

***MATHEMATICAL MORPHOLOGICAL EDGE DETECTION
UNTUK SEGMENTASI FORAMEN MENTALE PADA
CITRA DENTAL PANORAMIC RADIOGRAPH (DPR)***

SKRIPSI

Oleh:

SHENNDY NURA INDRIANIE

NIM: 09650113



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

***MATHEMATICAL MORPHOLOGICAL EDGE DETECTION
UNTUK SEGMENTASI FORAMEN MENTALE PADA
CITRA DENTAL PANORAMIC RADIOGRAPH (DPR)***

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:
SHENNDY NURA INDRIANIE
NIM: 09650113**

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

***MATHEMATICAL MORPHOLOGICAL EDGE DETECTION
UNTUK SEGMENTASI FORAMEN MENTALE PADA
CITRA DENTAL PANORAMIC RADIOGRAPH (DPR)***

SKRIPSI

Oleh :

Shenndy Nura Indrianie
NIM : 09650113

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji :
Tanggal, 13 September 2013

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Zainal Abidin, M.Kom
NIP. 19760613 200501 1 004

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

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

**MATHEMATICAL MORPHOLOGICAL EDGE DETECTION
UNTUK SEGMENTASI FORAMEN MENTALE PADA
CITRA DENTAL PANORAMIC RADIOGRAPH (DPR)**

SKRIPSI

Oleh:

**SHENNDY NURA INDRIANIE
NIM. 09650113**

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

Tanggal, 19 September 2013

Susunan Dewan Penguji

Tanda Tangan

- | | | | |
|--|---|--|---|
| 1. Penguji Utama : <u>Totok Chamidy, M.Kom</u>
NIP. 19691222 200604 1 001 | (| |) |
| 2. Ketua : <u>Dr. Cahyo Crysdiان</u>
NIP. 19740424 200901 1 008 | (| |) |
| 3. Sekretaris : <u>Zainal Abidin, M.Kom</u>
NIP. 19780625 200801 2 006 | (| |) |
| 4. Anggota : <u>Ririen Kusumawati, M.Kom</u>
NIP. 19720309 200501 2 002 | (| |) |

Mengetahui dan Mengesahkan,
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Dr. Cahyo Crysdiان
NIP. 19740424 200901 1 008

SURAT PERNYATAAN
ORISINALITAS PENELITIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Shenndy Nura Indrianie
NIM : 09650113
Fakultas/Jurusan : Sains Dan Teknologi / Teknik Informatika
Judul Penelitian : *Mathematical Morphological Edge Detection* untuk
segmentasi *foramen mentale* 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, 13 September 2013

Yang Membuat Pernyataan,

Shenndy Nura Indrianie

09650113

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Saya persembahkan karya ini kepada
Kedua orang tua saya tercinta, Papa Drs. Rojeni Hm, dan Mama
Darmawati S,Ag terima kasih atas setiap peluh dan airmata yang
bergulir yang tiada mampu saya balas...
Adik-adikku tercinta Shitta Rezky Anggelina dan M. Aslam Ibrahim
Ramdani terima kasih karena telah mengajarkan saya untuk menjadi
seorang kakak yang lebih dan lebih baik lagi..
Dan kepada seluruh keluarga besar yang tidak bisa saya sebut satu-
persatu terima kasih atas setiap doa dan dukungan yang selalu
dipanjatkan untuk saya...
Kepada dosen pembimbing Bapak Zainal Abidin M,Kom dan Ibu Ririen
Kusumawati M,Kom
Serta dosen wali Bapak M. Faisal M,T terima kasih atas bimbingan,
saran, nasihat dan ilmu yang telah diberikan..
Kepada sahabat-sahabat seperjuangan yang selalu mendukung,
menemani dan membantu : Meidoasa, Penty, Delliana, Devi, Mita,
Riztha, Nicka, Yoan, Verry, Heni, Fajar, dan Dian. Teman-teman tim
Osteo dan Teman-teman TI UIN angkatan 09 yang tidak bisa saya sebut
satu-persatu terima kasih atas dukungan dan bantuan serta semua
kenangan indah. Serta terima kasih kepada semua pihak yang telah
memberi bantuan, motivasi serta doa dari awal hingga akhir yang tidak
mungkin disebutkan satu persatu...
Semoga Allah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada kita
semua....

