوزَعُونَ ﴿٨٣﴾

Artinya: “Dan (ingatlah) hari (ketika) Kami kumpulkan dari tiap-tiap umat segolongan orang-orang yang mendustakan ayat-ayat Kami, lalu mereka dibagi-bagi (dalam kelompok-kelompok).” (Q.S An-Naml: 83)

Syaikh Abu Bakar Jabir Al-Jazairi juga menjelaskan surat An-Naml: 83 dalam buku tafsirnya bahwa Allah Ta'ala berfirman kepada Rasul-Nya, “Dan ingatlah wahai Rasul Kami...” (Hari ketika Kami kumpulkan dari tiap-tiap umat

segolongan orang-orang yang mendustakan ayat-ayat Kami, lalu mereka dibagi-bagi dalam kelompok-kelompok).” Yaitu dengan mengatur barisan mereka agar berjalan dengan rapi.

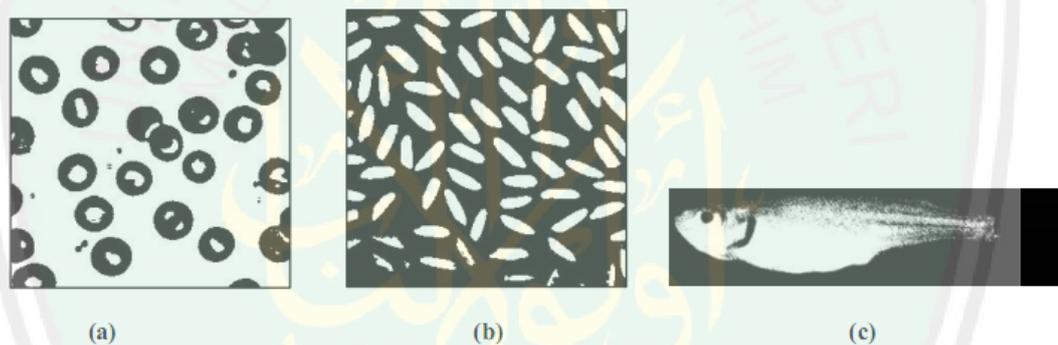
Kedua ayat tersebut menyimpulkan bahwa pengelompokan itu penting dilakukan supaya dapat diproses dengan mudah, begitu pula yang terjadi pada pengolahan citra. Jika piksel-piksel citra tersebut dikelompokkan berdasarkan karakteristiknya masing-masing, maka akan mudah diproses menjadi citra baru yang hasilnya lebih baik dari citra aslinya.

Metode segmentasi merupakan metode pengelompokan piksel berdasarkan karakteristiknya, sehingga hasil akhir dari metode segmentasi ini menghasilkan dua kelompok yang berbeda, yaitu objek dan latar belakang. Objek dan latar belakang suatu citra ini dibedakan berdasarkan warna, yaitu hitam dan putih.

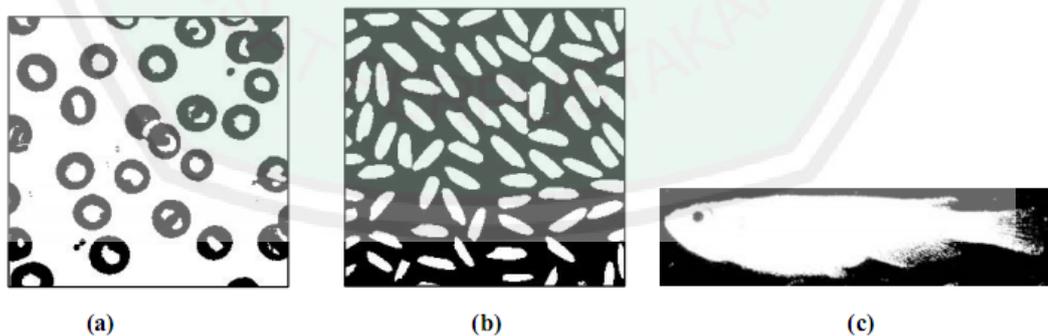
Segmentasi citra dengan memanfaatkan *thresholding* merupakan salah satu cara untuk memperbaiki dan memperjelas suatu citra berdasarkan dengan nilai ambangnya. Pengolahan citra dengan memanfaatkan metode *discriminant analysis* pada masukan citra merupakan sebuah metode untuk menghitung nilai ambang T secara otomatis. Namun, nilai T atau nilai ambang yang terdapat pada proses segmentasi citra yang menggunakan perhitungan *discriminant analysis* ini akan menghasilkan nilai T yang bertingkat-tingkat, sehingga disebut *multi-level thresholding*.

Kelebihan dari metode *thresholding* dengan perhitungan *discriminant analysis* ini telah dibuktikan oleh Agus Zainal Arifin dan Akira Asano dalam

jurnal penelitiannya yaitu “*Image Thresholding by Histogram Segmentation using Discriminant Analysis*” tahun 2004, yang diaplikasikan pada gambar darah, butiran padi, dan ikan. Jurnal tersebut membandingkan hasil pengolahan citra antara segmentasi menggunakan perhitungan *discriminant analysis* dengan metode otsu. Hasil dari segmentasi *thresholding* yang menggunakan perhitungan *discriminant analysis* lebih jelas perbedaan objek dengan latar belakang daripada yang menggunakan metode otsu. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada gambar 1.2 dan gambar 1.3.



Gambar 1.2 Citra yang di-*threshold* menggunakan metode Otsu: (a) darah; (b) butiran padi; (c) ikan (Sumber: Arifin, 2004)



Gambar 1.3 Citra yang di-*threshold* menggunakan metode perhitungan *Discriminant Analysis*: (a) darah; (b) butiran padi; (c) ikan (Sumber: Arifin, 2004)

Kedua gambar di atas, ditunjukkan dengan nilai *threshold* yang ditentukan dengan dua metode *threshold* pada tabel 1.1.

Tabel 1.1 Perbandingan nilai *threshold* antara metode otsu dengan metode perhitungan *Discriminant Analysis* (Sumber: Arifin, 2004)

Tested Image	Threshold selection Method	
	Otsu's method	The proposed method
Blood image	109	91
Rice grain image	125	107
Fish image	103	22

Berdasarkan tabel di atas, bahwa nilai *threshold* yang menggunakan perhitungan *discriminant analysis* lebih kecil di banding nilai *threshold* metode otsu.

Berdasarkan analisa latar belakang, penulis akan mengimplementasikan pengolahan citra segmentasi untuk mengidentifikasi *foramen mentale* dari citra DPR (*Dental Panoramic Radiograph*) dengan menggunakan perhitungan *discriminant analysis*.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan penjelasan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana membangun sebuah aplikasi untuk mengidentifikasi foramen mental pada citra DPR (*Dental Panoramic Radiograph*) menggunakan metode *discriminant analysis*?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi *foramen mentale* pada citra DPR (*Dental Panoramic Radiograph*) menggunakan metode *Discriminant Analysis*.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dari aplikasi ini adalah membantu dokter gigi untuk mengidentifikasi foramen mental secara otomatis pada citra DPR (*Dental Panoramic Radiograph*).

1.5 BATASAN MASALAH

Batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

- a. Aplikasi segmentasi mental foramen pada citra DPR (*Dental Panoramic Radiograph*) ini berbasis desktop
- b. Gambar yang digunakan untuk pendeteksian adalah citra DPR (*Dental Panoramic Radiograph*)
- c. Aplikasi segmentasi *foramen mental* pada citra DPR (*Dental Panoramic Radiograph*) ini digunakan di bidang kesehatan
- d. Dalam mensegmentasi citra DPR (*Dental Panoramic Radiograph*) menggunakan metode *Discriminant Analysis*.

1.6 METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan proses segmentasi citra DPR (*Dental Panoramic Radiograph*) pada tulang mandibular menggunakan *thresholding* dengan perhitungan *discriminant analysis*. Tahap pertama yang dilakukan adalah mencari dan memahami pustaka-pustaka yang berhubungan dengan pengolahan citra seperti *greyscale*, *histogram*, dan cara melakukan pengolahan citra dalam matlab,

serta objek yang akan diteliti yaitu citra DPR. Literatur yang digunakan berasal dari jurnal penelitian ilmiah, buku referensi, dan internet.

Selanjutnya, perancangan aplikasi yang terdiri dari beberapa proses, yaitu mengubah citra awal menjadi citra yang berskala keabuan (*greyscale*), membuat histogram probabilitas, dan menghitung piksel dengan perhitungan *discriminant analysis*.

Setelah itu, dilakukan uji coba dan evaluasi pada setiap proses untuk memastikan ketepatan aplikasi yang dibuat. Langkah terakhir yaitu membuat dokumentasi pada setiap tahapnya, mulai dari perancangan hingga terbentuknya suatu system yang nantinya dijadikan laporan tugas akhir.

1.7 SISTEMATIKA PENULISAN

Bab I Pendahuluan

Dalam bab ini berisi latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah, manfaat, metodologi penelitian dan sistematika penulisan dalam tugas akhir ini.

Bab II Dasar Teori

Bab ini menjelaskan konsep dan teori dasar yang mendukung penulisan tugas akhir ini yaitu segmentasi citra dengan perhitungan *discriminant analysis*. Perhitungan *discriminant analysis* ini akan digunakan untuk menghitung dan menggabungkan jarak antar kluster yang berdekatan. Perhitungan ini juga membutuhkan histogram untuk mengetahui banyaknya piksel dalam citra tersebut.

Dalam bab ini juga membahas tentang *foramen mentale* pada citra DPR yang merupakan obyek dari penelitian ini.

Bab III Analisis dan Rancangan Aplikasi

Bab ini menjelaskan mengenai analisis dan perancangan aplikasi segmentasi *foramen mentale* pada citra DPR.

Bab IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisi pengujian terhadap hasil pengujian dari aplikasi yang telah dibangun.

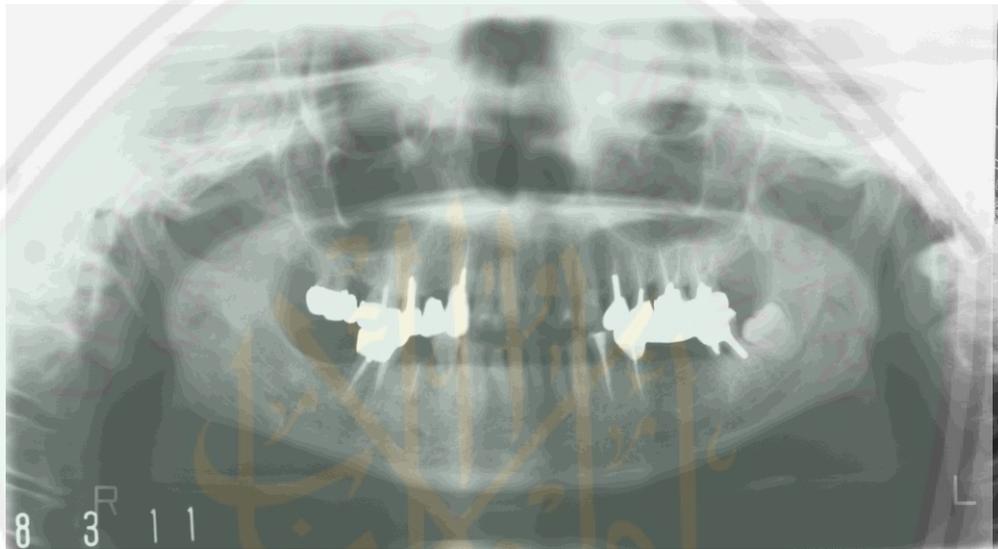
Bab V Penutup

Bab ini berisi kesimpulan dan saran terhadap seluruh kegiatan tugas akhir yang telah dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Citra DPR (*Dental Panoramic Radiograph*)



Gambar 2.1 Citra Dental Panoramic Radiograph (DPR)

Wilhelm Conrad Roentgen seorang ahli fisika di Universitas Wurzburg, Jerman, pertama kali menemukan sinar Roentgen pada tahun 1895 sewaktu melakukan eksperimen dengan sinar katoda. Saat itu Roentgen melihat timbulnya sinar fluoresensi yang berasal dari Kristal barium platinosianida dalam tabung Crookes-Hittorf yang dialiri listrik. Roentgen segera menyadari bahwa fenomena ini merupakan suatu penemuan baru sehingga dengan gigih, Roentgen terus menerus melanjutkan penyelidikannya dalam minggu-minggu berikutnya. Tidak lama kemudian, ditemukanlah sinar baru atau sinar-X (Ekayuda, 2005).

Sinar-X merupakan bagian dari spectrum elektromagnetik, dipancarkan akibat pengeboman anoda wolfram oleh electron-elektron tersebut melintasi

pasien dan menampilkan film radiografi. Tulang dapat menyerap sebagian besar radiasi, menyebabkan pajanan pada film paling sedikit, sehingga film yang dapat dihasilkan tampak berwarna putih. Udara paling sedikit menyerap radiasi, menyebabkan pajanan pada film maksimal, sehingga film tampak berwarna hitam. Di antara kedua keadaan ekstrem ini, penyerapan jaringan yang sangat berbeda-beda menghasilkan citra dalam skala abu-abu (*grayscale*). (Patel, 2007: 5)

Radiografi ialah pembuatan film rekaman (radiograf) jaringan-jaringan tubuh bagian dalam dengan melewati sinar-X atau sinar gamma melewati tubuh agar mencetak gambar pada film yang sensitif (Curry, 1984).

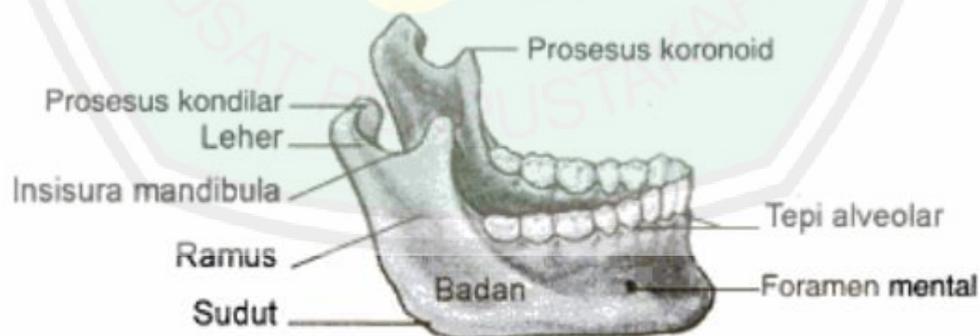
Radiografi umumnya digunakan untuk melihat benda tak tembus pandang, misalnya bagian dalam tubuh manusia. Gambaran benda yang diambil dengan radiografi disebut radiograf. Radiografi lazim digunakan pada berbagai bidang, terutama kedokteran dan industri (Sprawls, Ph.D, 2010).

Dental Panoramic radiograph biasanya digunakan untuk memeriksa penyakit gigi. Selain itu juga digunakan untuk mendeteksi dini penyakit tulang seperti osteoporosis. Namun, sebagian besar, sistem komputer berfungsi untuk membantu diagnosis *panoramic radiographic* dengan metode segmentasi. Segmentasi merupakan teknik untuk membagi suatu citra menjadi beberapa daerah (*region*) dimana setiap daerah memiliki kemiripan atribut (Putra, 2010: 211).

2.2 Foramen Mentale

Pada citra DPR bagian bawah, terdapat dua titik yang terletak di kanan dan kiri rahang bawah. Titik tersebut adalah *foramen mentale*. Kegunaan *foramen mentale* ialah keluarnya pembuluh darah dan syaraf yaitu arteri dan vena mental serta nervus mental yang merupakan cabang nervus alveolar inferior. Secara anatomi ada satu *foramen mentale* pada setiap sisi mandibular yang merupakan tempat lewatnya arteri dan vena mental serta nervus mental. Jumlah syaraf-syaraf mental dapat bervariasi pada individu dan ras yang berbeda, yaitu antara satu dan tiga (Abadi.2008). Anatomi *foramen mentale* serta hubungannya terhadap gigi dan jaringan mulut sekitarnya dapat dilihat pada gambar 2.2:

Menurut kamus kedokteran gigi, definisi mental foramen adalah lubang di aspek bukal badan mandibular, biasanya di daerah bawah dan diantara gigi premolar (F. J Harty dan R. Ogston Narlan. 1995). Lubang pada foramen mental ini berfungsi sebagai tempatnya saraf-saraf dan limfe.



Gambar 2.2 Sisi literal mandibular yang terpisah (Sumber: Ethel Sloane, 2003)

2.3 Pengolahan Citra

Sebuah piksel adalah sampel dari pemandangan yang mengandung intensitas citra yang dinyatakan dalam bilangan bulat. Sebuah citra adalah kumpulan piksel-piksel yang disusun dalam satu larik dua-dimensi. Pengolahan citra adalah kegiatan memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia komputer. Inputnya adalah citra dan keluarannya juga citra tapi dengan kualitas lebih baik daripada citra masukan, misal citra warnanya kurang tajam, kabur, mengandung noise (misal bintik-bintik putih) sehingga perlu pemrosesan untuk memperbaiki citra karena akan sulit diinterpretasikan sebab informasi yang disampaikan menjadi berkurang. Pengolahan citra bersifat multidisiplin, yaitu merambah ke banyak aspek, antara lain: fisika, elektronika, matematika, seni, bidang medis, dan teknologi komputer (Ahmad, 2005).

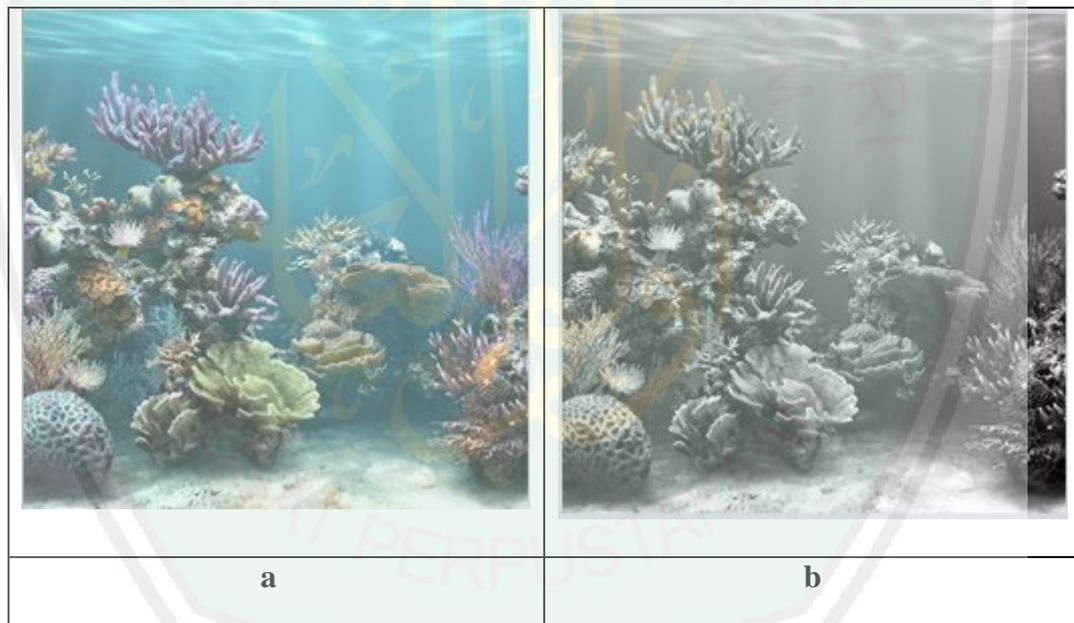
Secara umum, pengolahan citra digital menunjuk pada pemrosesan gambar dua dimensi menggunakan komputer. Dalam konteks yang lebih luas, pengolahan citra digital mengacu pada pemrosesan setiap data dua dimensi. Citra digital merupakan sebuah larik (*array*) yang berisi nilai-nilai real maupun kompleks yang direpresentasikan dengan deretan bit tertentu (Putra, 2010).