MOTTO

من جدّ وجد

“Barangsiapa bersungguh-sungguh, dia akan berhasil”

**“Believe in yourself, even if you feel like turning back
at times don’t run away, little by little you will get
closer to achieving your dreams”**

**“There is no limitation to what we believe in
and what we dream. Just keep on believing and
dreaming”**

Let’s try our best!!!!

KATA PENGANTAR



Segala puji bagi Allah SWT, karena atas rahmat, hidayah serta karuniaNya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Mathematical Morphological Edge Detection* untuk Segmentasi *Foramen Mentale* pada Citra *Dental Panoramic Radiograph* (DPR)” 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. Prof. DR. H. Mudjia Rahardjo, M.Si, selaku rektor UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, yang telah banyak memberikan pengetahuan dan pengalaman yang berharga.
2. Dr. Hj. Bayyinatul Muchtaromah., drh., M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3. Dr. Cahyo Crysdiyan, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Zainal Abidin, M.Kom dan Ririen Kusumawati, M.Kom selaku dosen pembimbing I dan II yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memotivasi, mengarahkan dan memberi masukan dalam pengerjaan skripsi.
5. M. Faisal, M.T selaku dosen wali yang telah membimbing, memberi arahan dan memberi saran selama proses studi.
6. Segenap sivitas akademika Jurusan Teknik Informatika, terutama seluruh dosen, terima kasih atas segenap ilmu dan bimbingannya.
7. Bapak dan Ibuku tercinta, dan adik-adik tersayang serta seluruh keluarga besar yang senantiasa memberikan doa dan restunya kepada penulis dalam menuntut ilmu serta dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Semua pihak yang tidak mungkin penulis sebutkan satu-persatu, atas segala yang telah diberikan, penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Sebagai penutup, penulis menyadari dalam skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna, untuk itu penulis selalu menerima segala kritik dan saran dari pembaca. Harapan penulis, semoga karya ini bermanfaat bagi kita semua.

Malang, 13 September 2013

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGANTAR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERNYATAAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan Penelitian	8
1.4 Manfaat Penelitian	8
1.5 Batasan Masalah	9
1.6 Sistematika Penulisan	9

BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Foramen Mentale	11
2.2 Dental Panoramic Radiograph	14
2.3 Pengolahan Citra	16
2.4 Citra	17
2.4.1 Citra Biner	22
2.4.2 Konversi Citra Grayscale	23
2.5 Thresholding	24
2.6 Mathematical Morphological Edge Detection	27
2.6.1 Structuring Element	28
2.6.2 Dilasi	29
2.6.3 Erosi	31
2.6.4 Closing	33
2.7 Watershed	34
BAB III METODE PENELITIAN	38
3.1 Deskripsi Sistem.....	38
3.1.1 Cropping.....	40
3.1.2 Preprocessing.....	40
3.1.3 Segmentasi	46
3.1.4 Post Processing	48
3.2 Desain Sistem.....	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	52
4.1 Lingkungan Implementasi	52

4.2	Penjelasan Program	53
4.2.1	Tampilan Halaman Awal	53
4.2.2	Tampilan Pada Saat Input Citra	55
4.2.3	Tampilan Pada Saat Preprocessing	57
4.3	Uji Coba.....	64
4.4	Integrasi Islam.....	68
BAB V PENUTUP		71
5.1	Kesimpulan	71
5.2	Saran	72
DAFTAR PUSTAKA		73
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Konversi citra RGB menjadi citra Greyscale.....	42
Tabel 3.2 Perhitungan probabilitas piksel.....	43
Tabel 3.3 Perhitungan $P_1(k)$	43
Tabel 3.4 Perhitungan rata-rata kumulatif	44
Tabel 3.5 Perhitungan nilai intensitas global	44
Tabel 3.6 Perhitungan nilai piksel setelah threshold	45
Tabel 4.1 Lingkungan Uji Coba	52
Tabel 4.2 Tabel Hasil Uji Coba.....	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Foramen mentale	5
Gambar 2.1 Struktur Mandibula	13
Gambar 2.2 Posisi Foramen mentale dilihat dari gigi bawah	14
Gambar 2.3 Dental Panoramic Radiograph.....	16
Gambar 2.4 Panjang gelombang elektromagnetik.....	18
Gambar 2.5 Perbedaan jumlah level kuantisasi	22
Gambar 2.6 Diagram blok algoritma thresholding otsu	26
Gambar 2.7 a. citra asli b. hasil thresholding dengan metode otsu	27
Gambar 2.8 Bentuk-bentuk structuring element yang sering digunakan	28
Gambar 2.9 Structuring element	29
Gambar 2.10 Proses dilasi menghasilkan citra melebar	30
Gambar 2.11 Structuring element dengan titik origin pada koordinat (1,1)	30
Gambar 2.12 Proses dilasi	30
Gambar 2.13 Proses penyusutan citra (erosi)	32
Gambar 2.14 Proses erosi	32
Gambar 2.15 Proses closing dengan strel 3x3	34
Gambar 2.16 Representasi citra greyscale oleh watershed	36
Gambar 3.1 Algoritma proses segmentasi	39
Gambar 3.2 Diagram blok dari proses segmentasi	39
Gambar 3.3 a. Citra DPR asli b. Citra hasil cropping	40
Gambar 3.4 a. Citra input. b. Citra hasil Grayscale	41