2.3.1 Citra *Grayscale*

Jumlah warna pada citra grey adalah 256, karena citra grey jumlah bitnya adalah 8, sehingga jumlah warnanya adalah $2^8 = 256$, nilainya berada pada jangkauan 0-255. Sehingga nilai intensitas dari citra gray tidak akan melebihi 255

dan tidak mungkin kurang dari 0. Model penyimpanannya adalah $f(x,y)$ = nilai intensita, dengan x dan y merupakan posisi nilai intensitas. (Purnomo, 2010: 5)

Citra grayscale merupakan citra digital yang hanya memiliki satu nilai kanal pada setiap pikselnya, dengan kata lain nilai bagian RED = GREEN = BLUE. Nilai tersebut digunakan untuk menunjukkan tingkat intensitas. Warna yang dimiliki adalah warna hitam, keabuan, dan putih. Tingkatan keabuan di sini merupakan warna abu dengan berbagai tingkatan dari hitam hingga mendekati putih (Darma, 2010).



Gambar 2.3 Perbedaan citra: (a) citra berwarna (b) citra yang berskala keabuan (*grayscale*)

2.3.2 Histogram

Histogram citra merupakan *tool* yang digunakan untuk mengetahui sebaran tingkat keabuan suatu citra. Informasi sebaran tingkat keabuan tersebut sangat bermanfaat untuk memisahkan objek dengan latar belakang dari suatu citra (Dwayne, 2000; Glasbey, 1993).

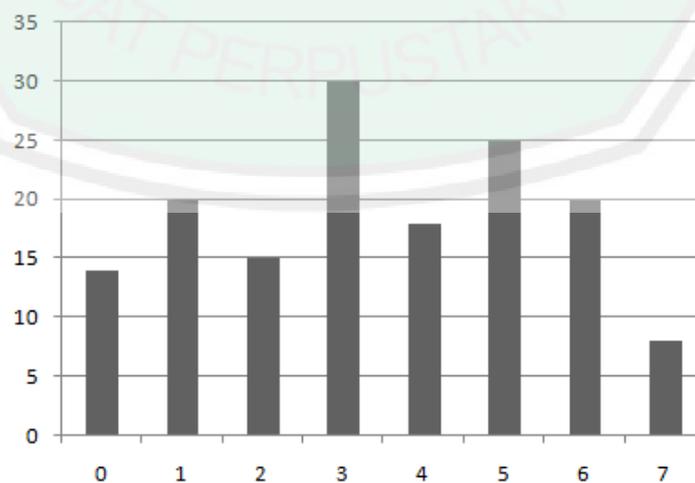
Misalkan suatu citra dengan ukuran 10x15, dengan tingkat keabuan antara 0 sampai dengan 7 dengan matriks:

$$H = \begin{bmatrix} 3 & 4 & 1 & 1 & 2 & 3 & 7 & 1 & 3 & 2 & 3 & 1 & 4 & 6 & 1 \\ 0 & 0 & 3 & 3 & 2 & 2 & 2 & 6 & 6 & 0 & 0 & 6 & 5 & 4 & 5 \\ 0 & 0 & 3 & 5 & 0 & 2 & 1 & 3 & 3 & 5 & 3 & 4 & 3 & 5 & 3 \\ 2 & 1 & 2 & 6 & 1 & 3 & 6 & 6 & 6 & 5 & 5 & 4 & 3 & 3 & 1 \\ 0 & 4 & 1 & 2 & 4 & 3 & 2 & 5 & 3 & 7 & 6 & 2 & 5 & 1 & 4 \\ 3 & 0 & 5 & 2 & 1 & 4 & 5 & 5 & 3 & 4 & 6 & 4 & 6 & 5 & 6 \\ 5 & 3 & 5 & 6 & 6 & 1 & 7 & 2 & 3 & 3 & 6 & 7 & 3 & 7 & 5 \\ 1 & 4 & 5 & 2 & 1 & 0 & 5 & 1 & 3 & 1 & 3 & 2 & 3 & 6 & 7 \\ 0 & 5 & 3 & 6 & 1 & 3 & 6 & 1 & 6 & 4 & 4 & 5 & 4 & 5 & 7 \\ 4 & 5 & 4 & 6 & 7 & 6 & 0 & 1 & 0 & 5 & 5 & 3 & 4 & 3 & 0 \end{bmatrix}$$

Maka akan didapatkan frekwensi tingkat keabuan pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.1 Frekwensi tingkat keabuan citra

No	Tingkat Keabuan	Jumlah
1	0	14
2	1	20
3	2	15
4	3	30
5	4	18
6	5	25
7	6	20
8	7	8



Gambar 2.4 Histogram dengan sebaran antara 0 sampai dengan 7

Dari gambar di atas tampak jelas bahwa, grafik tersebut memberikan informasi tentang frekwensi sebaran dari tingkat keabuan yang digunakan. Karena contoh yang dipakai menggunakan 8 macam tingkat keabuan (antara 0 sampai dengan 7), maka maksimal tingkat keabuan yang digunakan adalah 7, bisa saja nilai tingkat keabuan tersebut tidak terpakai. (Purnomo, 2010)

Metode histogram adalah metode yang paling sering digunakan. Nilai T ditentukan berdasarkan histogram dari citra yang akan diibandingkan. Suatu citra yang memiliki objek tunggal dengan latar belakang homogen, biasanya memiliki histogram yang bimodal (memiliki dua maksimum local atau dua puncak) (Darma, 2010).

2.3.3 Segmentasi Citra

Segmentasi merupakan teknik untuk membagi suatu citra menjadi beberapa daerah (*region*) di mana setiap daerah memiliki kemiripan atribut. Segmentasi mengacu pada operasi pemisahan sebuah citra menjadi bagian-bagian atau membagi citra menjadi bagian yang diharapkan termasuk objek yang dianalisis yang ada pada citra tersebut.

Memilih bentuk dalam sebuah citra sangat berguna dalam pengukuran atau pemahaman citra. Secara tradisional, segmentasi didefinisikan sebagai proses pendefinisian jangkauan nilai gelap dan terang pada citra yang sebenarnya, memilih piksel dalam jangkauan ini sebagai latar depan dan menolak sisanya sebagai latar belakang. Dengan demikian, citra terbagi atas dua bagian, yaitu bagian hitam dan bagian putih, atau warna yang membatasi setiap wilayah. Salah

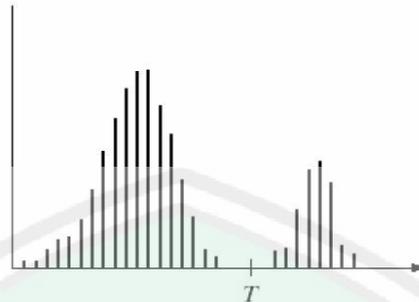
satu metode yang efektif dalam segmentasi citra biner adalah dengan memeriksa hubungan piksel dengan tetangganya dan memberinya label. Metode ini disebut pelabelan komponen. Pembagian citra menjadi beberapa daerah, berdasarkan sifat-sifat tertentu dari citra yang dapat dijadikan pembeda, disebut juga segmentasi citra. Suatu daerah dalam citra adalah sekumpulan piksel yang terkoneksi satu sama lain dan mempunyai sifat yang secara umum sama. Dalam citra ideal, sebuah daerah akan dibatasi dengan kurva tertutup, artinya objek yang berada di dalam citra itu tampil utuh, tidak terpotong atau menyentuh tepi bingkai citra. Pada prinsipnya, segmentasi daerah dan deteksi tepi membuahkan hasil yang sama, yaitu memisahkan objek atau objek yang menjadi pusat perhatian dalam menginterpretasi suatu citra (Munir, 2004).

2.3.4 *Thresholding*

Salah satu teknik segmentasi adalah pengambangan (*thresholding*). *Thresholding* ialah proses pengambangan yang akan menghasilkan citra biner, yaitu citra yang memiliki dua nilai tingkat keabuan yaitu hitam dan putih atau 0 dan 1. Secara umum proses pengambangan citra *grayscale* untuk menghasilkan citra biner adalah sebagai berikut:

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{jika } f(x,y) \geq T \\ 0 & \text{jika } f(x,y) < T \end{cases}$$

Dengan $g(x,y)$ adalah citra biner dari citra *grayscale* $f(x,y)$, dan T menyatakan nilai ambang. Nilai T memegang peranan penting dalam proses pengambangan. Kualitas hasil citra biner sangat tergantung pada nilai T yang digunakan (Putra, 2010).



Gambar 2.5 Pemilihan *threshold* secara analisis visual histogram bimodal

2.4 Discriminant Analysis

Discriminant Analysis adalah salah satu teknik analisa statistika dependensi yang memiliki kegunaan untuk mengklasifikasikan objek beberapa kelompok. Pengelompokan dengan *discriminant analysis* ini terjadi karena adanya pengaruh satu atau lebih variabel lain yang merupakan variabel independen. Kombinasi linier dari variabel-variabel ini akan membentuk suatu fungsi diskriminan (Hair et. al.,1998).

Pada segmentasi *foramen mentale* pada citra DPR (*Dental Panoramic Radiograph*) ini, *discriminant analysis* digunakan untuk menghitung dan menggabungkan jarak antar kluster k_1 dan k_2 . Persamaan diukur antara dua kluster yang berdekatan dalam histogram untuk mengetahui kedekatan antara kedua kluster. Pengukuran jarak antara kluster A dengan kluster B, $Dist_{AB}$ menggunakan *discriminant analysis* yang disesuaikan dari fungsi standar yang ditetapkan oleh Otsu. Nilai jarak antar dua kluster yang terpendek akan digabung. Karena algoritma *thresholding* dapat digeneralisasi untuk menangani masalah masalah multi-level *threshold*, dapat diasumsikan bahwa masalah awal sebagai

masalah multi-level *threshold*. Nilai parameter awal untuk $1 \leq k \leq K$ dapat dihitung sebagai berikut: (Arifin, 2004)

$$\sum_{k=1}^K P_k = 1$$

- $\Pr\{z|C_n\}$ adalah fungsi densitas probabilitas graylevel z dalam kelas n . Nilai intensitas piksel dalam range $[0, L-1]$

Algoritma *thresholding* sebagai berikut:

1. Dimulai dengan kluster-kluster K , masing-masing terdiri dari satu graylevel.
 - Nilai rata-rata kluster k , $m_k = T_k$
 - $P_k = h(T_k)$, dimana $h(z)$ adalah fungsi densitas probabilitas z
2. Mengulangi langkah 3-4 hingga $K-2$ kali
3. Menghitung jarak $Dist_{k_1 k_2}$ antar kluster berdekatan yang ditentukan k_1 dan k_2 sebagai berikut:

$$Dist_{k_1 k_2} = \frac{P_{k_1} P_{k_2} [m_{k_1} - m_{k_2}]^2}{\sigma_{k_1 k_2}^2}$$

Dimana $\sigma_{k_1 k_2}^2$ merupakan penjumlahan varian dari kluster k_1 dan k_2 , jika kedua kluster tersebut digabungkan.

$$M_{k_1 k_2} = \frac{P_{k_1} m_{k_1} + P_{k_2} m_{k_2}}{P_{k_1} + P_{k_2}}$$

$$P_k = Pr\{C_k\} = \sum_{z=T_{k-1}+1}^{T_k} h(z)$$

$$m_k = \sum_{z=T_{k-1}+1}^{T_k} z Pr\{z|C_k\} = \frac{1}{P_k} \sum_{z=T_{k-1}+1}^{T_k} zh(z)$$

$$\sigma_{k_1 k_2}^2 = \sum_{z=T_{k_1-1}+1}^{T_{k_2}} [z - M_{k_1 k_2}]^2 h(z)$$

Dimana $M_{k_1 k_2}$ merupakan nilai rata-rata yang baru dari klaster k_1 dan k_2 , jika kedua klaster tersebut digabungkan. (Arifin, 2004)

2.5 Integrasi Metode *Discriminant Analysis* dengan Al-Qur'an

Allah SWT berfirman dalam surat An-Naba' ayat 18:

يَوْمَ يُنْفَخُ فِي الصُّورِ فَتَأْتُونَ أَفْوَاجًا ﴿١٨﴾

Artinya : “yaitu hari (yang pada waktu itu) ditiup sangkakala lalu kamu datang berkelompok-kelompok,”(Q.S An-Naba': 18)

Berdasarkan Q.S An-Naba' ayat 18, Menurut Syaikh Abu Bakar Jabir Al-Jazairi dalam buku tafsirnya bahwa Allah *Ta'ala* menyebutkan kejadian-kejadian sebelumnya “yaitu hari (yang pada waktu itu) ditiup sangkakala lalu kamu datang berkelompok-kelompok,” yaitu ketika malaikat Israfil meniup terompet kebangkitan, yaitu pada tiupan kedua, maka seluruh umat manusia akan datang berbondong-bondong secara berkelompok.

Allah SWT berfirman di dalam Al-Qur'an surat An-Naml Ayat 83:

وَيَوْمَ نَحْشُرُ مِنْ كُلِّ أُمَّةٍ فَوْجًا مِمَّنْ يُكَذِّبُ بِآيَاتِنَا فَهُمْ يُوزَعُونَ ﴿٨٣﴾

Artinya: “Dan (ingatlah) hari (ketika) Kami kumpulkan dari tiap-tiap umat segolongan orang-orang yang mendustakan ayat-ayat Kami, lalu mereka dibagi-bagi (dalam kelompok-kelompok).” (Q.S An-Naml: 83)

Syaikh Abu Bakar Jabir Al-Jazairi juga menjelaskan surat An-Naml: 83 dalam buku tafsirnya bahwa Allah *Ta’ala* berfirman kepada Rasul-Nya, “*Dan ingatlah wahai Rasul Kami...*” (*Hari ketika Kami kumpulkan dari tiap-tiap umat segolongan orang-orang yang mendustakan ayat-ayat Kami, lalu mereka dibagi-bagi dalam kelompok-kelompok*).” Yaitu dengan mengatur barisan mereka agar berjalan dengan rapi.

Dari penjelasan Q.S An-Naba’: 18 dan Q.S An-Naml: 83 dapat dikaitkan bahwasannya metode segmentasi dengan perhitungan *Discriminant Analysis* juga mengelompokkan dan menggabungkan piksel sesuai dengan kriterianya. Dengan menghitung nilai *thresholding*, maka mudah untuk mengelompokkan piksel menjadi hitam dan putih, sehingga *foramen mentale* dapat teridentifikasi secara otomatis.

BAB III

METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan diuraikan mengenai metode penelitian untuk mengidentifikasi *foramen mentale* pada citra DPR (*Dental Panoramic Radiograph*). Dalam metode penelitian ini akan membahas mengenai lingkungan perancangan perangkat lunak, deskripsi sistem, desain sistem, perancangan antarmuka, contoh perhitungan manual dan tabel hasil perhitungan. Penjabaran dan penjelasannya akan diuraikan sebagai berikut ini:

3.1 Lingkungan Perancangan Perangkat Lunak

Untuk merancang dan membuat program identifikasi *foramen mentale* menggunakan metode perhitungan *Discriminant Analysis*, penulis menggunakan beberapa perangkat lunak yaitu:

a. Sistem Operasi 7 Ultimate

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

b. MATLAB R2008a

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 digunakan sebagai tool dalam melakukan pemrograman dan pembangunan sistem ini.

c. Microsoft Office 2010

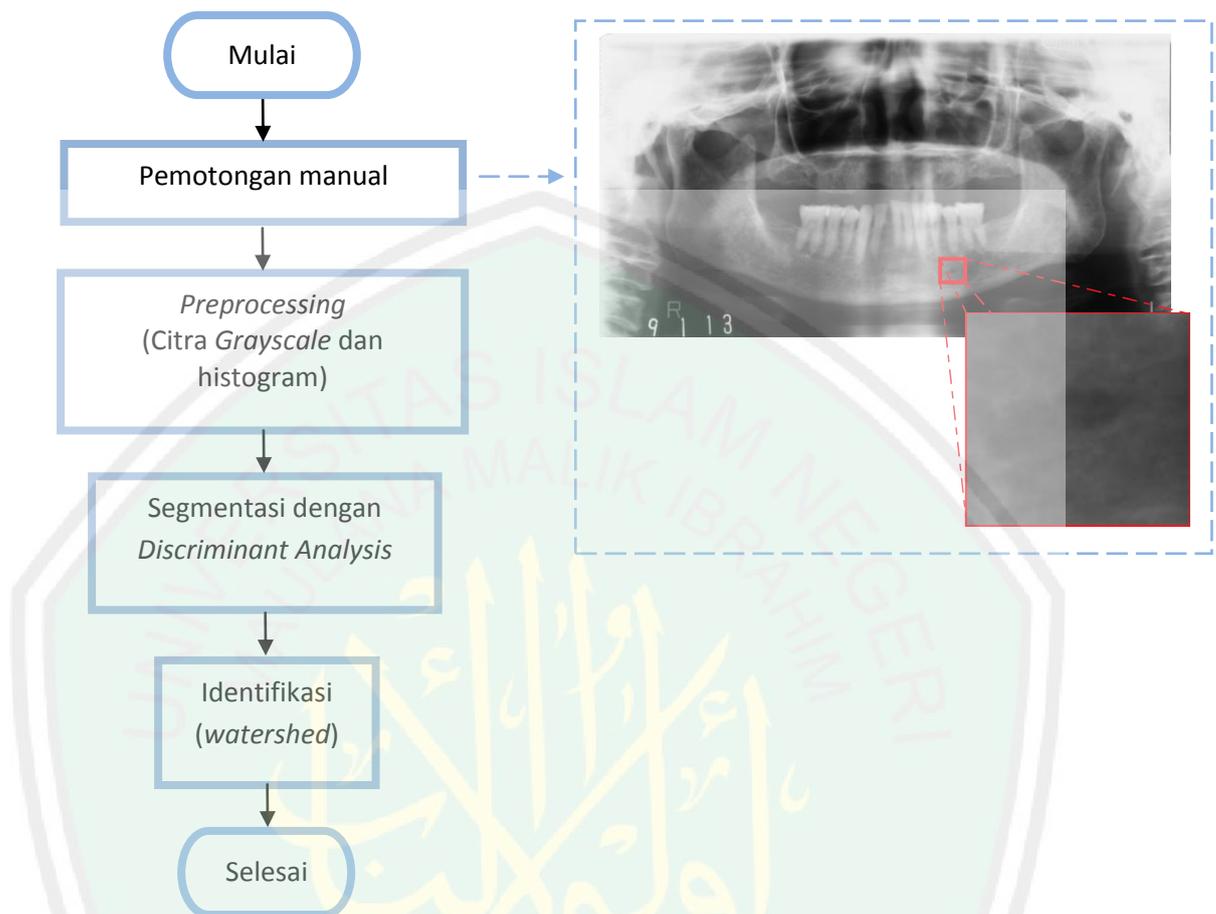
Microsoft office adalah sebuah paket aplikasi yang digunakan untuk pembuatan dan penyimpanan dokumen yang berjalan di bawah sistem operasi windows. Microsoft office dalam perancangan sistem digunakan untuk melakukan perancangan dan pembuatan laporan dari penelitian ini.

3.2 Deskripsi Sistem

Pada subbab ini akan dibahas mengenai deskripsi system yang dikerjakan pada skripsi ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat program yang mampu mengidentifikasi *foramen mentale* secara otomatis.

Pada awalnya pengguna melakukan foto menggunakan sinar X-Ray untuk mendapatkan citra DPR (*Dental Panoramic Radiograph*) dari hasil foto sinar X-Ray tersebut. Proses awal yang harus dilakukan sebelum system melakukan proses identifikasi, terlebih dahulu system melakukan proses *preprocessing* guna mendapatkan hasil identifikasi yang maksimal. *Preprocessing* yang dilakukan meliputi pemotongan (*cropping*) dan mengonversi citra berwarna ke citra *grayscale*.

Setelah *preprocessing* selesai, proses selanjutnya adalah identifikasi *foramen mentale* dengan menggunakan metode perhitungan *Discriminant Analysis*, sehingga nantinya akan diperoleh hasil akhir berupa citra yang memiliki dua warna, yaitu hitam dan putih, sehingga lebih tampak daripada sebelumnya.