Gambar 3.5 a. Citra hasil Grayscale. b. Citra hasil threshold	45
Gambar 3.6 Proses pelapisan structuring element pada citra asli	47
Gambar 3.7 Proses dilasi oleh structuring element 3x3.....	47
Gambar 3.8 Proses erosi oleh structuring element 3x3.....	47
Gambar 3.9 a. Citra hasil threshold. b. Citra hasil closing.....	48
Gambar 3.10 a. Citra hasil closing. b. Citra hasil watershed	48
Gambar 3.11 Flowchart proses watershed	49
Gambar 3.12 Rancangan antar muka awal aplikasi.....	50
Gambar 3.13 Antar muka form aplikasi	50
Gambar 4.1 Tampilan antarmuka awal aplikasi	53
Gambar 4.2 Tampilan antarmuka form aplikasi.....	54
Gambar 4.3 Tampilan antarmuka proses cari.....	55
Gambar 4.4 Tampilan folder penyimpanan citra.....	56
Gambar 4.5 Tampilan saat pengguna memilih citra	56
Gambar 4.6 Tampilan citra yang telah dipilih.....	56
Gambar 4.7 Proses Greyscale citra input	58
Gambar 4.8 Proses Thresholding.....	59
Gambar 4.9 Proses Closing	60
Gambar 4.10 Proses Watershed.....	63

ABSTRAK

Indrianie, Shenndy Nura. 2013. **Mathematical Morphological Edge Detection Untuk Segmentasi Foramen Mentale 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) Ririen Kusumawati M.Kom

Kata Kunci: *Segmentasi, Citra, Foramen Mentale, Mathematical Morphological Edge Detection, Watershed, Dental Panoramic Radiograph.*

Segmentasi adalah proses pengolahan citra untuk membagi citra menjadi wilayah-wilayah yang homogen berdasarkan keserupaan yang tertentu antara tingkat keabuan piksel dengan tingkat keabuan piksel tetangganya.

Penelitian ini membahas mengenai segmentasi *foramen mentale* pada citra *dental panoramic radiograph* dengan menggunakan metode *mathematical morphological edge detection* dan *watershed*. Tujuan yang ingin dicapai adalah dapat mensegmentasi *foramen mentale* pada citra *dental panoramic radiograph* dengan menggunakan metode *mathematical morphological edge detection* dan *watershed* dan mengukur performa hasil segmentasi objek *foramen mentale* dengan menggunakan metode *mathematical morphological edge detection* dan *watershed*. Aplikasi dibangun menggunakan bahasa Java sebagai bahasa pemrograman, Netbeans 7.0.1 dan Matlab R2008a sebagai *platform*.

Uji coba dilakukan dengan menggunakan 20 data ujicoba yang telah *dicropping* manual. Hasil dari 20 uji coba didapatkan tingkat akurasi sebesar 5.22%, tingkat presisi sebesar 44.41% dan recall sebesar 3.20%.

ABSTRACT

Indrianie, Shenndy Nura. 2013. **Mathematical Morphological Edge Detection Untuk Segmentasi Foramen Mentale Pada Citra Dental Panoramic Radiograph**. Thesis. Informatics Department of Faculty of Science and Technology. Maulana Malik Ibrahim State Islamic University, Malang, Adviser: (I) Zainal Abidin, M.Kom (II) Ririen Kusumawati M.Kom

Keywords: *Segmentation, Image, Foramen Mentale, Mathematical Morphological Edge Detection, Watershed, Dental Panoramic Radiograph.*

Segmentation is the process of image processing to divide the image into homogeneous regions based on certain similarities between the gray level of pixels with gray levels of neighboring pixels.