Gambar 3.1 Blok Diagram Proses Identifikasi *Foramen Mentale*

Gambar di atas merupakan alur proses identifikasi secara garis besar dalam penelitian ini. Alur tersebut dijelaskan sebagai berikut:

3.2.1 Pemotongan Manual

Pemotongan citra merupakan pemotongan bagian atau objek yang akan diteliti. Langkah ini bertujuan supaya pengolahan citra lebih terfokus pada objek yang akan diteliti. Dengan adanya pemotongan citra, maka hasil dari pemotongan tersebut akan diproses ke tahap *preprocessing*.

3.2.2 *Preprocessing*

Preprocessing merupakan proses persiapan gambar sebelum diidentifikasi. Proses ini mengubah citra berwarna ke bentuk citra *grayscale*. *Grayscale* ini bertujuan untuk menyederhanakan nilai piksel citra. Kemudian, dihitung probabilitas piksel citra yang akan diteliti tersebut supaya citra lebih mudah untuk diproses ke tahap selanjutnya dan ditampilkan dalam bentuk histogram.

3.2.3 Segmentasi

Segmentasi merupakan proses selanjutnya setelah melakukan *preprocessing* dalam pengidentifikasian *foramen mentale*, karena dalam proses segmentasi ini ada beberapa tahapan yang akan dijelaskan pada tahapan selanjutnya.

3.2.4 Identifikasi

Identifikasi merupakan hasil akhir pengolahan citra (output) yang akan dihasilkan dari proses segmentasi dengan watershed sehingga objek dapat diambil.

3.3 Desain Sistem

Pada subbab ini akan dijelaskan desain aplikasi untuk implementasi metode perhitungan *Discriminant Analysis* dalam proses identifikasi *foramen mentale* pada citra DPR. Desain aplikasi ini meliputi desain data, desain proses

dalam system yang digambarkan dengan diagram alur, dan desain interface. Desain data menjelaskan tentang data masukan, data proses dan data keluaran dari system yang dibuat. Desain proses antara lain menjelaskan tentang proses awal (*preprocessing*) sampai dengan proses akhir identifikasi. Berikut penjelasan dari desain sistem:

3.3.1 Desain Data Sistem

Data yang digunakan dalam pembuatan aplikasi ini adalah berupa citra *Dental Panoramic Radiograph* khususnya area *foramen mentale*. Data dibagi menjadi data awal, data proses, dan data keluaran. Data-data tersebut adalah:

a. Data awal

Pada pembuatan aplikasi ini datanya berupa data citra *Dental Panoramic Radiograph*. Data citra awal ini berupa citra hasil sinar X-Ray area rahang. Citra ini merupakan citra yang digunakan dalam penelitian.

b. Data proses

Data proses berupa citra hasil pemotongan pada citra DPR yaitu pada *Region of Interest (ROI) foramen mentale*. Data proses akan diproses dengan beberapa tahap, yaitu tahap *preprocessing*, tahap segmentasi, dan tahap identifikasi. Pada tahap *preprocessing*, citra RGB akan diubah menjadi citra *grayscale* dan penghitungan *probabilitas* piksel citra yang ditampilkan dalam bentuk histogram. Kemudian dilakukan proses segmentasi dengan perhitungan *discriminant analysis* untuk menghitung dan menggabungkan antar dua kluster

yang berdekatan. Terakhir, pada tahap identifikasi dengan mencari nilai *thresholding* untuk membedakan objek dengan latar belakangnya.

c. Data keluaran

Data keluaran adalah berupa data citra yang didapatkan dari hasil proses identifikasi *foramen mentale*. Format file citra pada data keluaran adalah file yang berekstensi *.png.

3.3.2 Desain Proses Sistem

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai desain proses dari system untuk pengidentifikasi *formaen mentale* pada citra DPR. Desain ini digunakan untuk mengetahui proses apa saja yang ada pada system tersebut.



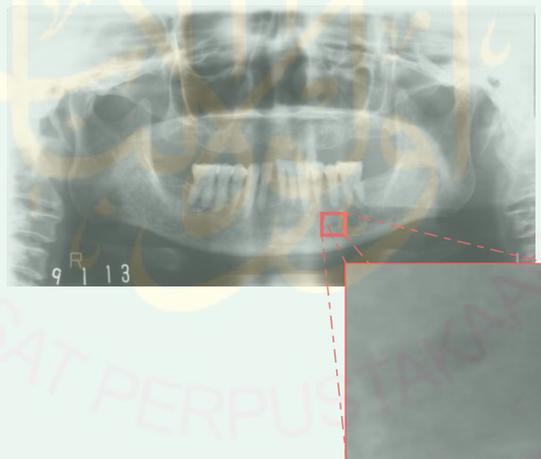
Gambar 3.2 Blok Diagram Proses Secara Umum

Secara garis besar, desain proses dilewati dengan 4 proses utama, yaitu pemotongan citra, *preprocessing*, segmentasi, dan identifikasi. Tahap pertama adalah pemotongan ROI *foramen mentale* pada citra DPR. Tahap *preprocessing* merupakan proses setelah pemotongan dan sebelum melanjutkan ke proses selanjutnya. *Preprocessing* di sini adalah mengubah citra RGB ke citra *grayscale* dan penghitungan *probabilitas* piksel citra yang ditampilkan dalam bentuk histogram. Setelah itu melakukan segmentasi yang bertujuan untuk menghitung dan menggabungkan antar dua klaster yang jaraknya berdekatan. Untuk menghitung jarak terdekat antar dua klaster, menggunakan perhitungan *discriminant analysis*. Kemudian di tahap akhir adalah identifikasi. Tahap ini

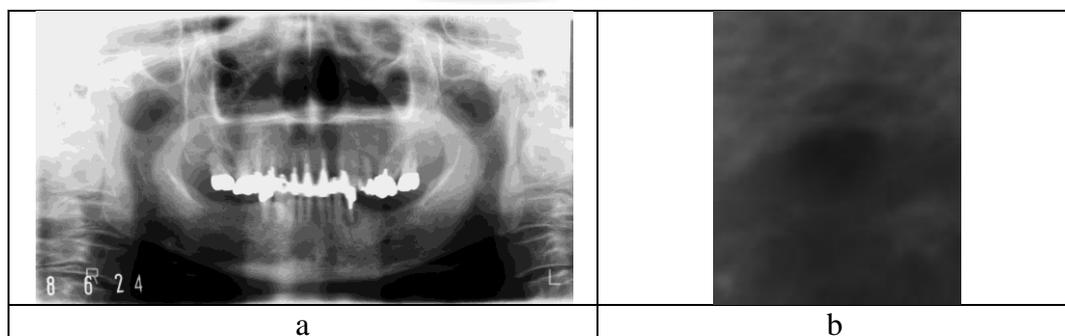
merupakan tahapan inti karena dapat menghasilkan output citra pada pengolahan citra ini. Output citra pada pengolahan citra ini adalah citra yang berwarna hitam (0) dan putih (255), yang mana sebagai pembeda antara objek dengan latar belakang. Proses selengkapnya akan dibahas satu persatu:

a. Pemotongan Citra

Pemotongan citra (*cropping*) merupakan pemotongan citra secara manual di area yang akan diteliti, misalnya dalam penelitian ini adalah pemotongan ROI *foramen mentale* pada citra DPR. Pemotongan citra ini bertujuan untuk lebih memfokuskan objek penelitian.



Gambar 3.3 Proses pemotongan citra ROI *foramen mentale* pada citra DPR

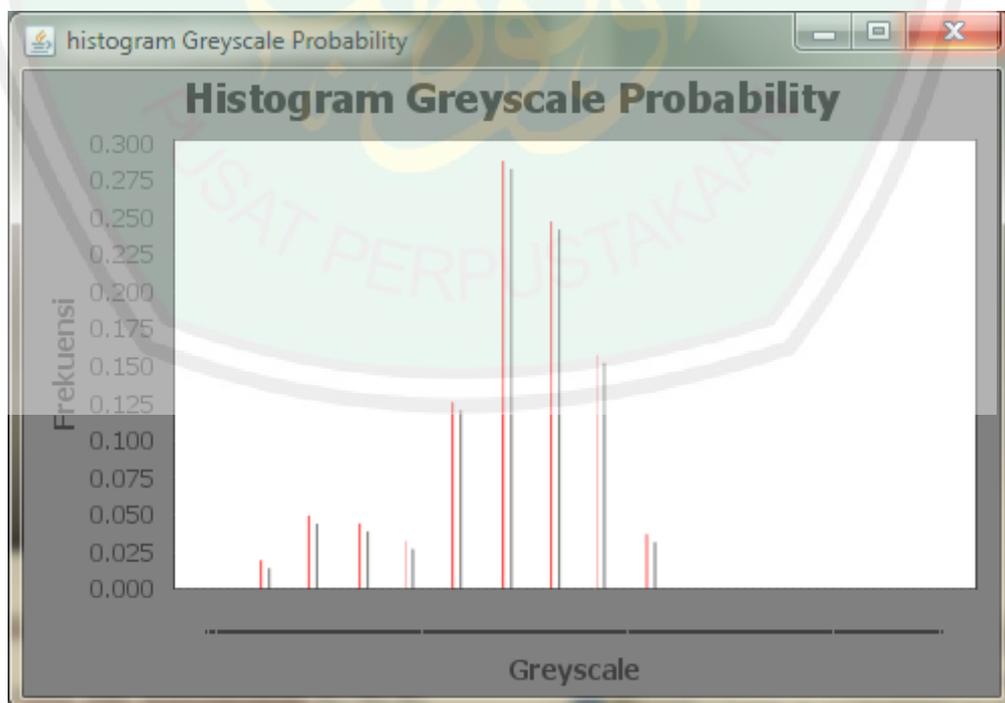


Gambar 3.4 a. Citra awal sebelum dilakukan pemotongan, b. Citra yang telah dipotong

b. Preprocessing

Sebelum citra masukan diproses lebih lanjut, perlu dilakukan proses awal (*preprocessing*) terlebih dahulu, yaitu mengonversi citra RGB ke bentuk citra *grayscale*. Ini bertujuan untuk menyederhanakan nilai piksel citra supaya mudah untuk diproses lebih lanjut.

Setelah diubah ke bentuk *grayscale*, maka akan dihitung *probabilitas* piksel dan ditampilkan dalam bentuk histogram. Histogram merupakan diagram batang yang menggambarkan banyaknya piksel-piksel dalam citra. Pembuatan histogram ini membutuhkan nilai probabilitas piksel. Nilai probabilitas didapat dari banyaknya nilai suatu piksel dibagi dengan banyaknya piksel keseluruhan suatu citra dan didefinisikan $h_i = n_i/n$. Probabilitas ini juga digunakan untuk menghitung perhitungan-perhitungan proses selanjutnya.



Gambar 3.5 Histogram dengan nilai probabilitas piksel

c. Segmentasi Citra

Segmentasi merupakan tahapan selanjutnya setelah *preprocessing*.

Adapun tahapan-tahapan yang ada pada proses segmentasi ini adalah:

- Menghitung jarak antar klaster

Menghitung jarak antar klaster merupakan tahapan selanjutnya setelah histogram. Menghitung jarak ini membutuhkan nilai probabilitas piksel sebagai parameter dalam perhitungan *Discriminant Analysis*. Perhitungan *Discriminant Analysis* dirumuskan sebagai berikut:

$$Dist_{k_1k_2} = \frac{P_{k_1}P_{k_2}[m_{k_1}-m_{k_2}]^2}{\sigma_{k_1k_2}^2}$$

Keterangan :

$$M_{k_1k_2} = \frac{P_{k_1}m_{k_1} + P_{k_2}m_{k_2}}{P_{k_1} + P_{k_2}}$$

$$P_k = Pr\{C_k\} = \sum_{z=T_{k-1}+1}^{T_k} h(z)$$

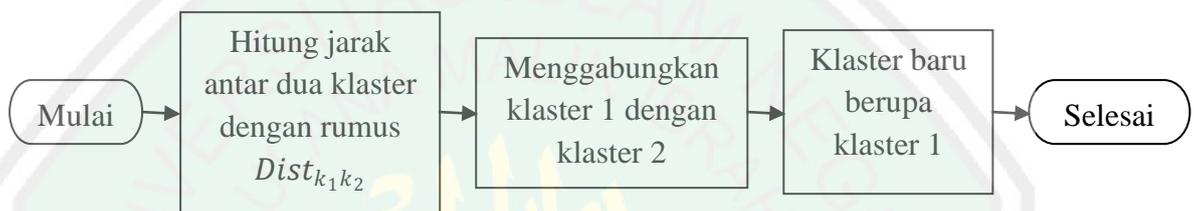
$$m_k = \sum_{z=T_{k-1}+1}^{T_k} zPr\{z|C_k\} = \frac{1}{P_k} \sum_{z=T_{k-1}+1}^{T_k} zh(z)$$

$$\sigma_{k_1k_2}^2 = \sum_{z=T_{k_1-1}+1}^{T_{k_2}} [z - M_{k_1k_2}]^2 h(z)$$

($Dist_{k_1k_2}$) merupakan rumus untuk menghitung jarak antar klaster dengan parameter-parameter P_k (probabilitas suatu klaster), m_k (nilai tengah suatu klaster), $\sigma_{k_1k_2}^2$ (jumlah perbedaan antara klaster 1 dengan klaster 2), $M_{k_1k_2}$ (nilai tengah yang baru antara klaster 1 dengan klaster 2).

- Penggabungan antar klaster

Penggabungan merupakan penggabungan antar dua klaster yang jaraknya berdekatan. Menghitung jarak antar dua klaster dihitung dengan perhitungan *Discriminant Analysis* yang telah dijelaskan di atas. Penggabungan antar klaster ini dilakukan hingga tahap K-2 (banyaknya klaster dikurangi dua).



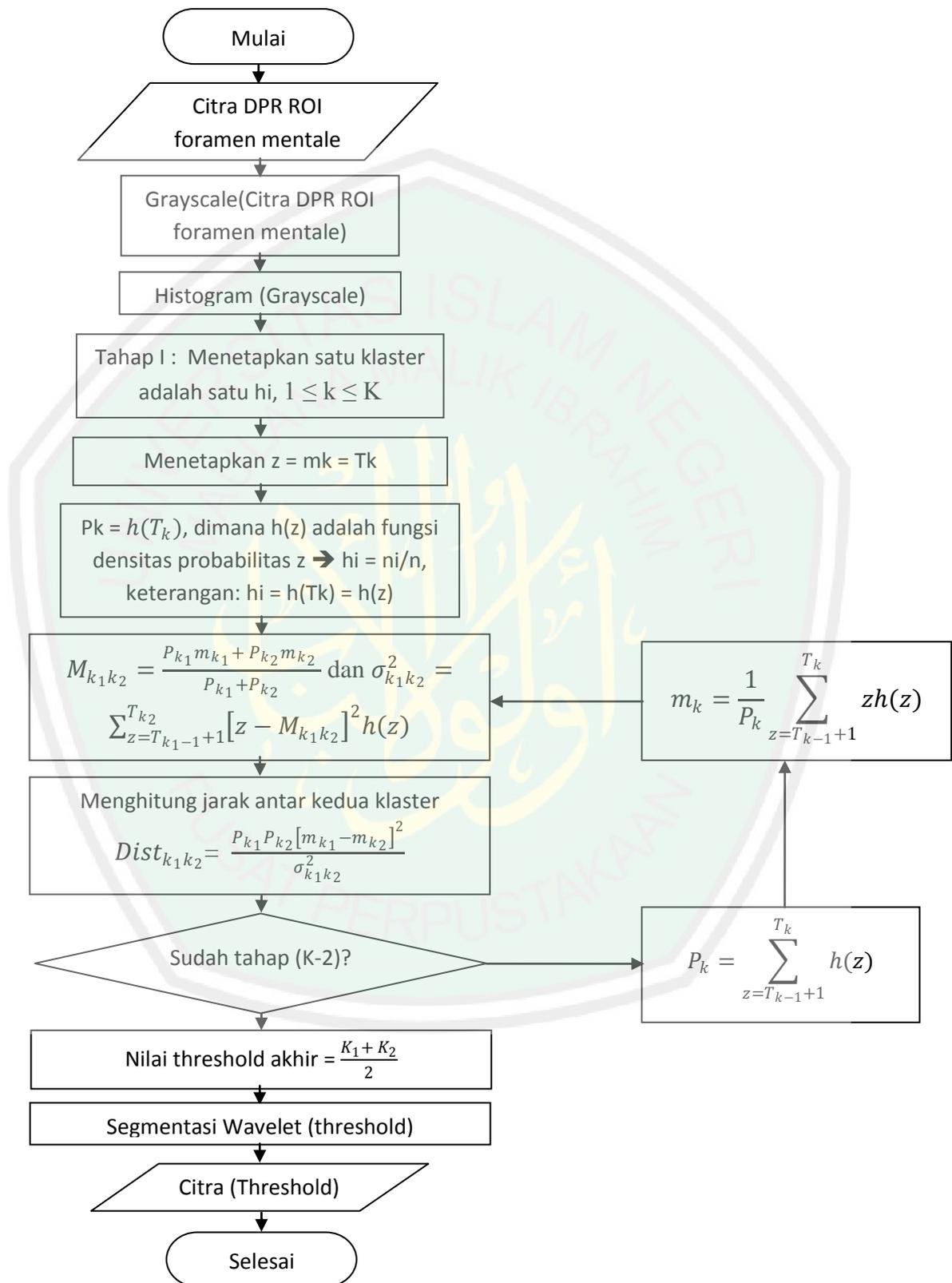
Gambar 3.6 Blok Diagram Alur Secara Umum Proses Penggabungan Antar Dua Klaster

d. Identifikasi

Identifikasi merupakan proses akhir dari pengolahan citra ini, karena pada tahap ini akan didapatkan output yang citra yang diinginkan. Output citra akan berwarna hitam dan putih yang bertujuan untuk membedakan objek dan background.

Identifikasi ini akan ditentukan dengan nilai indeks watershed yang mana indeks-indeks tersebut merupakan indeks objek, sehingga objek dapat diambil berdasarkan indeksnya.

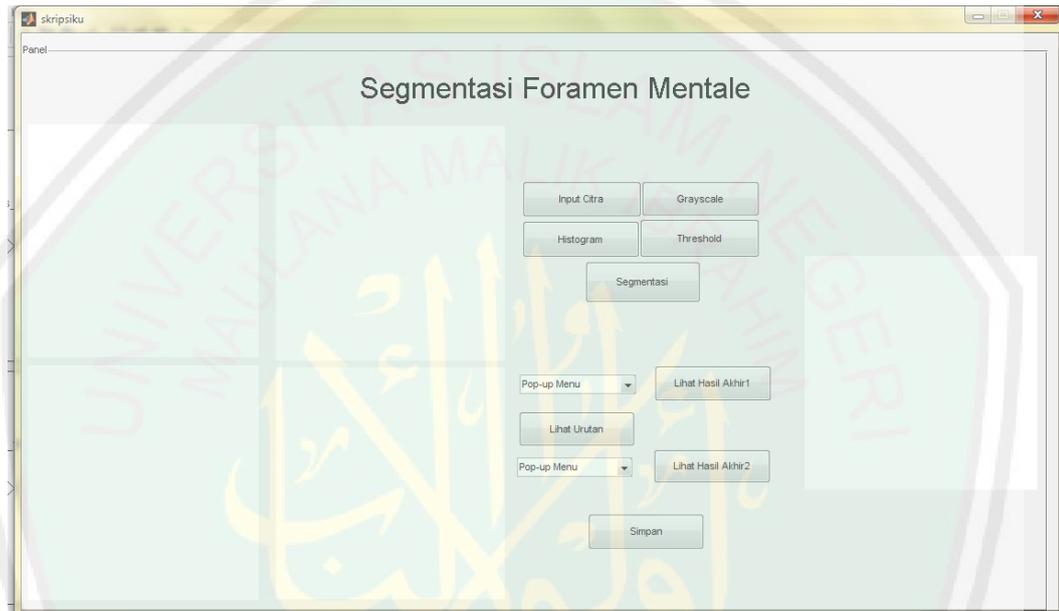
Dengan adanya proses identifikasi ini, maka sistem akan dapat mengidentifikasi *foramen mentale* pada citra DPR secara otomatis. Maka hasil dari citra baru ini adalah *foramen mentale* yang merupakan citra berwarna hitam dan putih serta berformat *.png (*Portable Network Graphics*).