This research discusses about the segmentation image of the foramen mentale on dental panoramic radiographs using mathematical morphological edge detection and watershed. The Goal of this research is to segment the image of foramen mentale using mathematical morphological edge detection and watershed and to measure the performance of the segmentation using the method. Applications built using the Java language as a programming language, and matlab 7.0.1 and R2008a Netbeans as a platform.

The trial is using 20 datas that been manually cropping. Results of 20 trials obtained an accuracy rate of 5.22%, precision rate of 44.41%, and recall 3.20%.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Al-Qur'an adalah kitab suci yang berisi petunjuk, pedoman dan peringatan bagi umat islam. Al-Qur'an diturunkan kepada Nabi Muhammad SAW secara berangsur-angsur selama 22 tahun 2 bulan 22 hari. Al-Qur'an diturunkan secara bertahap agar dapat dipahami dan dihafalkan oleh manusia hal ini dijelaskan dalam surat Al-Isra' ayat 106 yang berbunyi :

﴿قُرْءَانًا فَرَقْنَاهُ لِتَقْرَأَهُ عَلَى النَّاسِ عَلَىٰ مُكْثٍ وَنَزَّلْنَاهُ تَنزِيلًا﴾

Artinya :

“Dan Al Quran itu Telah kami turunkan dengan berangsur-angsur agar kamu membacaknya perlahan-lahan kepada manusia dan kami menurunkannya bagian demi bagian.” (Al-Qur'an Surat Al-Isra' ayat 106)

Ayat 106 surat Al-Isra' di atas menerangkan bahwa ayat-ayat pada Al-Qur'an diturunkan secara bertahap bagian per bagian agar dapat dipahami maknanya, dihafalkan dan dilantunkan dengan tartil (Tafsir Jalalain : 1167).

Proses diturunkannya Al-Qur'an melalui tiga tahap yaitu : Pertama Al-Qur'an turun secara sekaligus dari Allah ke Lauhul Mahfudz. Tahap kedua, dari lauhul mahfudz, Al-Qur'an diturunkan ke baitul Izzah yaitu tempat yang berada di langit dunia. Tahap ketiga Al-Qur'an diturunkan dari baitul Izzah kepada Nabi Muhammad SAW secara berangsur-angsur.

Struktur Al-Qur'an terbagi atas beberapa bagian yaitu surat, ayat, kata, huruf, dan ruku'. Menurut M. Quraisy Shihab, struktur Al-Qur'an terdiri atas 114 bagian yang disebut surat, 6236 ayat, 77.439 kata dan jumlah huruf sebanyak 323.015. Surat-surat yang panjang terbagi lagi atas sub bagian yang disebut ruku' yang membahas tema atau topik tertentu. Ayat-ayat dalam Al-Qur'an juga terbagi berdasarkan tempat turunnya Al-Qur'an, cara turunnya wahyu, dan klasifikasi ayat.

Berdasarkan tempat turunnya, Al-Qur'an terbagi menjadi dua periode yaitu periode makkiyah dan madaniyah. Surat yang turun saat Nabi berada di Mekkah disebut surat-surat makkiyah dan surat yang turun saat Nabi telah hijrah ke Madinah disebut surat-surat madaniyah. Cara turunnya wahyu terbagi menjadi 7 macam antara lain berupa : mimpi yang benar, sesuatu yang dibisikkan oleh malaikat ke dalam jiwa dan hati Nabi tanpa dapat dilihat, malaikat berubah wujud menjadi laki-laki, gemerincing lonceng yang datang diikuti dengan malaikat secara samar, malaikat yang menunjukkan bentuk aslinya, wahyu yang diwahyukan Allah, dan kalamullah atau ucapan Allah (Al-Mubarakfuri, 2001:89).

Pembagian-pembagian dalam Al-Qur'an tersebut dapat dianalogikan dengan konsep segmentasi dalam pengolahan citra. Konsep segmentasi dalam citra adalah pembagian wilayah sesuai wilayah-wilayah yang homogen. Segmentasi digunakan untuk mempartisi gambar digital ke beberapa daerah dengan tujuan menyederhanakan atau merubah representasi gambar menjadi gambar yang lebih bermakna dan mudah dianalisa.

Segmentasi memegang peranan sangat penting dalam pengolahan citra. Segmentasi digunakan dalam berbagai bidang terutama kedokteran untuk mendapatkan informasi, melakukan diagnosis serta monitoring dan evaluasi. Segmentasi memfasilitasi penggambaran daerah yang penting dalam citra atau disebut *region of interest* (ROI). Segmentasi menjadi proses penting pada pengolahan citra dalam bidang kedokteran. Hal ini dikarenakan dalam bidang kedokteran citra yang digunakan adalah citra hasil radiografi panoramik.

DPR adalah radiografi panoramik yang dikembangkan oleh dokter gigi untuk memvisualisasikan keseluruhan dari rahang bawah (*mandible*) dan rahang atas (*maxilla*), gigi, dan rongga hidung. DPR telah digunakan untuk keperluan *diagnose* oleh dokter gigi (Devlin dkk, 1996). DPR sering diambil untuk pemeriksaan gigi dan rahang dalam praktek gigi umum di seluruh dunia. Sekitar 10 juta DPR diambil setiap tahun dari 65.000 kantor gigi di Jepang (Shimano dkk, 2002).

Mandible atau mandibula merupakan satu-satunya tulang tengkorak yang dapat bergerak dan membentuk rahang bawah. Tulang ini terdiri dari korpus mandibula yang berbentuk parabola dan dua buah ramus. Ramus mandibula adalah bagian vertical dari tulang mandibula pada bagian posterior. Korpus mandibula adalah bagian horizontal tulang mandibula. Anterior korpus kiri dan kanan bergabung pada median line membentuk tulang berbentuk U. Korpus memiliki dua permukaan yaitu permukaan internus dan permukaan eksternus. Permukaan internus terletak *linea milohyodea*, yang meluas dari *oblik* di bawah gigi *molar* ke tiga menuju ke bawah dan ke muka mencapai garis tengah. Permukaan eksternus

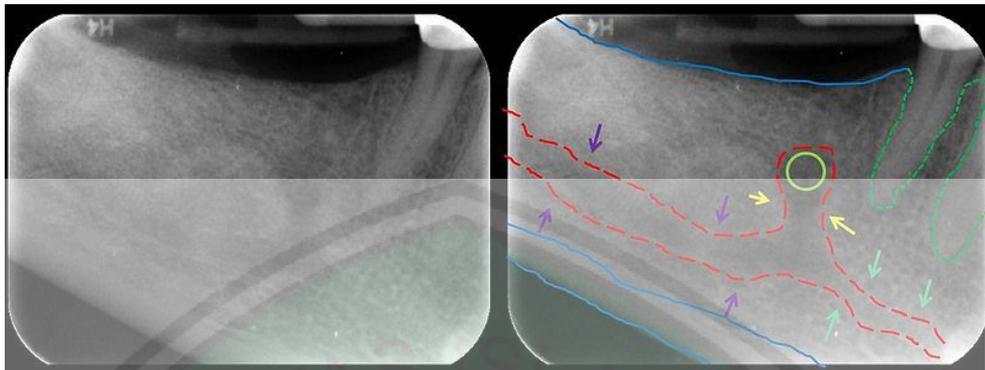
terdapat *linea oblikum* yang meluas dari ujung bawah pinggir *anterior ramus* menuju ke bawah dan ke muka serta berakhir pada *tuberkulum mentale* di dekat garis tengah. Bagian ini terdapat *foramen mentale* yang terletak di atas *linea oblikum* dan *simfisis menti* (Sloane, 1995).

Foramen mentale adalah lubang berbentuk oval atau melingkar pada permukaan anterior dari mandibula, tempat keluarnya mental bundle dan innervates dagu ipsilateral, bibir bawah dan gingiva. *Foramen mentale* adalah penentu dari segitiga mental dan membentuk tonggak penting dari mandibula manusia (T. Hasan, 2011). *Foramen mentale* dapat digunakan untuk mendeteksi awal *osteoporosis*.