Gambar 3.7 Flowchart Secara Detail Proses Segmentasi Citra dengan perhitungan *Discriminant Analysis*

3.4 Perancangan Antar Muka

Untuk mempermudah pengguna, maka perlu dibangun form antarmuka atau interface. Berikut ini akan ditampilkan rancangan antarmuka aplikasi yang ditunjukkan pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Antarmuka Perangkat Lunak

Pada form terdapat menu utama dan menu informasi. Menu utama merupakan form untuk pengolahan citra. Dalam menu utama, terdapat beberapa *button* untuk melakukan pemrosesan citra. Menu informasi merupakan menu bantuan dalam aplikasi ini.

3.5 Studi Kasus

Dilakukan perhitungan citra dengan melakukan *grayscale* pada citra yang akan diolah terlebih dahulu. Kemudian didapatkan nilai piksel *grayscale* sebagai berikut:

Tabel 3.1 Nilai piksel citra *grayscale*

Klaster	Nilai Piksel	Jumlah Piksel	Nilai Probabilitas
1	51	201	0.941×10^{-2}
2	67	2957	0.138
3	84	11778	0.551
4	102	6086	0.285
5	119	330	0.155×10^{-1}

➤ Nilai rata-rata klaster k , $m_k = T_k \rightarrow$ Nilai Piksel (z)

➤ $P_k = h(T_k)$, dimana $h(z)$ adalah fungsi densitas probabilitas z

$$M_{k_1 k_2} = \frac{P_{k_1} m_{k_1} + P_{k_2} m_{k_2}}{P_{k_1} + P_{k_2}}$$

$$M_{k_1 k_2} = \frac{(0.941 \times 10^{-2} * 51) + (0.138 * 67)}{0.941 \times 10^{-2} + 0.138}$$

$$M_{k_1 k_2} = 0.659 \times 10^2$$

➤ $\sigma_{k_1 k_2}^2 = \sum_{z=T_{k_1-1}+1}^{T_{k_2}} [z - M_{k_1 k_2}]^2 h(z)$

$$\sigma_{k_1 k_2}^2 = \sum_{z=1}^{67} [z - 0.659 \times 10^2]^2 h(z)$$

$$\sigma_{k_1 k_2}^2 = ((1 - 0.659 \times 10^2)^2 (0)) + \dots + ((51 - 0.659 \times 10^2)^2 (0.941 \times 10^{-2})) + ((67 - 0.659 \times 10^2)^2 (0.138))$$

$$\sigma_{k_1 k_2}^2 = 0.226 \times 10$$

➤ $Dist_{k_1 k_2} = \frac{P_{k_1} P_{k_2} [m_{k_1} - m_{k_2}]^2}{\sigma_{k_1 k_2}^2}$

$$Dist_{k_1 k_2} = \frac{(0.941 \times 10^{-2} * 0.138) [51 - 67]^2}{(0.226 \times 10)}$$

$$Dist_{k_1 k_2} = 0.148$$

Tabel 3.2 Nilai Jarak Tahap Pertama

K_i	T_k	$h(T_k) = h(z)$	m_k	$P_k = h(T_k)$	$M_{k_i k_j}$	$\sigma_{k_i k_j}^2$	$Dist_{k_i k_j}$
K_1	51	0.94×10^{-2}	51	0.94×10^{-2}	0.659×10^2	0.226×10	0.148
K_2	67	0.14	67	0.14	0.806×10^2	0.319×10^2	0.690
K_3	84	0.55	84	0.55	0.901×10^2	0.609×10^2	0.837
K_4	102	0.29	102	0.29	0.102×10^3	0.424×10	0.300
K_5	119	0.15×10^{-1}	119	0.15×10^{-1}			

$$\triangleright P_k = Pr\{C_k\} = \sum_{z=T_{k-1}+1}^{T_k} h(z)$$

$$P_1 = \sum_{z=1}^{51} h(z)$$

$$P_1 = (0) + \dots + 0.941 \times 10^{-2}$$

$$P_1 = 0.941 \times 10^{-2}$$

$$P_2 = \sum_{z=52}^{84} h(z)$$

$$P_2 = (0) + \dots + 0.138 + 0.551$$

$$P_2 = 0.690$$

$$\triangleright m_k = \sum_{z=T_{k-1}+1}^{T_k} z Pr\{z|C_k\} = \frac{1}{P_k} \sum_{z=T_{k-1}+1}^{T_k} zh(z)$$

$$m_1 = \frac{1}{0.941 \times 10^{-2}} \sum_{z=1}^{51} zh(z)$$

$$m_1 = \left(\frac{1}{0.941 \times 10^{-2}} \right) (51 * 0.941 \times 10^{-2})$$

$$m_1 = 51$$

Tabel 3.3 Nilai Jarak Tahap Kedua Setelah Dilakukan Pemrosesan Tahap Pertama

K_i	T_k	P_k	m_k	$M_{k_i k_j}$	$\sigma_{k_i k_j}^2$	$Dist_{k_i k_j}$
K_1	51	0.941×10^{-2}	51	0.802×10^2	0.401×10^2	0.142
K_2	84	0.69	0.806×10^2	0.868×10^2	0.124×10^3	0.725
K_3	102	0.28	102	0.102×10^3	0.424×10	0.300
K_4	119	0.15×10^{-1}	119			

3.6 Hasil Perhitungan

Tabel 3.4 Tahap I

K_i	T_k	$h(T_k)$	m_k	P_k	$M_{k_i k_j}$	$\sigma_{k_i k_j}^2$	$Dist_{k_i k_j}$
K_1	51	0.94×10^{-2}	51	0.94×10^{-2}	0.659×10^2	0.226×10	0.148
K_2	67	0.14	67	0.14	0.806×10^2	0.319×10^2	0.690
K_3	84	0.55	84	0.55	0.901×10^2	0.609×10^2	0.837
K_4	102	0.29	102	0.29	0.102×10^3	0.424×10	0.300
K_5	119	0.15×10^{-1}	119	0.15×10^{-1}			

Tabel 3.5 Tahap II

K_i	T_k	P_k	m_k	$M_{k_i k_j}$	$\sigma_{k_i k_j}^2$	$Dist_{k_i k_j}$
K_1	51	0.941×10^{-2}	51	0.802×10^2	0.401×10^2	0.142
K_2	84	0.690	0.806×10^2	0.868×10^2	0.124×10^3	0.725
K_3	102	0.285	102	0.102×10^3	0.424×10	0.300
K_4	119	0.155×10^{-1}	119			

Tabel 3.6 Tahap III

K_i	T_k	P_k	m_k	$M_{k_i k_j}$	$\sigma_{k_i k_j}^2$	$Dist_{k_i k_j}$
K_1	51	0.941×10^{-2}	51	0.865×10^2	0.136×10^3	0.864×10^{-1}
K_2	102	0.975	0.868×10^2	0.873×10^2	0.140×10^3	0.111
K_3	119	0.155×10^{-1}	119			



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai rangkaian uji coba dan evaluasi terhadap penelitian yang telah dilakukan. Implementasi berupa fungsi-fungsi atau *source code* untuk proses identifikasi *foramen mentale* mulai dari tahap awal hingga akhir. Uji coba ditujukan untuk melihat kelebihan dan kelemahan aplikasi yang akan dibangun serta sejauh mana keberhasilan dari implementasi perangkat lunak ini dan evaluasi dilakukan dengan melakukan analisa terhadap hasil uji coba dan juga untuk mendapatkan kesimpulan dan saran untuk pengembangan ke depan bagi implementasi aplikasi perangkat lunak ini.

4.1 Lingkungan Implementasi

Implementasi merupakan proses pembangunan komponen-komponen pokok sebuah sistem berdasarkan desain yang telah dibuat. Implementasi sistem juga merupakan sebuah proses pembuatan dan penerapan system secara utuh baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunaknya. Implementasi ini terdapat lingkungan perangkat keras dan perangkat lunak yang mendukung kinerja system. Spesifikasi dari perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam uji coba ini adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Lingkungan Uji Coba

No	Jenis Perangkat	Spesifikasi
1	Laptop	Compaq Presario CQ43, monitor LED 14"
2	Prosesor	AMD E-300 APU Pentium dual-core 1,3GHz
3	RAM	2GB
4	Hardisk	457 GB
5	Sistem Operasi	Windows 7 Ultimate 32-bit
6	Perangkat Pengembang	Netbeans IDE 7.0.1
7	Keyboard	-
8	Mouse	-

4.2 Penjelasan Program

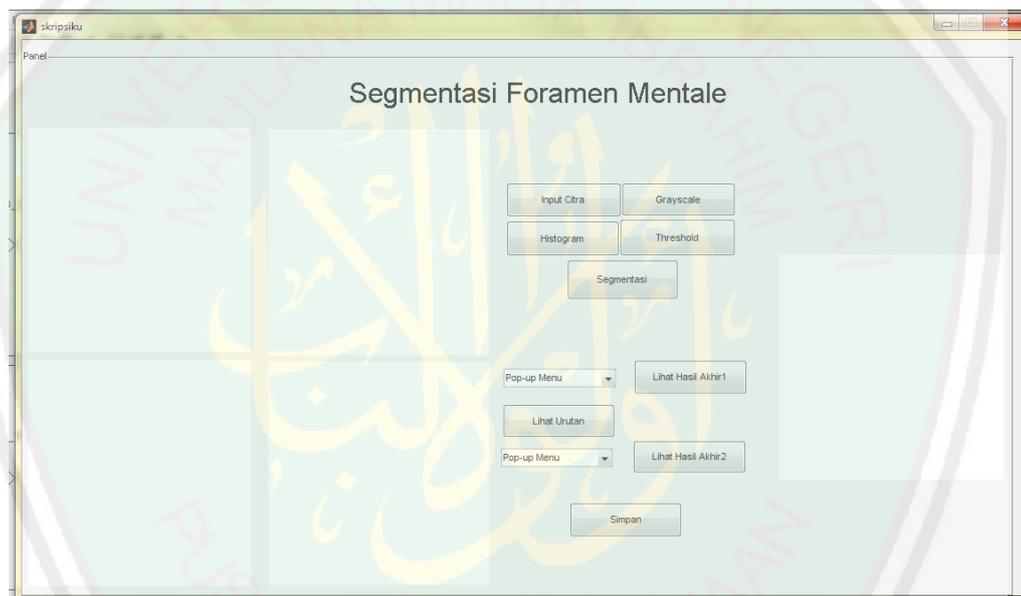
Di dalam subbab penjelasan program ini dijelaskan mengenai alur pembuatan dan kegunaan program yang dibuat beserta tampilan desain dari program. Berikut ini adalah tampilan-tampilan halaman dalam program yang dibuat.

4.2.1 Proses Menampilkan Halaman Utama

Halaman utama adalah halaman yang pertama kali diakses oleh pengguna. Melalui halaman ini pula semua tahapan identifikasi dilakukan, mulai dari input image, *preprocessing*, proses segmentasi, proses identifikasi citra, hingga proses penyimpanan citra hasil identifikasi. Tampilan form halaman utama ditunjukkan pada gambar 4.1.

Di dalam tampilan form halaman utama tersebut pada bagian atas terdapat judul atau nama aplikasi yang dibuat. Kemudian pada bagian atas terdapat beberapa tombol yang digunakan dalam proses segmentasi citra antara lain tombol 'Buka' yang digunakan untuk membuka file citra dari drive komputer,

tombol ‘Grayscale’ yang digunakan untuk melakukan *preprocessing* citra yaitu mengubah bentuk citra RGB ke bentuk grayscale pada citra yang diinputkan, tombol ‘Histogram’ berfungsi untuk menampilkan histogram citra *grayscale*, tombol ‘Proses’ berfungsi untuk mensegmentasi citra beserta mendapatkan hasil segmentasinya, tombol ‘Simpan’ merupakan tombol yang berfungsi sebagai menyimpan output citra yang berekstensi *.png.



Gambar 4.1 Tampilan form Halaman Utama

4.2.2 Proses Input Citra

Sebelum melakukan proses *grayscale* citra, hal yang dilakukan terlebih dahulu adalah penginputan citra, yaitu proses pengambilan citra *foramen mentale* yang telah dipotong sebelumnya dari *drive* computer yang akan di-*grayscale*-kan. Citra yang akan dimasukkan ke panel ‘Input Citra’ akan diproses pada langkah berikutnya. Tampilan form input image dapat dilihat pada gambar 4.2.

Setelah halaman utama keluar, seorang user dapat melakukan input citra yang akan diproses dengan menekan tombol 'Buka' kemudian file citra yang diinputkan akan muncul pada panel 'Citra Input' yaitu panel sebelah kiri pada form utama. Di bawah ini merupakan *pseudocode* program pada proses menampilkan citra masukan sebagai berikut:

```

if ~isequal(nama_file,0)

    handles.data1 = imread (fullfile (nama_path,
    nama_file));

    guidata(hObject,handles);

    axes(handles.axes_input);

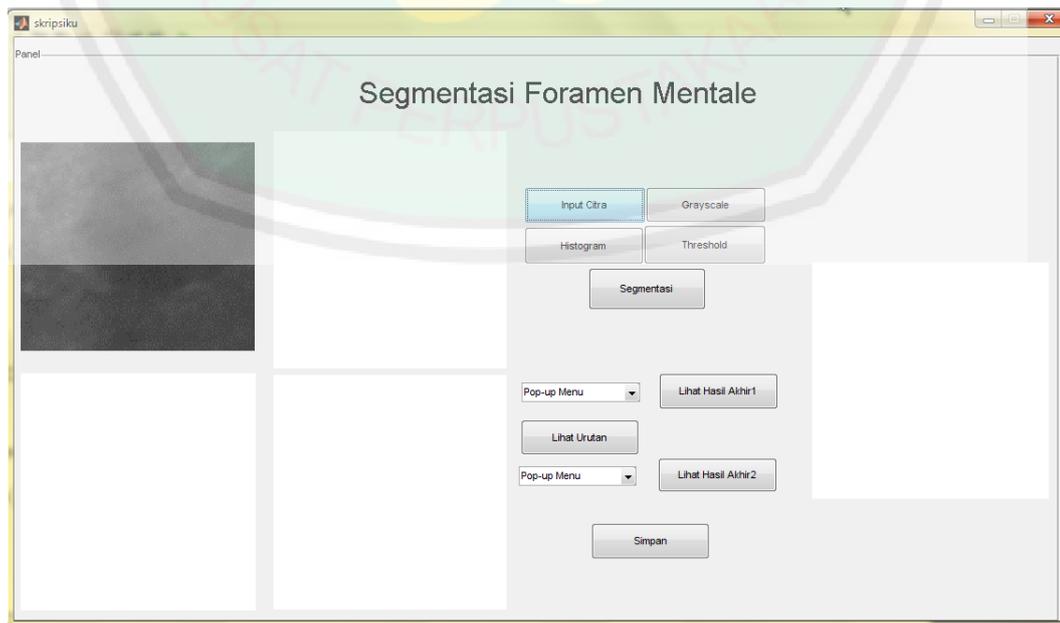
    imshow(handles.data1);

    % set(handles.tx_source_input, 'String',
    fullfile(nama_path,nama_file));

else

return;

```



Gambar 4.2 Proses Input Citra

4.2.3 Proses *Preprocessing*

a. Citra *Grayscale*

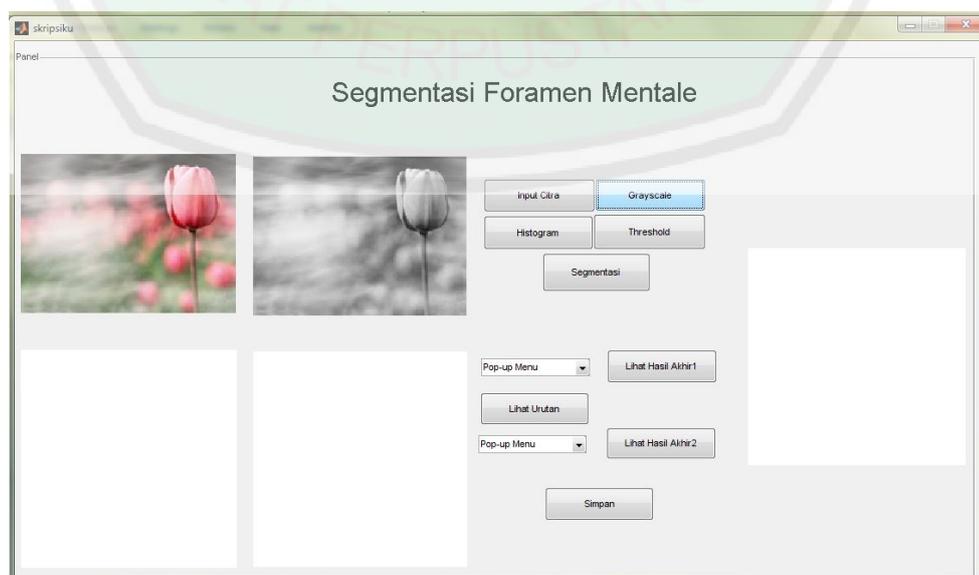
Setelah melakukan input citra, maka tahapan selanjutnya adalah melakukan *preprocessing*. Ada dua cara *preprocessing* pada aplikasi ini, yaitu *grayscale* dan histogram. Gambar citra *grayscale* dapat dilihat pada gambar 4.3.

Proses *preprocessing* dilakukan dengan mengolah citra RGB menjadi citra *grayscale*. *Grayscale* ini bertujuan untuk menyederhanakan nilai piksel citra. Di bawah ini merupakan *pseudocode* program pada proses menampilkan citra *grayscale* sebagai berikut:

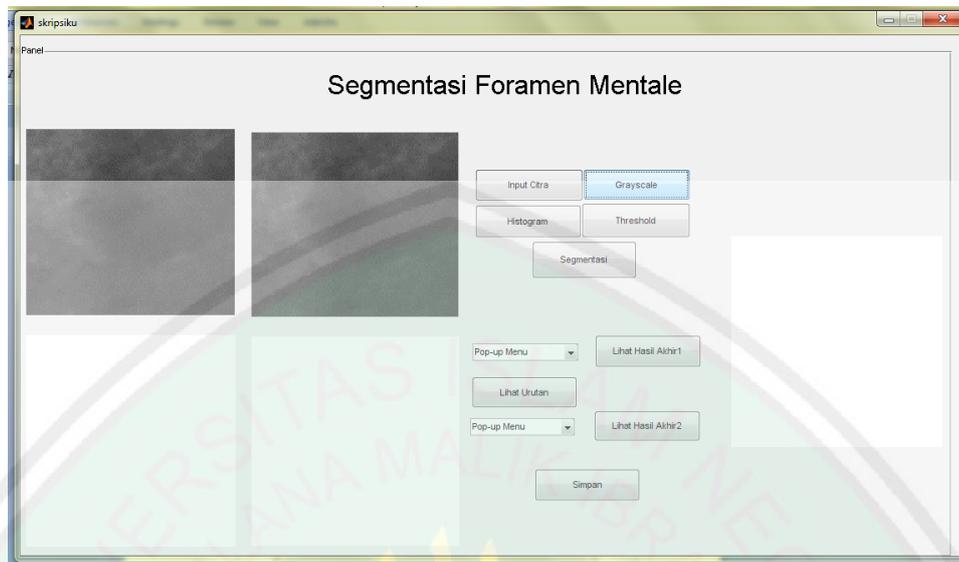
```

ALGORITMA Grayscale (width, height, r, g, b)
//Input: size ← width * height, graylevel ← [size], r, g, b
//Output: graylevel[]
for j ← 0 to height-1 do
    for k ← 0 to width do
        graylevel ← ((0.299 * r) + (0.587 * g) + (0.114 * b))
return

```



Gambar 4.3 Tampilan citra *grayscale* pada citra *fullcolour*



Gambar 4.4 Tampilan citra *grayscale* pada ROI *foramen mentale*

b. Histogram

Pada halaman utama, terdapat tombol 'Histogram' yang berfungsi untuk menampilkan histogram citra *grayscale*. Histogram merupakan diagram batang yang menggambarkan banyaknya piksel-piksel dalam citra. Gambar dapat dilihat pada gambar 4.5.

Pembuatan histogram ini membutuhkan nilai probabilitas piksel. *pseudocode* program sebagai berikut:

```

ALGORITMA Histogram (graylevel)
//Input: graylevel
//Output: hitung_banyak
for jk ← 0 to length(graylevel) do
    nilai ← graylevel[jk]
    hitung_banyak[nilai] ← hitung_banyak[nilai] + 1
return

```

4.2.4 Segmentasi Citra

Segmentasi merupakan tahapan selanjutnya setelah histogram. Adapun tahapan-tahapan yang ada pada proses segmentasi ini adalah:

a. Menghitung jarak antar kluster

Menghitung jarak antar kluster merupakan tahapan selanjutnya setelah histogram. Menghitung jarak ini membutuhkan nilai probabilitas piksel sebagai parameter pada perhitungan *Discriminant Analysis*. *Pseudocode* program dan hasilnya sebagai berikut:

```

ALGORITMA Probabilitas (hitung_banyak, size)
//Input: size ← x * y
//Output: prob ← [256]
for l ← 0 to length(hitung_banyak) do
    if hitung_banyak <> 0 then
        ni ← hitung_banyak[l]
        prob[l] ← ni/size
return

ALGORITMA Discriminant Analysis Hitung Jumlah Kluster (K,
hitung_banyak)
//Input: K ← 0, hitung_banyak
//Output: K
For l ← 0 to length(hitung_banyak) do
    If hitung_banyak[l] <> 0 then
        K++
        klaster[a][0] ← klaster //inisialisasi dalam array
        klaster[a][1] ← 1
        klaster[a][2] ← prob[l]
        klaster[a][3] ← hitung_banyak[l]
return

```

```

for tahap ← 1 to K_2 do
  if tahap = 1
    ALGORITMA Hitung Mk1k2 (klaster[[]])
    //Input: klaster[[]]
    //Output: Mk1k2
    For i ← 0 to length(klaster) do
      Pk1 ← klaster[i][2]
      Pk2 ← klaster[i+1][2]
      PM1 ← klaster[i][2] * klaster[i][1]
      PM2 ← klaster[i+1][2] * klaster[i+1][1]
      Mk1k2 ← (PM1 + PM2) / (Pk1 + Pk2) //simpan
    dalam array klaster[i][4]
    Return

    ALGORITMA Hitung thok1k2 (klaster)
    //Input: klaster
    //Output: sigma_tho
    For i ← 0 to length(klaster) do
      k1 ← klaster[i][0]
      k2 ← klaster[i+1][0]
      z_atas ← klaster[i+1][1]
      za ← k1-1
      if za = 0
        z_bawah ← 1
      else if z_a <> 0
        zz ← klaster[z_a-1][1]
        z_bawah ← zz+1
      for z ← z_bawah to z_atas do
        thok1k2 ← (z-klaster[i][4])^2 * prob[z]
      sigma_tho += tho //simpan dalam array klaster[i][5]

  return

```

```

ALGORITMA Hitung Dist (klaster)
//Input: klaster
//Output: Dist
For i ← 0 to length(klaster) do
Dist ← ((klaster[i][2] * klaster[i+1][2]) * ((klaster[i][1] -
klaster[i+1][1])^2))/(klaster[i][5]) //simpan dalam array
klaster[i][6]
return

ALGORITMA Mencari Nilai Dist_minimal (klaster)
//Input: klaster
//Output: min_dist
For i ← 0 to length(klaster) do
temp_dist ← klaster[i][6]
If temp_dist ≤ min_dist
Then min_dist ← temp_dist
Return

Else if tahap < K_2
ALGORITMA probabilitas K_2 (klaster_awal)
//Input: klaster
//Output: sigma_Pk
For i ← 0 to length(klaster) do
k1 ← klaster[i][0];
z_atas ← klaster[i][1]; //klaster1 untuk batas atas
z_a ← k1 - 1; //klaster1-1 untuk batas bawah
if z_a = 0
z_bawah = 1;
else if z_a <> 0
TkSebelum ← klaster[z_a - 1][1];
z_bawah ← TkSebelum + 1;
for z ← z_bawah to z_atas do
sigma_Pk += getProbabilitas(z); //simpan dalam array
klaster[i][2]
return

```

```

ALGORITMA mk1k2 (klaster_awal)
//Input: klaster
//Output: mk1k2
For i ← 0 to length(klaster) do
    k1 = klaster[i][0];
    z_atas ← klaster[i][1]; //klaster1 untuk batas atas
    int z_a ← (k1 - 1); //klaster1-1 untuk batas bawah
    if z_a = 0
        z_bawah ← 1;
    else if z_a <> 0
        TkSebelum ← klaster[z_a - 1][1];
        z_bawah ← TkSebelum + 1;
    for z ← z_bawah to z_atas do
        mk_temp = (z * getProbabilitasFromKluster(z))
/ (klaster[i][2]);
    mk1k2 += mk_temp; //simpan dalam array
klaster[i][7]
    return

ALGORITMA Hitung Mk1k2 (klaster)
//Input: klaster
//Output: Mk1k2
For i ← 0 to length(klaster) do
    Pk1 ← klaster[i][2]
    Pk2 ← klaster[i+1][2]
    PM1 ← klaster[i][2] * klaster[i][7]
    PM2 ← klaster[i+1][2] * klaster[i+1][7]
    Mk1k2 ← (PM1 + PM2) / (Pk1 +Pk2) //simpan dalam array
klaster[i][4]
return

```

```

ALGORITMA Hitung thoklk2 (klaster)
//Input: klaster
//Output: sigma_tho
For i ← 0 to length(klaster) do
    k1 ← klaster[i][0]
    k2 ← klaster[i+1][0]
    z_atas ← klaster[i+1][1]
    za ← k1-1
    if za = 0
        z_bawah ← 1
    else if z_a <> 0
        zz ← klaster[z_a-1][1]
        z_bawah ← zz+1
    for z ← z_bawah to z_atas do
        thoklk2 ← (z-klaster[i][4])^2 * prob[z]
        sigma_tho += tho //simpan dalam array
    klaster[i][5]
return

ALGORITMA Hitung Dist (klaster)
//Input: klaster
//Output: Dist
For i ← 0 to length(klaster) do
    Dist ← ((klaster[i][2] * klaster[i+1][2]) * ((klaster[i][7] -
    klaster[i+1][7])^2))/(klaster[i][5]) //simpan dalam array
    klaster[i][6]
return

```

```

Else if tahap == K_2
ALGORITMA probabilitas (klaster_awal)
//Input: klaster
//Output: sigma_Pk
For i ← 0 to length(klaster) do
    k1 ← kluster[i][0];
    z_atas ← kluster[i][1]; //klaster1 untuk batas atas
    z_a ← k1 - 1; //klaster1-1 untuk batas bawah
    if z_a = 0
        z_bawah = 1;
    else if z_a <> 0
        TkSebelum ← kluster[z_a - 1][1];
        z_bawah ← TkSebelum + 1;
    for z ← z_bawah to z_atas do
        sigma_Pk += getProbabilitas(z); //simpan dalam
array klaster[i][2]
    return

ALGORITMA mk1k2 (klaster_awal)
//Input: klaster
//Output: mk1k2
For i ← 0 to length(klaster) do
    k1 ← kluster[i][0];
    z_atas ← kluster[i][1]; //klaster1 untuk batas atas
    int z_a ← (k1 - 1); //klaster1-1 untuk batas bawah
    if z_a = 0
        z_bawah = 1;
    else if z_a <> 0
        TkSebelum = kluster[z_a - 1][1];
        z_bawah = TkSebelum + 1;
    for z ← z_bawah to z_atas; z++ do
        mk_temp = (z * getProbabilitasFromKluster(z))
/ (kluster[i][2]);
        mk1k2 += mk_temp; //simpan dalam array
klaster[i][7]
return

```

```

ALGORITMA Hitung Mk1k2 (klaster)
//Input: klaster
//Output: Mk1k2
For i ← 0 to length(klaster) do
    Pk1 ← klaster[i][2]
    Pk2 ← klaster[i+1][2]
    PM1 ← klaster[i][2] * klaster[i][7]
    PM2 ← klaster[i+1][2] * klaster[i+1][7]
Mk1k2 ← (PM1 + PM2) / (Pk1 +Pk2) //simpan dalam array
klaster[i][4]
return

ALGORITMA Hitung thok1k2 (klaster)
//Input: klaster
//Output: sigma_tho
For i ← 0 to length(klaster) do
    k1 ← klaster[i][0]
    k2 ← klaster[i+1][0]
    z_atas ← klaster[i+1][1]
    za ← k1-1
    if za = 0
        z_bawah ← 1
    else if z_a <> 0
        zz ← klaster[z_a-1][1]
        z_bawah ← zz+1
    for z ← z_bawah to z_atas do
        thok1k2 ← (z-klaster[i][4])^2 * prob[z]
        sigma_tho += tho //simpan dalam array
klaster[i][5]
return

ALGORITMA Hitung Dist (klaster)
//Input: klaster
//Output: Dist
For i ← 0 to length(klaster) do
Dist ← ((klaster[i][2] * klaster[i+1][2]) *
((klaster[i][7] - klaster[i+1][7])^2))/(klaster[i][5])
//simpan dalam array klaster[i][6]
return

```

```

ALGORITMA Threshold (klaster)
//Input: klaster
//Output: mean_ab
For i ← 0 to length(klaster) do
    min_a ← klaster[i][1]
    min_b ← klaster[i+1][1]
    mean_ab ← (min_a + min_b)/2
break
for i ← 0 to length(klaster) do
    piksel_i ← graylevel[i]
    if piksel_i < mean_ab
        thresh[i] ← 255
    else if piksel_i >= mean_ab
        thresh[i] ← 0
return

```

b. Penggabungan antar kelompok (*cluster*)

Setelah menghitung jarak antar klaster, kemudian mencari jarak yang paling dekat antar klaster tersebut, dan kemudian dua klaster tersebut digabung dengan menggabungkan jumah piksel-piksel klaster yang digabung.

4.2.5 Proses Identifikasi *Foramen Mentale*

Pengidentifikasian *foramen mentale* adalah bagian inti dari penelitian ini. Pengidentifikasian ini dilakukan karena pada citra *Dental Panoramic Radiograph* (DPR), *foramen mentale* sangat sulit dilihat dengan kasat mata karena bentuknya yang sangat kecil. Proses ini dilakukan dengan cara mencari nilai ambang batas (*thresholding*) citra setelah melakukan proses sebelumnya yaitu dengan mencari jarak dengan perhitungan *Discriminant Analysis* dan watershed untuk mengambil objek.. Nilai *threshold* ini dihitung dari rata-rata batas minimal klaster A dengan batas minimal klaster B. Nilai *threshold* merupakan nilai batas

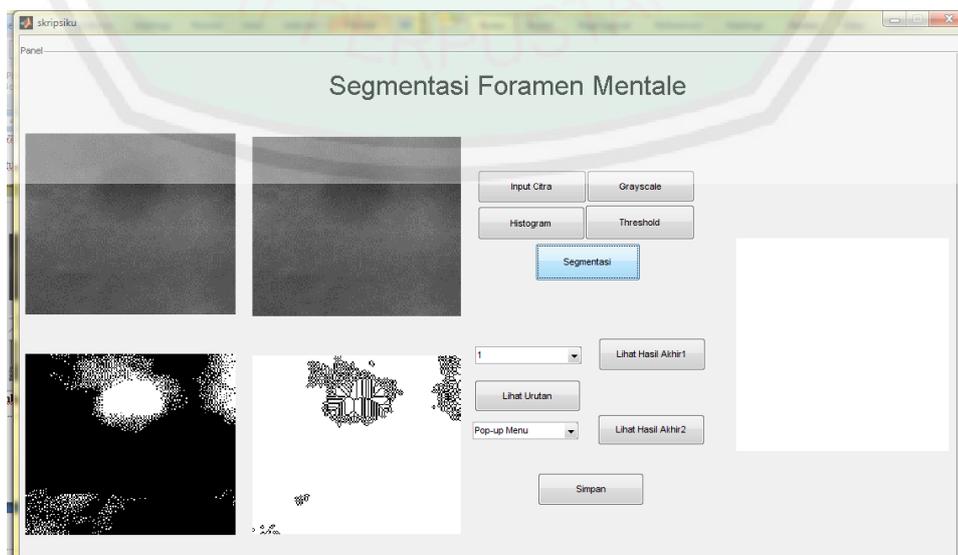
untuk mengubah piksel menjadi hitam dan putih. Pada penelitian ini digunakan 50 data penelitian yang akan dilatihkan dalam aplikasi ini. Berikut ini adalah hasil untuk proses *thresholding* dan segmentasi:



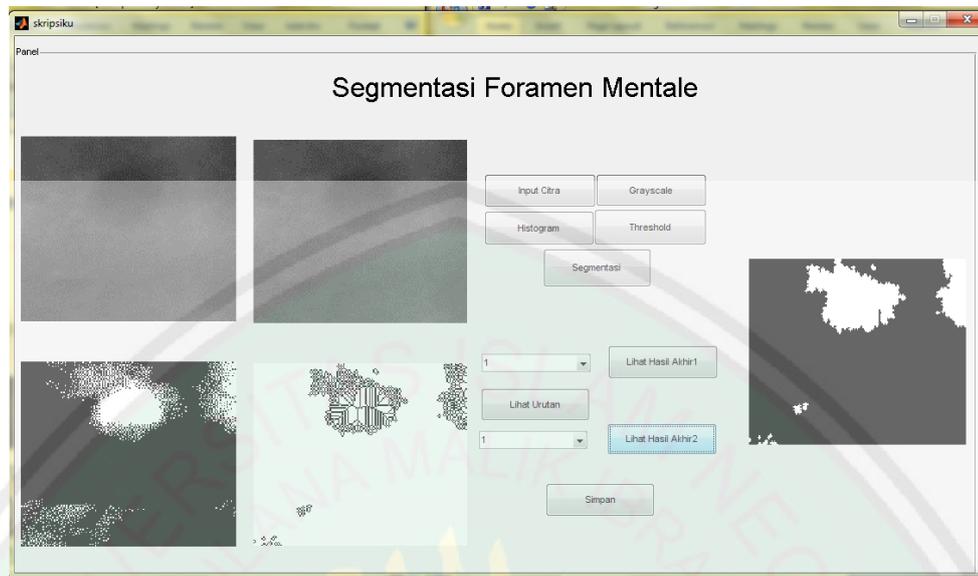
Gambar 4.5 Tampilan thresholding

Gambar di atas menunjukkan bahwa pada panel ‘Hasil Thresholding’ *foramen mentale* dapat diidentifikasi dengan warna putih, sedangkan warna hitam adalah latar belakangnya.

Kemudian untuk segmentasinya menggunakan watershed.



Gambar 4.6 Tampilan segmentasi watershed

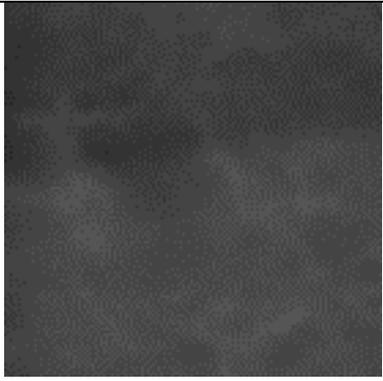


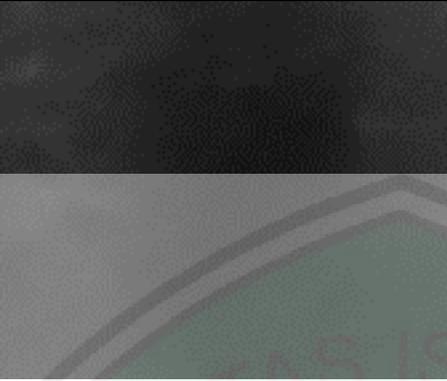
Gambar 4.7 Tampilan objek hasil thresholding dan segmentasi

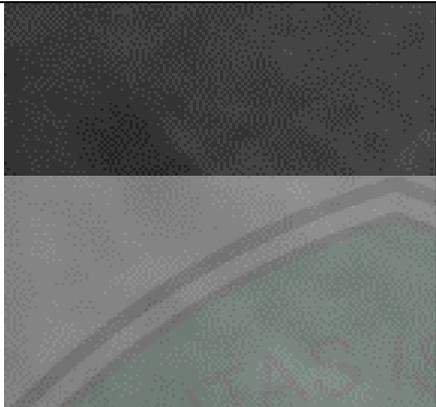
4.3 Uji Coba

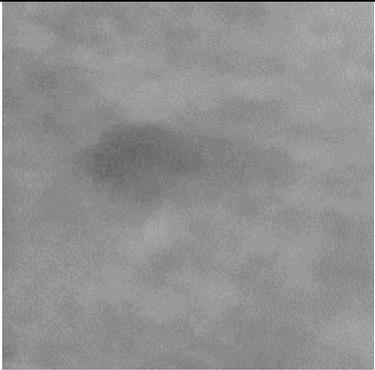
Proses pengujian aplikasi dilakukan dengan cara membandingkan citra input dengan citra output hasil segmentasi berdasarkan nilai *threshold*, menggunakan metode perhitungan *Discriminant Analysis* dan watershed. Aplikasi akan mengidentifikasi *foramen mentale* secara otomatis dan menganalisis secara manual. Berikut adalah hasil ujicoba:

Tabel 4.2. Hasil output citra hasil segmentasi dengan membandingkan citra input dengan citra output

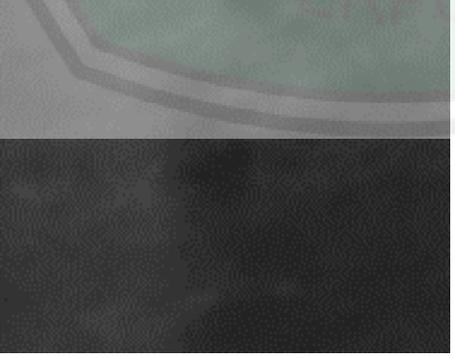
No	Asli	Dengan Thresholding
1		

2		
3		
4		
5		

6		
7		
8		

9		
10		
11		
12		

13		
14		
15		
16		

17		
18		
19		
20		

Tabel 4.2 merupakan table hasil perbandingan citra input dengan citra output hasil segmentasi citra antara perhitungan *Discriminant Analysis* dan watershed. Gambar-gambar tersebut merupakan gambar citra DPR yang telah dipotong pada bagian *foramen mentale*.

4.4 Pengembangan Identifikasi *Foramen Mentale* Ditinjau dari Sudut Pandang Islam

Identifikasi *foramen mentale* pada citra DPR (*Dental Panoramic Radiograph*) merupakan salah satu upaya untuk membantu untuk pendeteksian dini penyakit osteoporosis dalam bidang pengolahan citra karena citra DPR merupakan citra hasil dari sinar X-Ray yang berwarna keabuan sehingga sangat sulit untuk dilihat. Sehingga, diharapkan dapat membantu dokter gigi dalam melakukan pendeteksian osteoporosis pada bagian tulang rahang pasien, supaya pasien dapat menghindari dan mencegah sebelum osteoporosis ini menjadi penyakit yang parah.