Smajilagi dkk.(2004) dalam *papernya* dengan judul *Clinical and Anatomy Study of the human mental foramen* yang terdapat pada Bosnian Journal of Basic Medical Sciences mengatakan bahwa “Posisi yang paling umum dari *foramen mentale* ini sejalan dengan sumbu longitudinal dari premolar kedua. Secara vertikal pada tengkorak, *foramen mentale* terletak pada titik tengah jarak antara batas bawah dari mandibula dan margin alveolar, namun pada *orthopantomogram*, *foramen mentale* tampak sedikit dibawah titik tengah. Secara horisontal, *foramen mentale* terletak sekitar sepertiga dari jarak antara *simfisis mandibula* dan batas *posterior ramus* dari pengukuran *mandibula* dari proyeksi AP dan seperempat dari pengukuran jarak dari proyeksi *profile*.”

Gershenson dkk. (1986) dalam *papernya* yang berjudul *Mental Foramen and Mental Nerve : Changes with Age* menemukan bahwa “Dalam penelitian terhadap 525 rahang kering dan pembedahan di 50 mayat, *foramen mentale* (MF) ditemukan: tunggal dalam 94,67% kasus dan *double* dalam 5,33%. 34,48% *Foramen mentale* berbentuk bundar dengan rata-rata 1,68 mm dan 65,52% berbentuk oval dengan diameter panjang rata-rata 2,37 mm. 43,36% *Foramen mentale* terletak di depan puncak akar premolar kedua.”

Bentuk *foramen mentale* ditunjukkan oleh gambar 1.1 berupa lubang kecil yang diberi warna hijau yang berada di bawah gigi premolar.



Gambar 1.1 *Foramen mentale* (lubang kecil yang diberi warna hijau) (Manrieb, 2005)

Tahun 2005, Bozic dkk, melakukan penelitian yang berjudul *Osteoporosis dan Mandibles*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan antara jaringan tulang mandibula pada wanita dengan *osteoporosis* dan wanita *non osteoporosis*. Bozic melakukan perbandingan terhadap 36 image DPT dari wanita dengan *osteoporosis* dan 20 image DPT dari wanita *non osteoporosis* dalam satu grup umur yang sama. Bozic mengukur 6 *anatomic index* yang meliputi *foramen mentale* dan mandibula (Bozic dkk, 2005).

Tahun 2005, Agus Zainal dkk, melakukan penelitian yang berjudul *Computer-aided system for measuring the mandibular cortical width on panoramic radiographs in osteoporosis diagnosis*. Agus Zainal melakukan penelitian pada tulang mandibula dengan mengukur lebar kortikal mandibula pada radiografi panoramic. Lebar tulang kortikal inferior mandibula berada dibawah foramen mentalis diukur secara manual dapat berguna untuk mengidentifikasi wanita dengan BMD rendah (Agus Zainal dkk, 2005).

Tahun 2010, Srivastav dkk melakukan studi yang berjudul *Study of Position, Shape, Size and Incidence of Mental Foramen and Accessory Mental Foramen in Indian Adult Human Skulls*. Srivastav mengatakan bahwa posisi

foramen mentale berkaitan dengan gigi bawah. 68,8% *foramen mentale* terletak dibawah apeks gigi premolar kedua sedangkan 17,8% berada diantara premolar pertama dan kedua. 11,5% ditemukan *foramen mentale* berada di antara premolar kedua dan molar pertama. Sedangkan 2,1% terlihat dibawah apex premolar pertama (Srivastav dkk, 2010).

Foramen mentale memiliki tekstur dan kontur yang halus sehingga sulit untuk dilihat secara fisik. Oleh karena itu dibutuhkan proses segmentasi. Segmentasi *foramen mentale* menggunakan metode *mathematical morphological edge detection* dan *watershed*. Metode *mathematical morphological edge detection* digunakan untuk mendeteksi tepi, bentuk dan kontur dari citra *foramen mentale*. *Mathematical morphology* juga dapat digunakan untuk mendeteksi tepi pada citra CT paru-paru oleh Yu Qian. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa algoritma *mathematical morphology* lebih efisien untuk menghilangkan *noise* pada *medical image* dan mendeteksi tepi (Yu-qian, dkk, 2005). Metode ini juga digunakan untuk mengekstraksi tulang *trabecular* sehingga dapat dilakukan pengekstraksian trabekula termasuk akar gigi dan memungkinkan penilaian pencabutan gigi untuk pola trabekular (Asano, 2006).