Menjaga kesehatan lebih baik daripada mengobati. Oleh karena itu, Nabi Muhammad s.a.w., mengajarkan pada umatnya untuk selalu menjaga kesehatan. Hal ini tidak lepas dari wahyu Allah swt yang menurunkan penyakit beserta obatnya. Seperti yang telah diriwayatkan oleh Abu Hurairah radhiallahu ‘anhu, bahwa Rasulullah s.a.w bersabda:

مَا أَنْزَلَ اللَّهُ دَاءً إِلَّا أَنْزَلَ لَهُ شِفَاءً

Artinya: “Tidaklah Allah menurunkan sebuah penyakit melainkan menurunkan pula obatnya” (H.R Al-Bukhari dan Muslim)

Aplikasi ini juga dibangun bertujuan untuk mengembangkan teknologi, karena Islam mengajarkan untuk mengembangkan ilmu pengetahuan. Rasulullah s.a.w pernah bersabda:

... أَطْلَبُوا الْعِلْمَ وَلَوْ بِالصِّينِ {رَوَاهُ عَبْدُ الْبَرِّ}

Artinya: “Carilah ilmu itu walau di negeri Cina” (H.R Abdul Bar)

أَطْلُبُ الْعِلْمَ مِنَ الْمَهْدِ إِلَى اللَّحْهِ (رواه مسلم)

Artinya: “Carilah ilmu dari buaian sampai liang lahat” (H.R Muslim)

Kedua hadits tersebut menjelaskan bahwa untuk menuntut ilmu tidak ada batasannya, baik batasan tempat maupun batasan umur. “Carilah ilmu itu walau di negeri Cina”, yaitu mencari ilmu itu tidak hanya di negeri muslim saja, tetapi di negeri non muslim pun dapat dicari. “Carilah ilmu dari buaian sampai liang lahat”, yaitu manusia dituntut untuk menuntut ilmu tidak terbatas oleh umur, melainkan seumur hidup.

Begitu pentingnya dan begitu luasnya ilmu untuk kehidupan manusia. Sehingga umur, tempat dan *gender* bukan alasan lagi untuk tidak menuntut ilmu. Karena, ilmu juga merupakan kunci untuk kehidupan di dunia dan di akhirat.

Dengan adanya pengembangan ilmu dan teknologi, maka dapat mempermudah orang lain untuk mendeteksi penyakit. Islam juga mengajarkan untuk memudahkan orang lain, karena dengan memudahkan orang lain, akan dapat pahala dari Allah swt. Seperti yang telah diriwayatkan dalam hadist berikut ini:

عن أبي برزة الأسلمي قال: يا رسول الله دلني على عمل يدخلني الجنة؟ قال: أمط

الأذى عن طريق الناس

Artinya: Abu Barzah al-Islamy berkata, “Saya berkata kepada Rasulullah shalallahu ‘alaihi wa sallam,”Wahai Rasulullah tunjukkanlah kepadaku

perbuatan yang dapat memasukkanku ke dalam sorga". Beliau bersabda: Singkirkanlah gangguan dari jalan orang. (H.R Bukhari)

Gangguan yang dimaksud dalam hadist di atas dapat diartikan sebagai masalah. Masalah dalam pendeteksian osteoporosis ini adalah dalam pengolahan citra sinar X-Ray yaitu citra DPR khususnya pada daerah *foramen mentale*. Sehingga sangat membantu para dokter untuk mengidentifikasi *foramen mentale* secara otomatis.

Semua ini merupakan dorongan bagi para dokter dan para ilmuwan muslim untuk terus meningkatkan pengetahuan, wawasan dan keahlian mereka dalam bidangnya masing-masing dan kaedah-kaedah agar pengobatan yang dilakukan terhadap suatu penyakit benar-benar tepat.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil simulasi dan analisa tentang identifikasi *foramen mentale* dengan metode thresholding perhitungan *Discriminant Analysis* yang telah diuraikan maka dapat ditarik kesimpulan bahwa penelitian ini menggunakan 20 citra *Dental Panoraic Radiographic* (DPR) dan dapat mengidentifikasi foramen mental dengan baik, karena dengan menggunakan thresholding maka objek telah terfokus untuk daerah yang dipilih dan akan lebih jelas apabila di segmen dengan watershed, sehingga hasilnya jauh lebih baik daripada yang tidak menggunakan thresholding.

5.2 Saran

Aplikasi ini dapat dikembangkan lebih lanjut, hingga mencapai pendeteksian penyakit osteoporosis. Metode pada segmentasi bisa ditambahkan dengan metode lain, supaya hasil dari segmentasi terlihat lebih jelas.

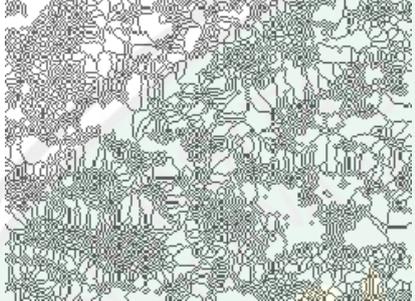
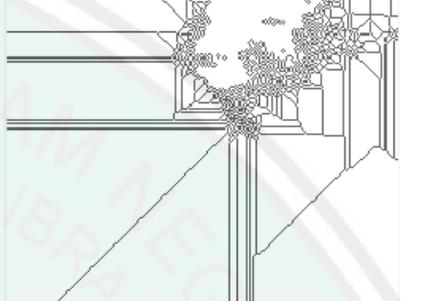
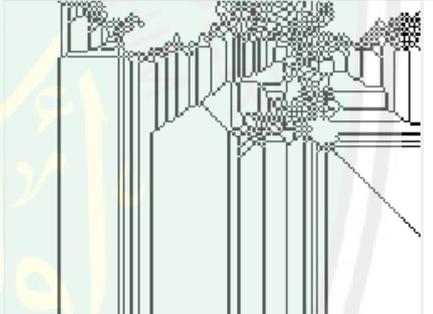
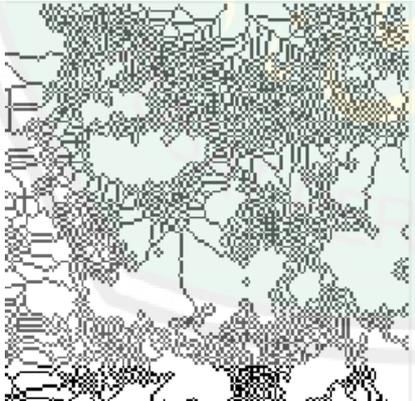
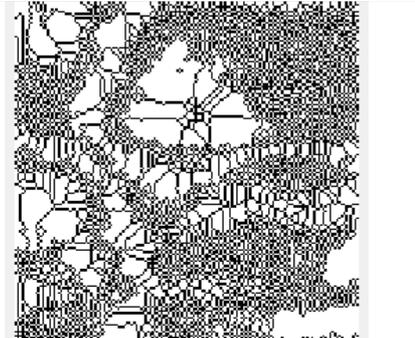
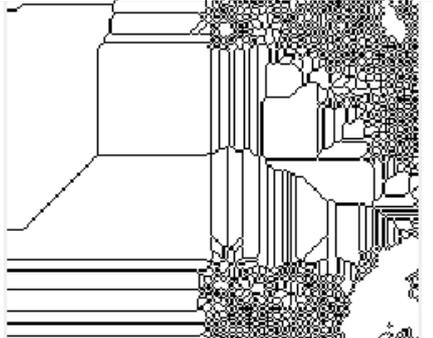
DAFTAR PUSTAKA

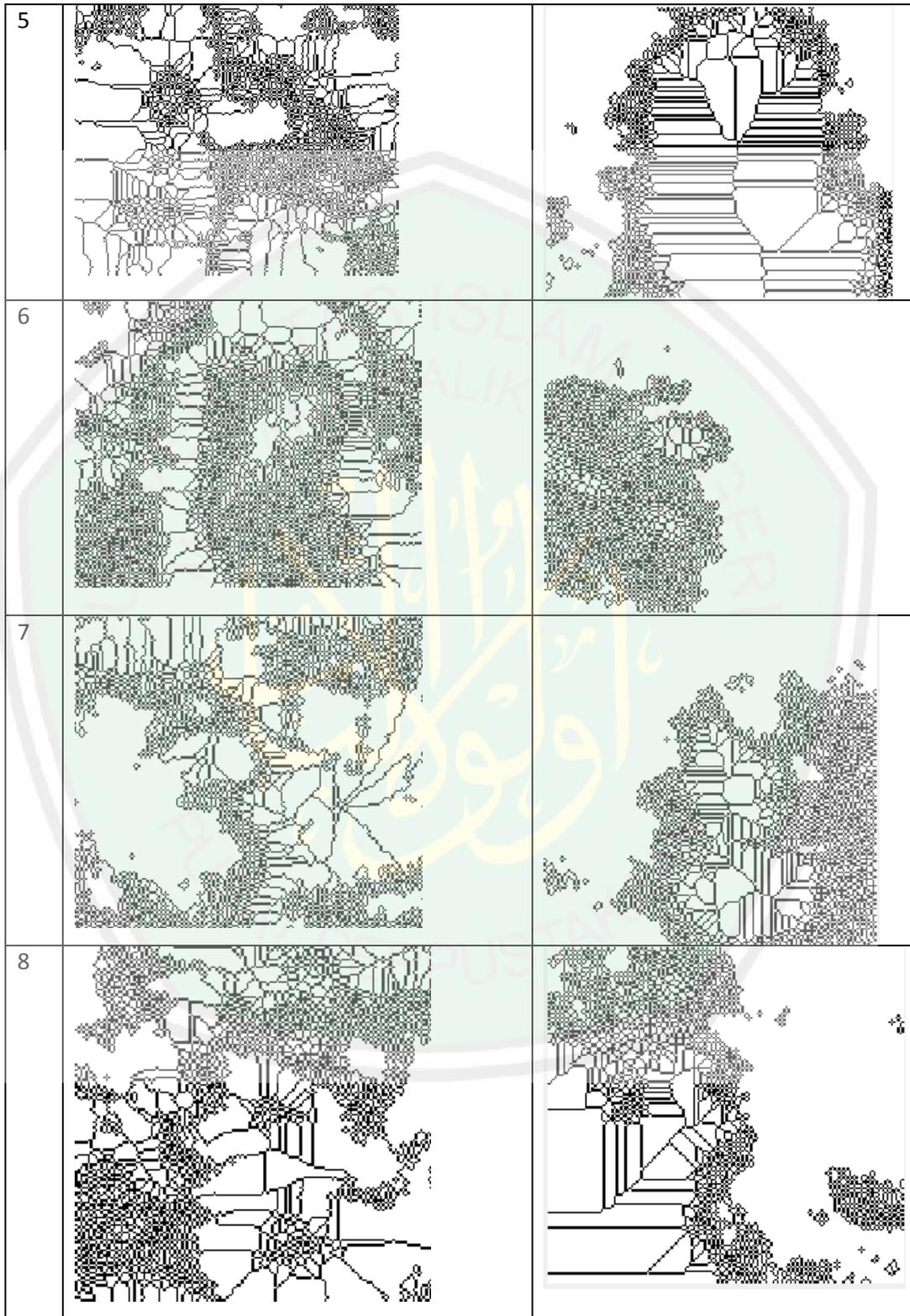
- Abadi, Deni. 2003. *Mengetahui Posisi Foramen Mental Melalui Radiograf*. Skripsi. Medan. Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Sumatera Barat
- Ahmad, Usman. 2005. *Pengolahan Citra Digital & Teknik Pengolahannya*. Yogyakarta. Graha Ilmu
- Arifin, Agus Zainal dan Akira Asano. 2004. *Image Thresholding by Segmentation Using Discriminant Analysis*. Proceeding Indonesia-Japan Joint Scientific Symposium 2004 (IJSS'04), Chiba University, Japan: 169-174
- Arifin, Agus Zainal, dkk. 2005. *Computer-aided system for measuring the mandibular cortical width on panoramic radiograph in osteoporosis diagnosis*. Medical Imaging: Image Processing. Proc. of SPIE Vol.5747
- Arifin, Agus Zainal, dkk. 2006. *Computer-Aided System for Measuring the Mandibular Cortical Width on Dental Panoramic Radiograph in Identifying Postmenopausal Women with Low Bone Mineral Density*. International Osteoporosis Foundation and National Osteoporosis Foundation 2006: Osteoporosis Int. Vol.17: 753-759
- Bozic M, dan N Ihan Hren. 2005. *Osteoporosis and Mandibles*. Dentomaxillofacial Radiology 35, 178-184. The British Institute of Radiology
- Cosman, Felicia, M.D. 2009. *Osteoporosis: Panduan Lengkap Agar Tulang Anda Tetap Sehat*. Yogyakarta: B-First
- Curry III, Thomas S., 1984, "Christensens Introduction to The Physics of Diagnostic Radiology" Third Edition, Lea and Eigher Philadelphia
- Dwayne Phillips. 2000. *Image Processing In*, C R & D Publications. Second Edition
- Ekayuda, Iwan. 2005. *Radiologi Diagnostik Edisi Kedua*. Jakarta: Balai Penerbit FKUI
- Glasbey, C. A. 1993. *An Analysis Of Histogram-Based Thresholding Algorithms*. Cvqip-Graphical Models Image Process., 55(6), Pp. 532-537
- Gulsahi, A, dkk. 2010. *Assessment of Bone Mineral Density in The Jaws and Its Relationship to Radiomorphometric Indices*. The British Institute of Radiology: Dentomaxillofacial Radiology 39, 284-289

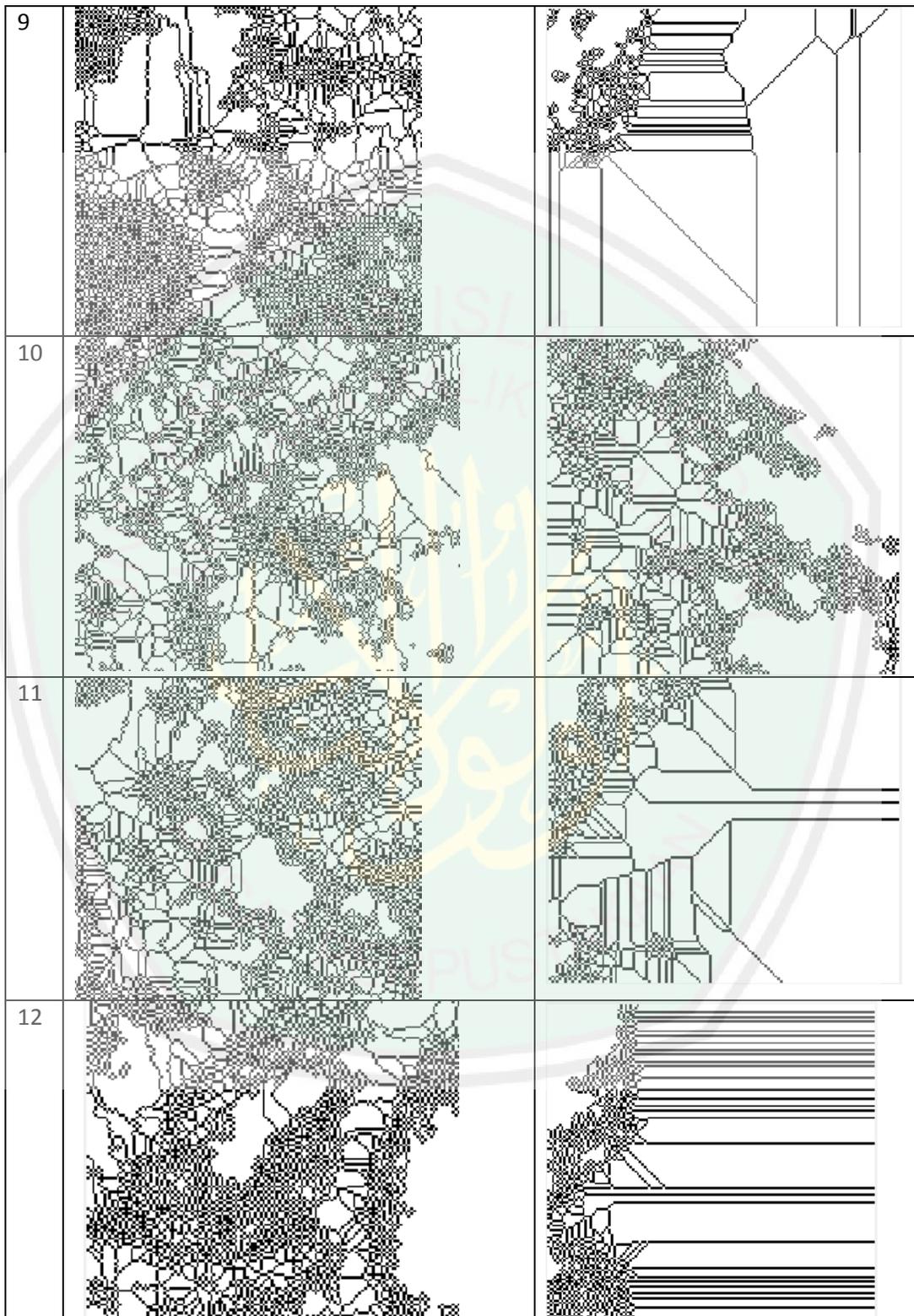
- Hair, J. F. Jr., Anderson, R. E., Tatham, R. L. and Black W. C. 1998. *Multivariate data analysis*. 5th ed. New Jersey: Prentice Hall
- Harty, F. J dan R. Ogston. 1995. *Kamus Kedokteran Gigi*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC
- Horner, K, dkk. 1996. *Mandibular Bone Mineral Density as a Predictor of Skeletal Osteoporosis*. The British Journal of Radiology: Vol.69, No.827
- Jazairi, Syaikh Abu Bakar Jabir. 2008. *Tafsir Al-Qur'an Al-Aisar: Jilid 5*. Jakarta: Darus Sunnah Press
- Jazairi, Syaikh Abu Bakar Jabir. 2008. *Tafsir Al-Qur'an Al-Aisar: Jilid 7*. Jakarta: Darus Sunnah Press
- Kiptiyah, M.Si. 2007. *Embriologi Dalam Al-Qur'an*. Malang: UIN Press
- Munir, Rinaldi. 2004. *Pengolahan Citra Digital Dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung: Informatika Bandung
- Oxlade, Chris, Anita Ganeri. 2003. *Ensiklopedia Mini Sains*. Jakarta: Erlangga
- Patel, Pradip R. 2007. *Lecture Notes: Radiologi Edisi Kedua*. Jakarta: Erlangga
- Purnomo, Mauridhi Hery, Arif Muntasa. 2010. *Konsep Pengolahan Citra Digital Dan Ekstraksi Fitur*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Putra, Darma. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi
- Sprawls, Perry. 2010. "EMITEL e-Encyclopedia of Medical Physics and Multilingual Dictionary of Terms"
- Taguchi, Akira, dkk. 2005. *Use Of Dental Panoramic Radiograph in Identifying Younger Postmenopausal Women with Osteoporosis*. International Osteoporosis Foundation and National Osteoporosis Foundation 2005: Osteoporosis Int. Vol.17: 387-394
- Tandra, Hans. 2009. *Segala Sesuatu yang Harus Anda Ketahui Tentang Osteoporosis Mengenal, Mengatasi, dan Mencegah Tulang Keropos*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama
- Watson, Roger. 1997. *Anatomi dan Fisiologi untuk Perawat E/10*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC

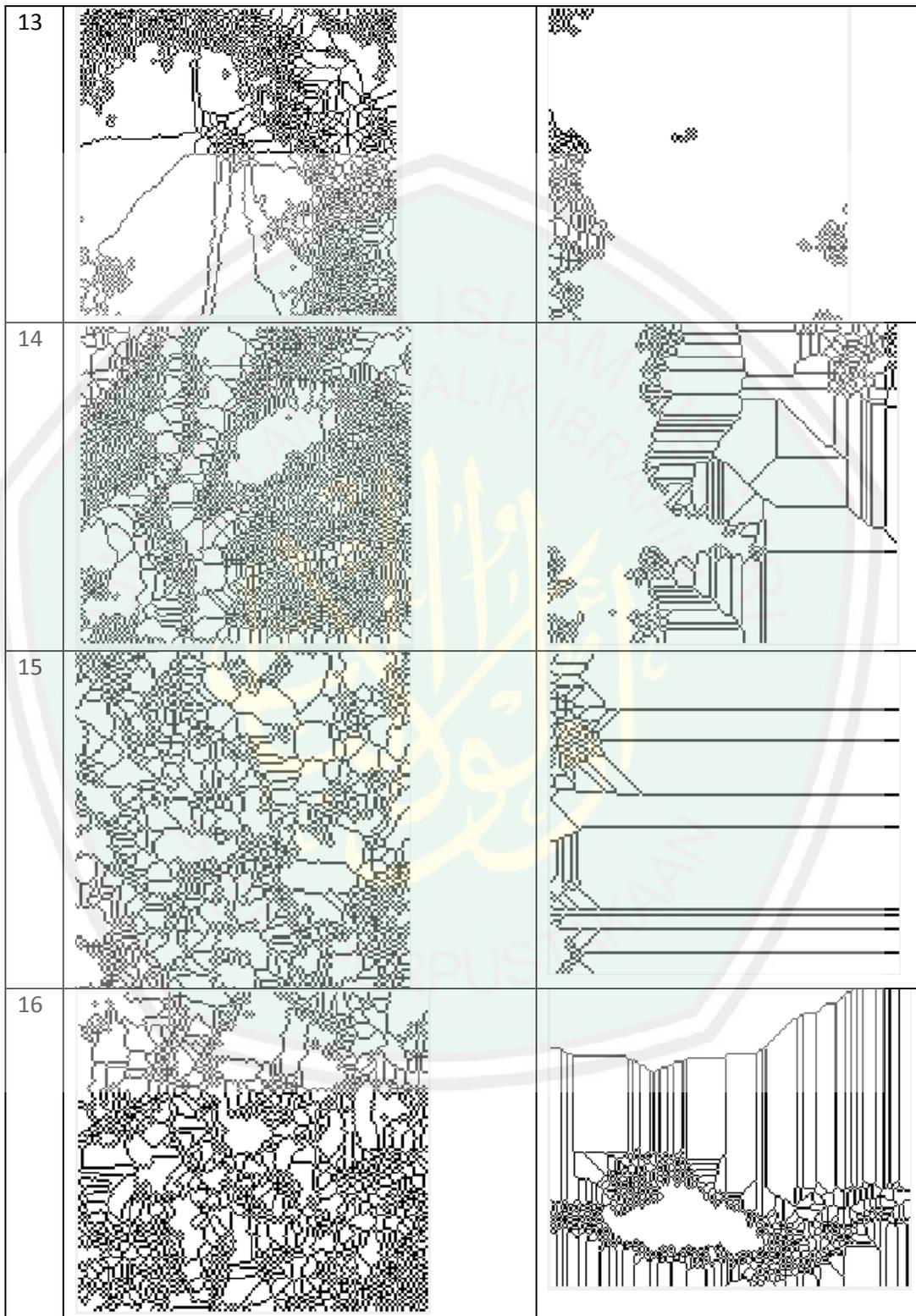
LAMPIRAN

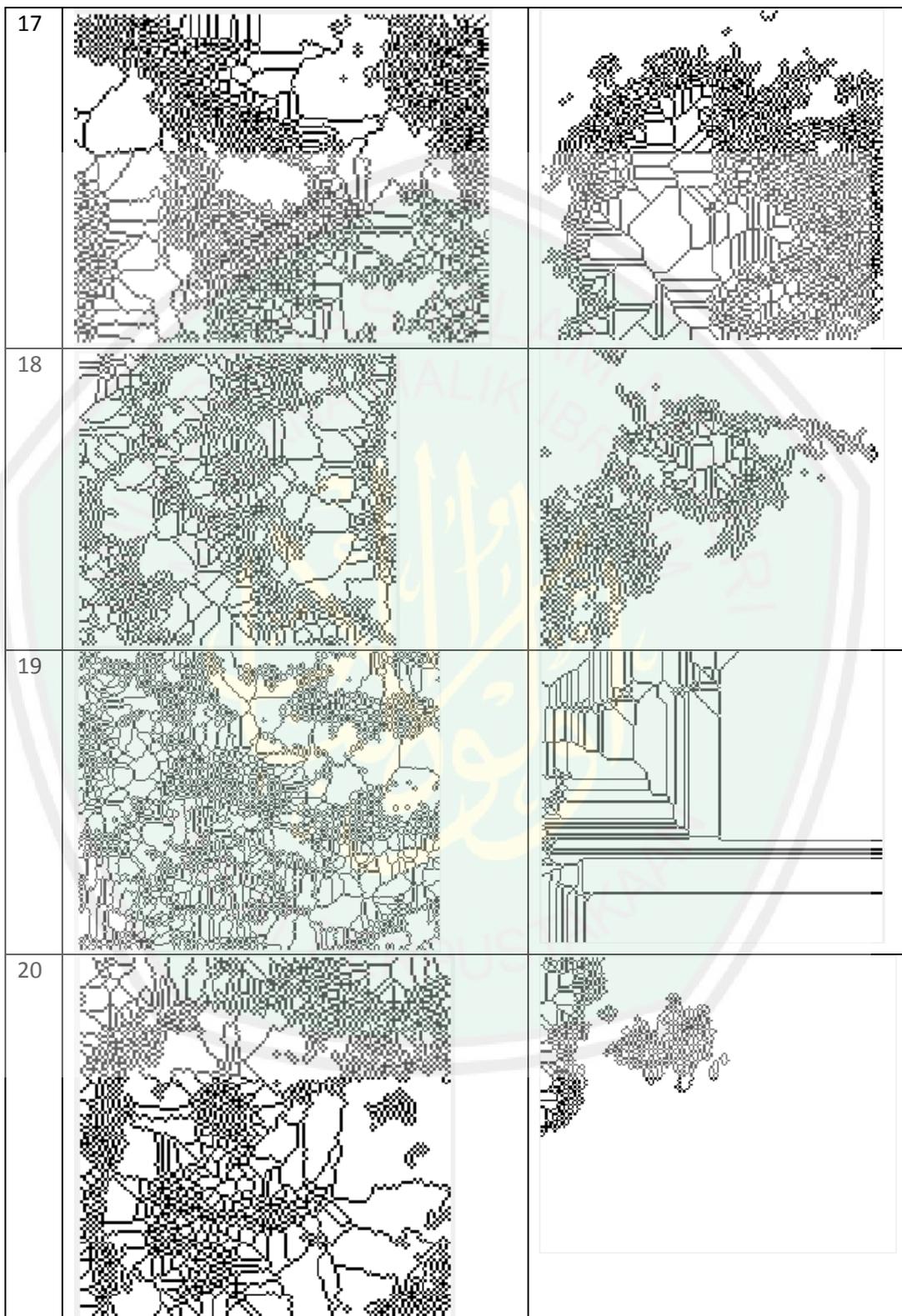
Lampiran I : Tabel Perbedaan Citra Hasil Watershed yang Menggunakan Thresholding dengan Tanpa Thresholding

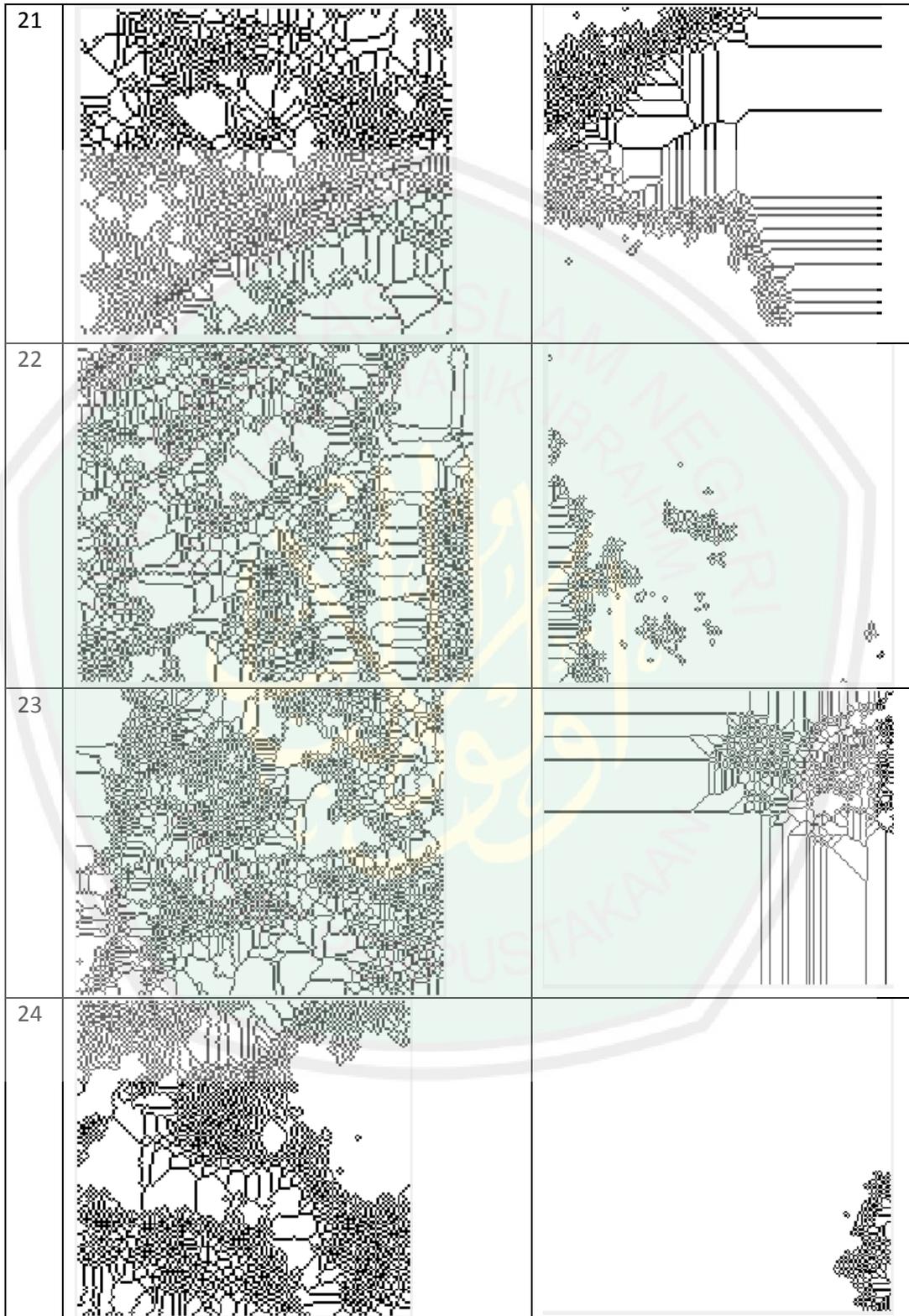
No	Tanpa Thresholding	Dengan Thresholding
1		
2		
3		
4		

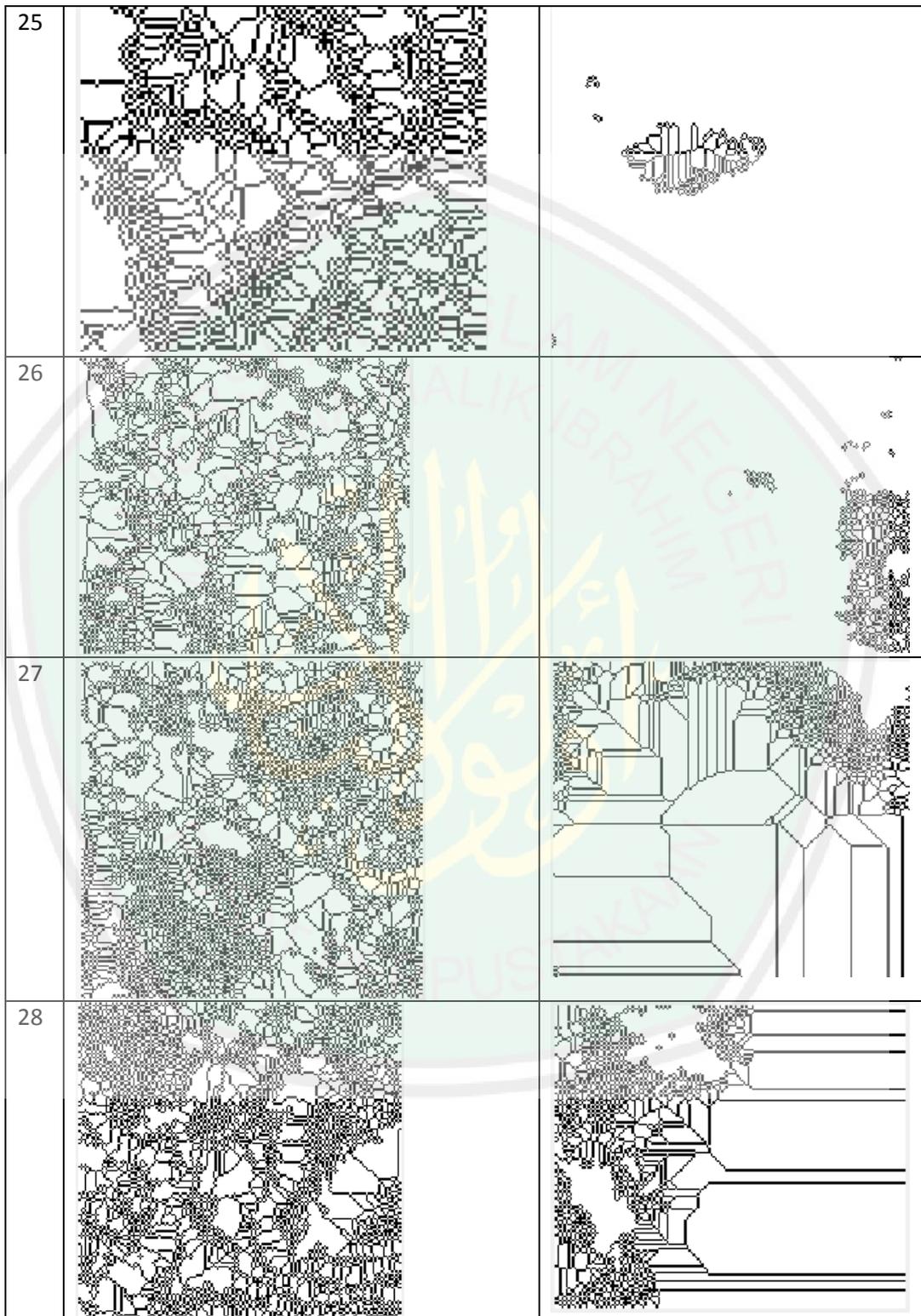


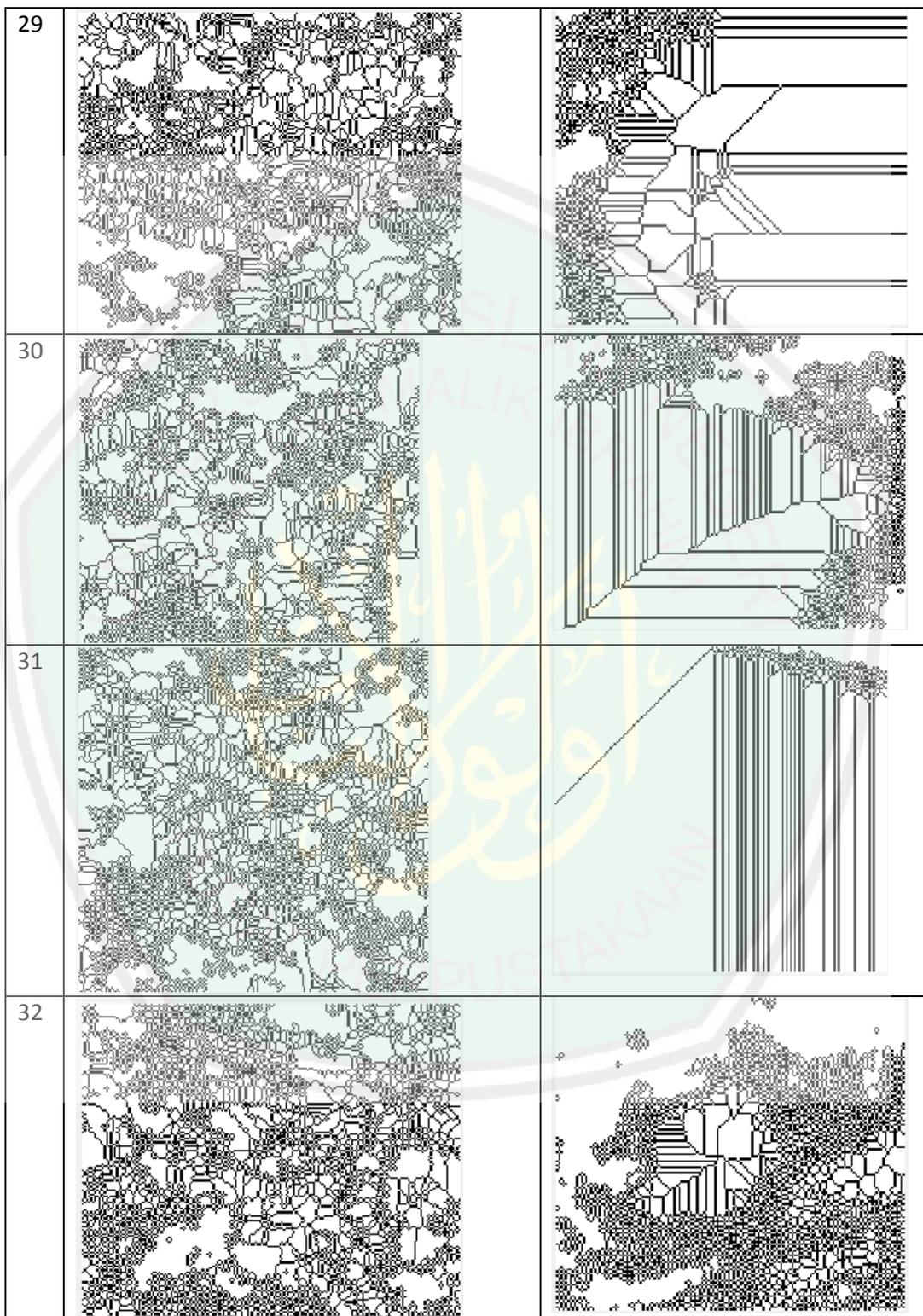


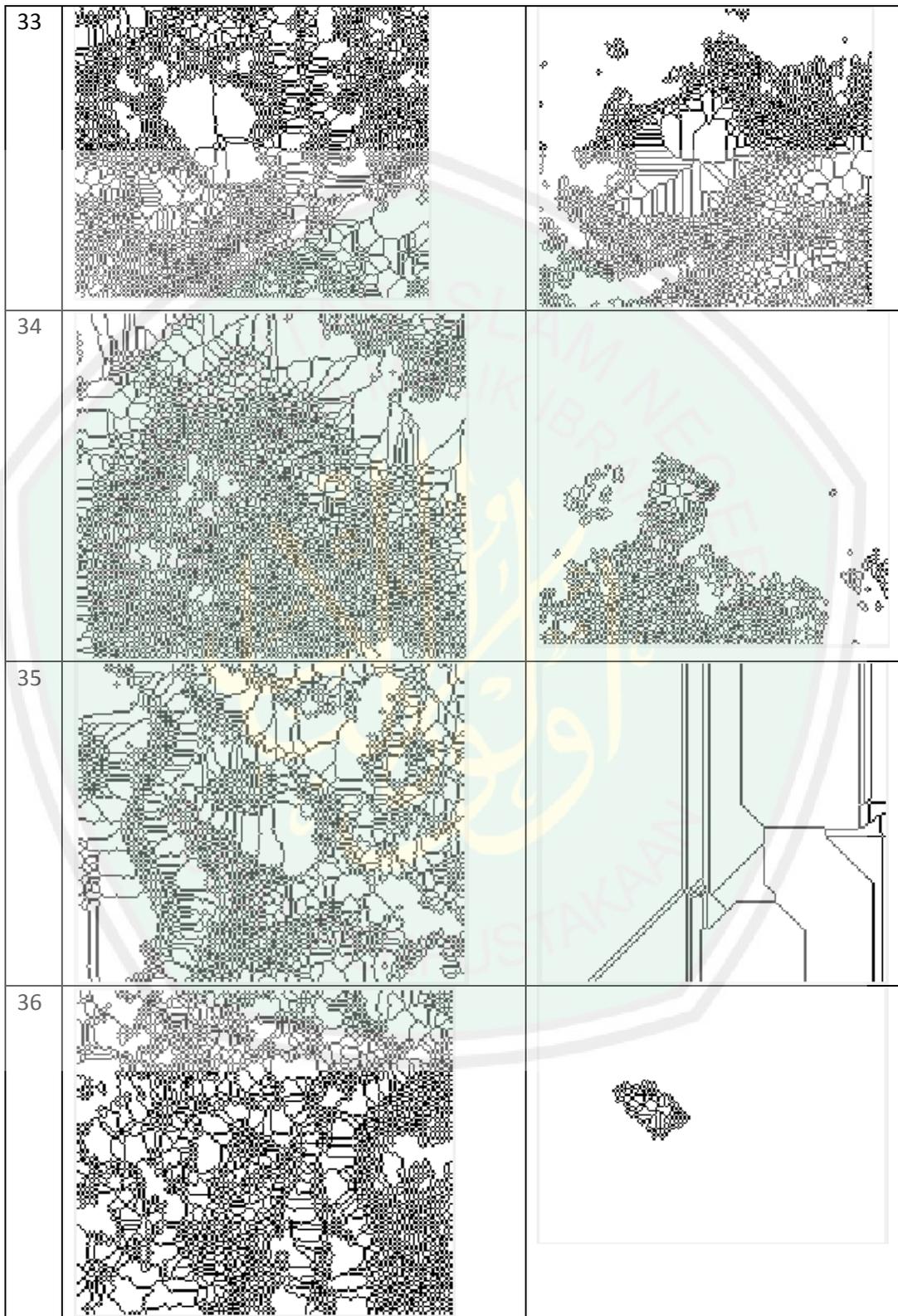


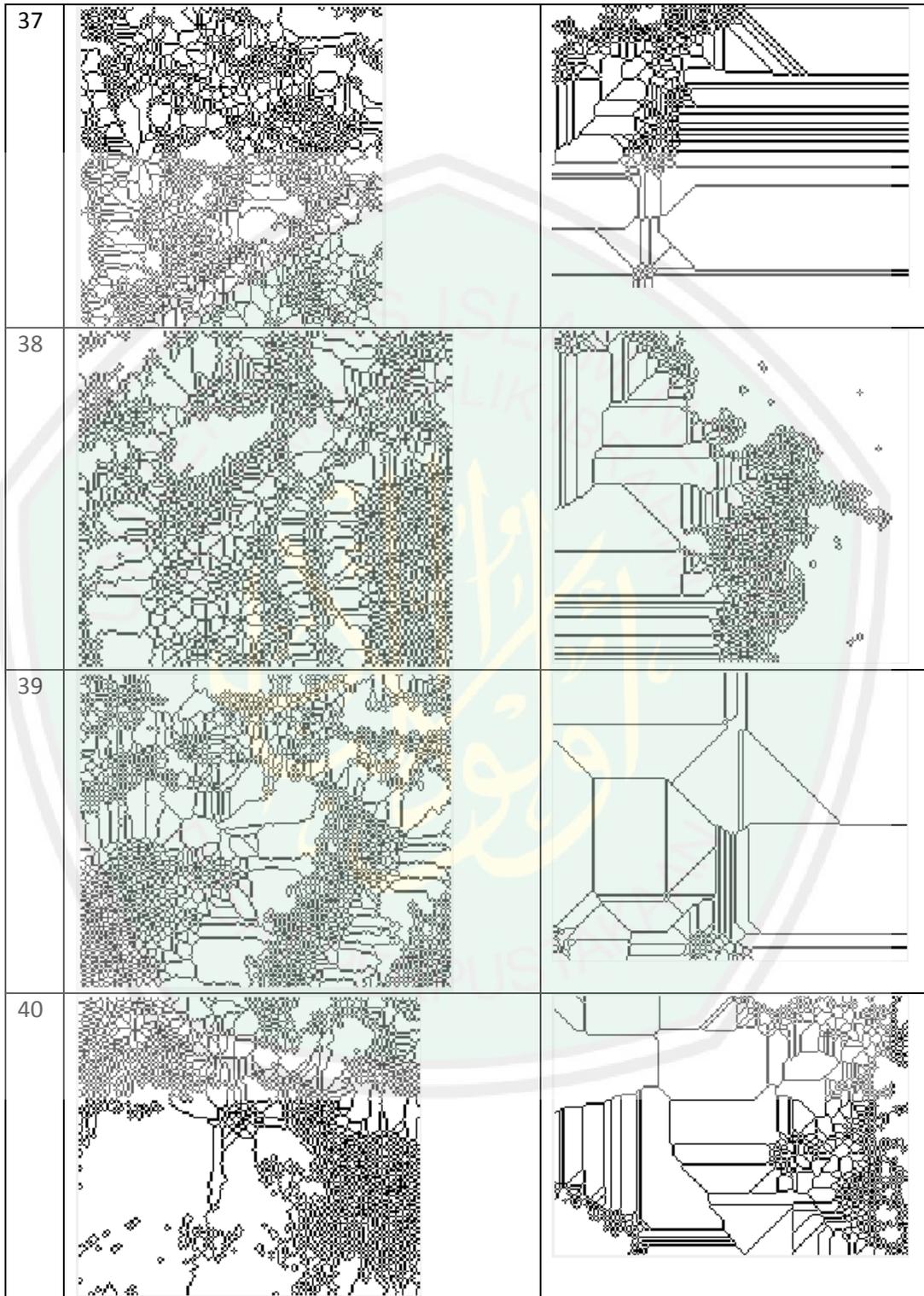


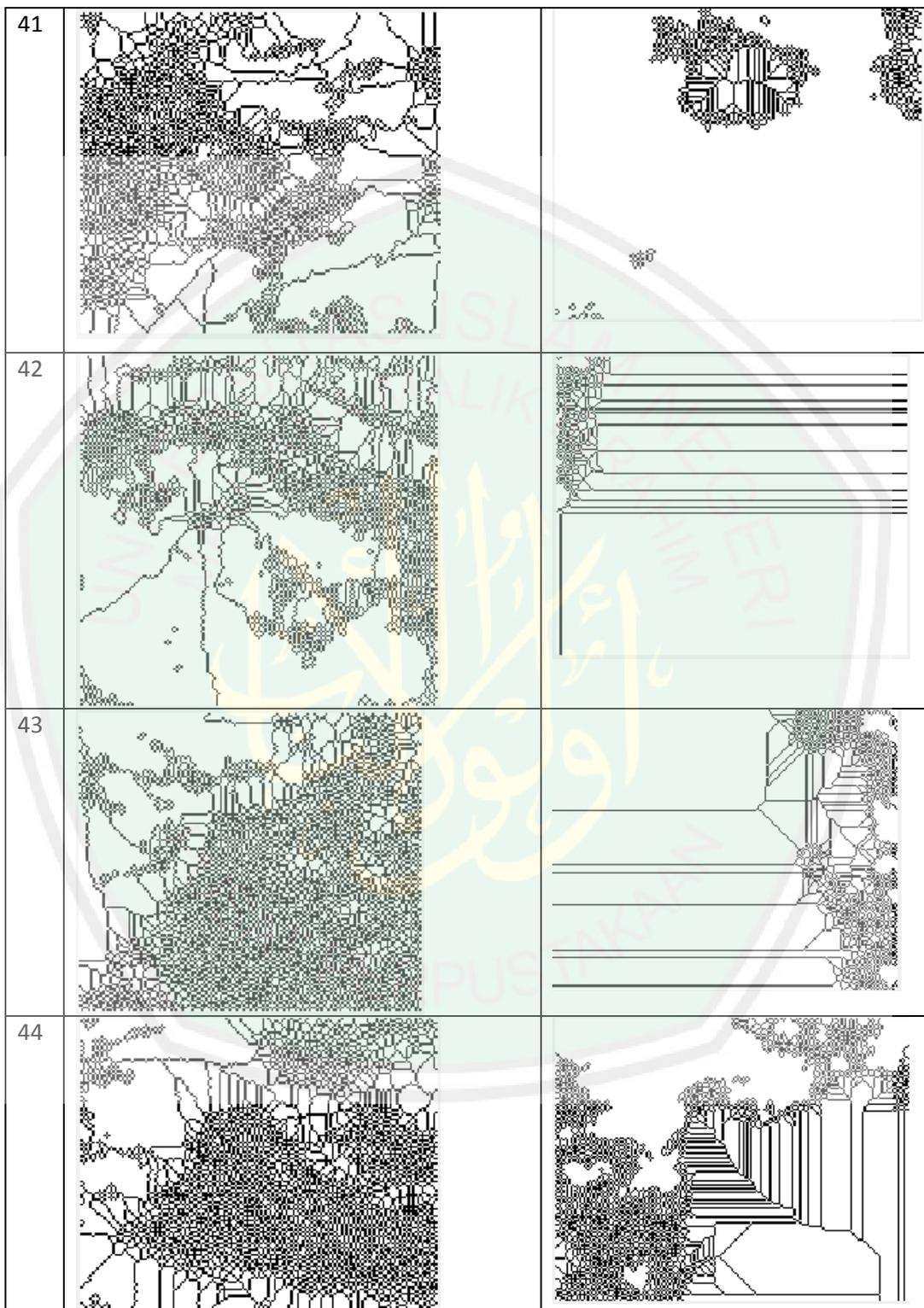


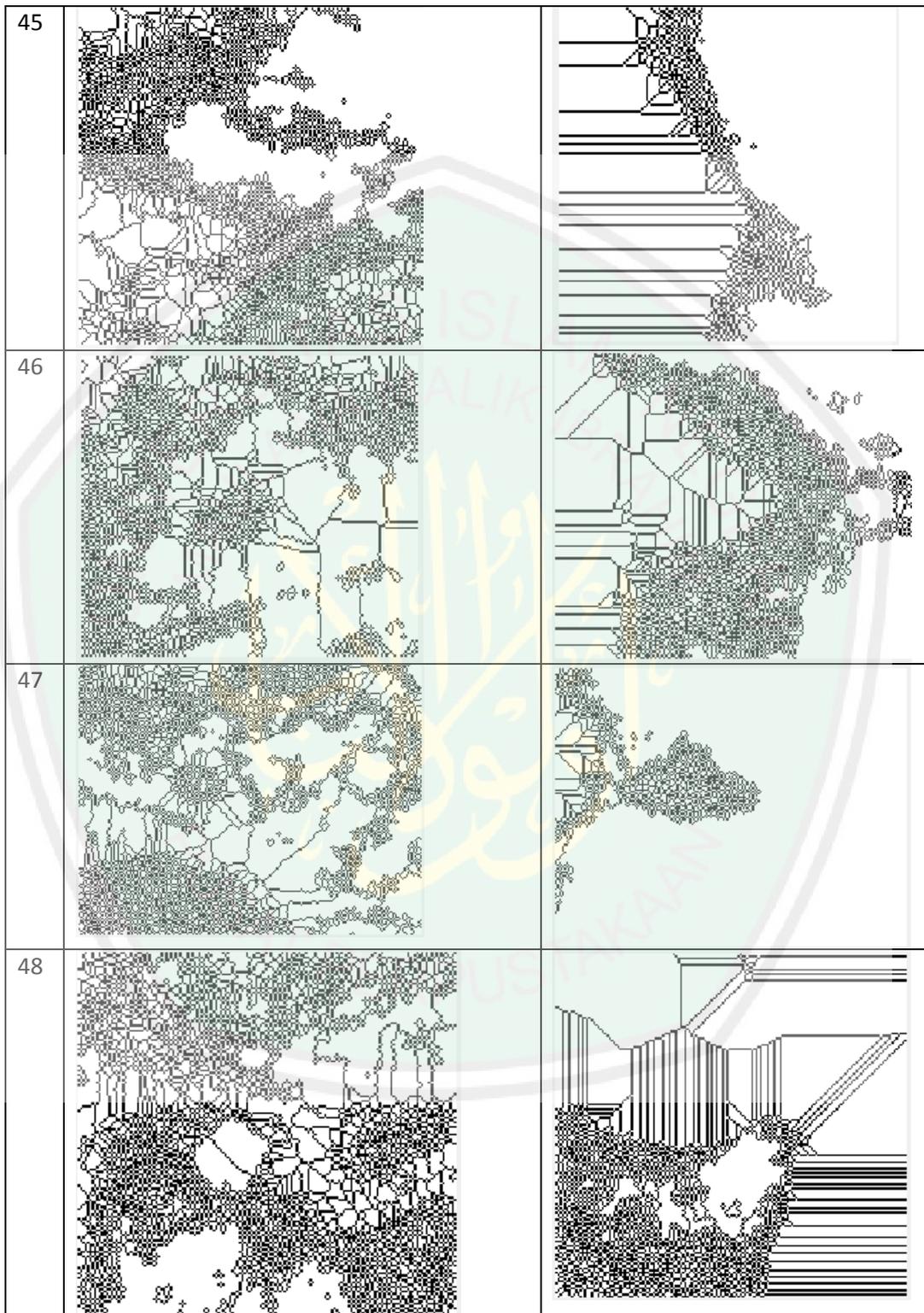


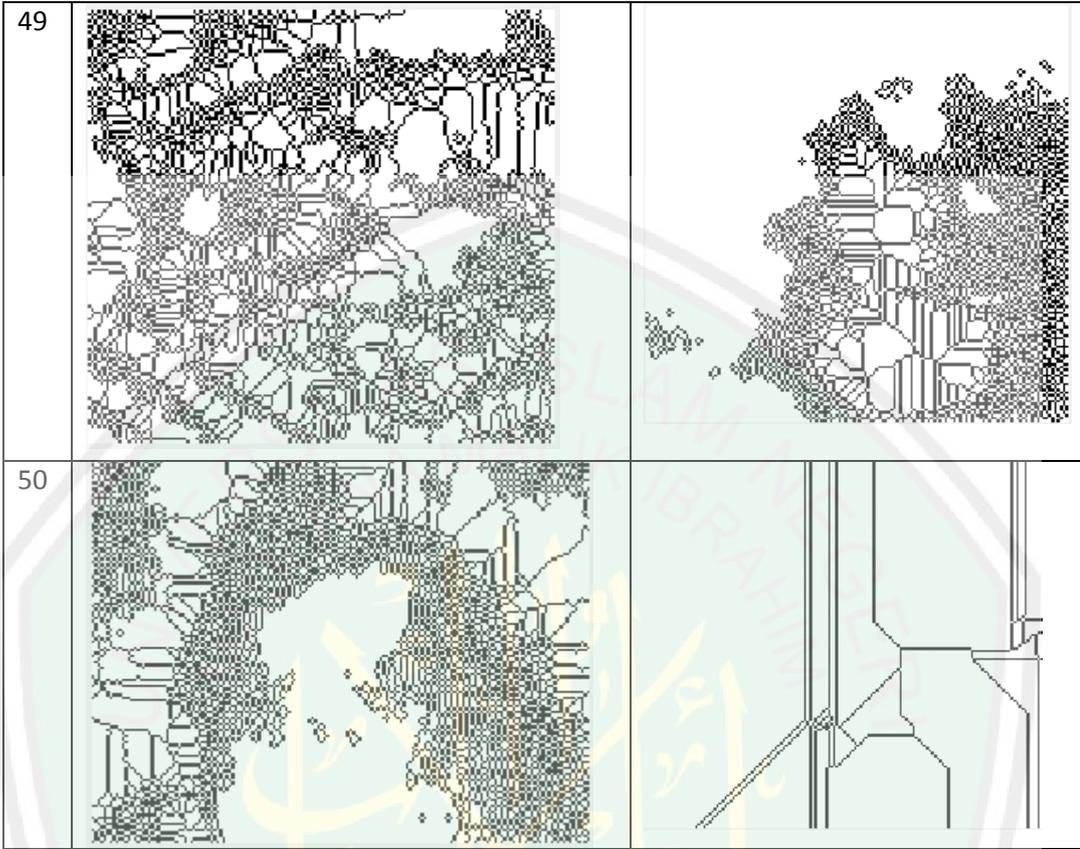




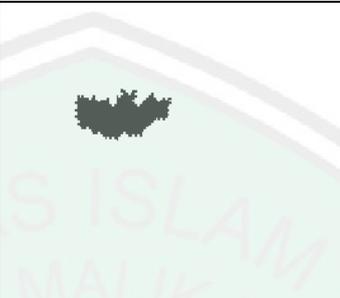
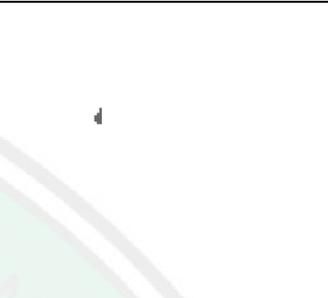
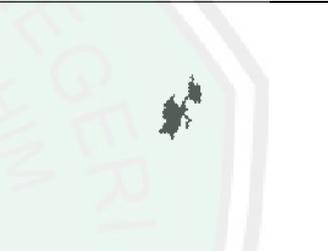
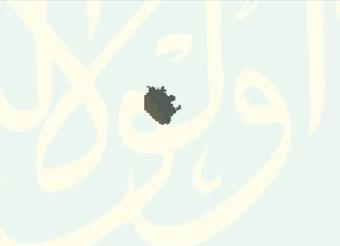
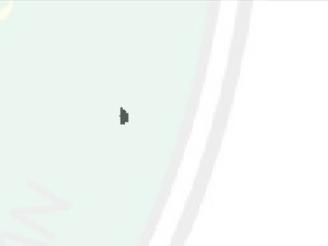
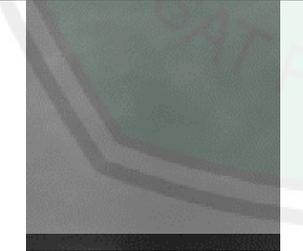
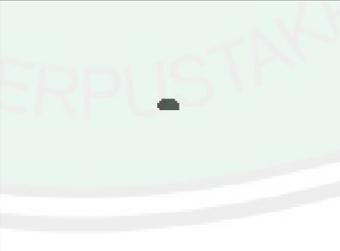
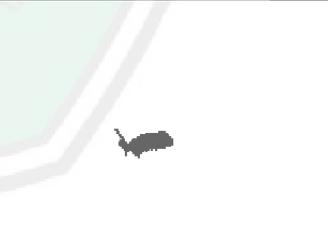
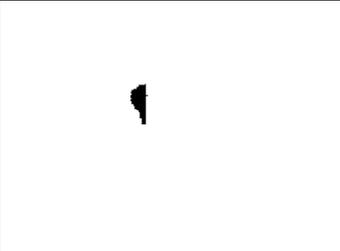
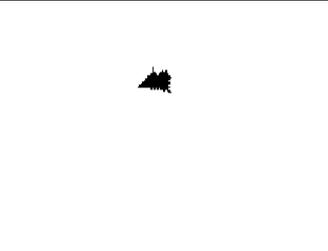


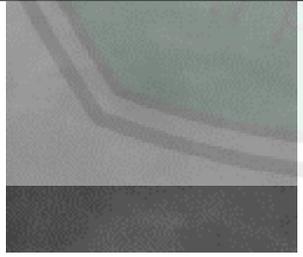


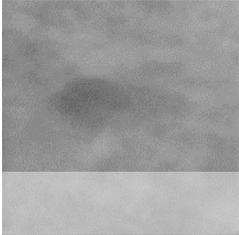
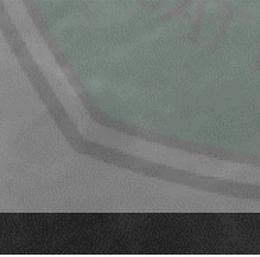
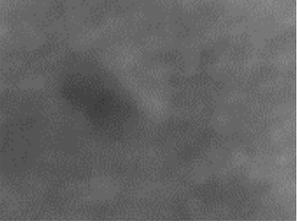




Lampiran I : Tabel Perbedaan Objek segmentasi yang Menggunakan Thresholding dengan Tanpa Thresholding

No	Asli	Dengan Thresholding	Tanpa Thresholding
1			
2			
3			
4			
5			

6			
7			
8			
9			
10			
11			

12			
13			
14			
15			
16			
17			

18			
19			
20			