Singhal dkk (2011) melakukan penelitian yang berjudul *Speckle Noise Removal and Edge Detection Using Mathematical Morphology*. Singhal melakukan penghapusan spekel peningkatan standar deviasi dan mendeteksi tepi dengan menggunakan algoritma *mathematical morphological edge detection* (Singhal, 2011).

Abidin dkk (2009) melakukan penelitian yang berjudul *Analisis Kerapatan Trabecular Bone Berbasis Graph Berbobot pada Citra Panorama Gigi untuk Identifikasi Osteoporosis*. Abidin melakukan diagnose *osteoporosis* dengan mengukur kerapatan tulang *trabecular* pada citra DPR. Sebelum membangkitkan *graph*, Abidin melakukan pemrosesan citra digital dengan menggunakan metode morfologi *opening* dengan *structuring element* berbentuk disk berjari-jari 11. Morfologi *opening* digunakan untuk mengambil objek berupa *trabeculae*. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah area tulang *mandible* bagian kiri atau kanan. Kemungkinan besar terdapat *foramen mentale* pada area sampel yang digunakan sebagai acuan bahwa warna tulang tidak padat (Abidin, 2009).

Berdasarkan uraian di atas, maka pada penelitian ini akan dibuat segmentasi pada citra DPR menggunakan metode *mathematical morphological edge detection* dan *watershed* untuk mensegmentasi *foramen mentale*. Metode *mathematical morphological edge detection* ini merupakan gabungan dari operasi matematika yang dikombinasi dari operasi *morphological edge detection* yaitu *closing* dan *dilation* (Ying-Tung Hsiao, dkk, 2005). *Dilation* adalah operasi dasar dari metode *mathematical morphological*. *Dilation* digunakan untuk mensketsa fitur tepi citra. *Closing* adalah operasi dari operasi *dilation* yang dikombinasikan dengan operasi *erosion*. Operasi *closing* ini digunakan untuk mengurangi *noise* dan meningkatkan fitur tepi citra. Hasil dari *closing* citra akan disegmentasi dengan menggunakan metode *watershed* agar citra dapat tersegmentasi atau terbagi ke dalam beberapa wilayah dan menghasilkan citra yang lebih baik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasar pada permasalahan yang ada pada latar belakang maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

- a. Bagaimana mensegmentasi *foramen mentale* pada citra DPR dengan menggunakan *mathematical morphological edge detection* dan *watershed* ?
- b. Seberapa besar performa hasil segmentasi *foramen mentale* pada citra DPR dengan menggunakan *mathematical morphological edge detection* dan *watershed* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dengan adanya penelitian ini adalah :

- a. Dapat mensegmentasi *foramen mentale* pada citra *dental panoramic radiograph* dengan menggunakan metode *mathematical morphological edge detection* dan *watershed*.
- b. Mengukur performa hasil segmentasi objek *foramen mentale* dengan menggunakan metode *mathematical morphological edge detection* dan *watershed*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah dengan di segmentasinya *foramen mentale* dapat membantu penelitian awal dalam proses identifikasi dini *osteoporosis* sehingga dapat dilakukan alternatif pencegahan

1.5 Batasan Masalah

Ruang lingkup dalam penelitian ini dibatasi pada permasalahan :

- a. Citra yang digunakan untuk segmentasi adalah citra radiografi panoramic (DPR)
- b. Citra yang digunakan adalah citra *greylevel*
- c. Metode yang digunakan adalah metode *mathematical morphological edge detection* dan *watershed* sebagai *postprocessing*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan untuk menyelesaikan skripsi adalah sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan

Bab ini berisi uraian tentang hal-hal yang berkaitan dengan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan laporan

Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan yang dibahas

Bab III Metode Penelitian

Bab ini menjelaskan tahapan yang dilakukan dalam pembuatan aplikasi dan perancangan program segmentasi *foramen mentale* meliputi *cropping*, *preprocessing*, *segmentasi*, *post processing*.

Bab IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini menjelaskan hasil uji coba dan analisis hasil uji coba.

Bab V Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan dari pembahasan aplikasi dan saran yang diharapkan dapat bermanfaat untuk pengembangan program aplikasi selanjutnya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Foramen Mentale

Foramen mentale adalah *foramen* kecil yang terletak di aspek anterolateral dari tubuh mandibula yang berbentuk oval atau melingkar. Umumnya *foramen mentale* terletak di bawah interval antara *premolar*. Fungsi dari *foramen mentale* adalah untuk mentransmisikan saraf mental, arteri dan vena. *Nervus mentalis* merupakan cabang dari saraf alveolar inferior yang mengantar rangsangan ke bibir bawah, *mukosa labial*, gigi taring dan *premolar*. Injeksi paling berguna untuk *anaesthetising* gigi rahang bawah adalah blok saraf alveolar inferior. Untuk *anaesthetise* gigi anterior, termasuk gigi premolar dan kaninus, harus menghindari memberikan alveolaris inferior blok saraf dengan menyuntikkan larutan anestesi berdekatan dengan foramen mental (Gupta dkk, 2012).

Inferior saraf alveolar dan arteri masuk ke *foramen mandibula* dan keluar melalui *foramen mentale* sebagai saraf mental dan pembuluh. Saraf ini memberikan saraf sensorik ke gigi bawah, bibir, dan bagian wajah bawah. *Foramen mentale* juga ditandai sebagai model yang sesuai untuk mempelajari aktivitas remodeling tulang di pada komponen osteo-neuro-vascular. Identifikasi dan lokasi aktual *foramen* penting dalam kedokteran gigi klinis untuk blok saraf dan evaluasi morfologi dan kematangan mandibula manusia (T. Hasan dkk, 2010).

Variasi *foramen mentale* pada rahang kering manusia berkisar dari 0,2% sampai 10,6% di satu sisi. *Foramen mentale* ganda muncul sebanyak 1% di sisi kiri pada populasi Mesir dan populasi Polinesia sedangkan sebanyak 1,1% muncul di sisi kanan kelompok Melanesian (Ramadhan dkk, 2010).

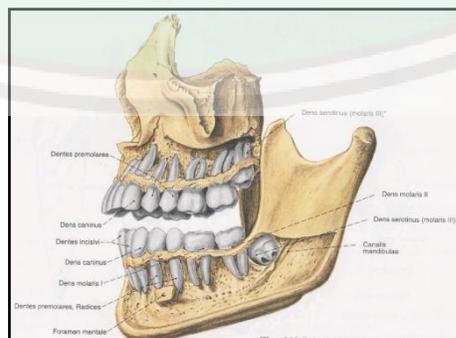
Gershenson dkk (1986) menemukan bahwa dari 525 rahang kering dan pembedahan di 50 mayat, *foramen mentale* (MF) ditemukan: tunggal dalam 94,67% kasus dan *double* dalam 5,33%. 34,48% *Foramen mentale* berbentuk bundar dengan rata-rata 1,68 mm dan 65,52% berbentuk oval dengan diameter panjang rata-rata 2,37 mm. 43,36% *foramen mentale* terletak di depan puncak akar premolar kedua (Gershenson dkk, 1986).

Srivastav menemukan bahwa *foramen mentale* pada sisi kanan berbentuk oval sebanyak 6% dan berbentuk bulat sebanyak 94%. 13% bentuk *foramen mentale* di sisi kiri adalah oval sedangkan 87% berbentuk bulat. Chung mengatakan bahwa dimensi horisontal *foramen mentale* adalah 2,4 mm dan Apinhasmit mengatakan bahwa dimensi horisontal rata-rata adalah 2,8 mm. Oguz dan Bozkir melakukan pengukuran di 34 rahang kering orang Turki dan menemukan bahwa dimensi horisontal *foramen mentale* adalah sisi kanan sebesar 2,93 mm dan sisi kiri sebesar 3,14 mm. Sedangkan dimensi vertikal masing-masing adalah 2,38 mm dan 2,64 mm pada sisi kanan dan sisi kiri (Srivastav dkk, 2010).

Lokasi *foramen mentale* berubah seiring dengan perubahan zaman. Pada anak-anak sebelum erupsi gigi, biasanya *foramen mentale* ditemukan lebih dekat dengan *alveolar ridge*, setelah terjadinya erupsi gigi, *foramen mentale* mulai turun ke tengah-

tengah antara batas atas dan batas bawah. Setelah jangka waktu yang lama, pada orang dewasa *foramen mentale* bergerak agak lebih dekat ke batas inferior relatif. Sedangkan pada usia tua sejalan dengan hilangnya gigi dan resorpsi tulang punggung edentulous, *foramen mentale* bergerak relatif ke arah ridge alveolar. Dalam kasus-kasus ekstrim resorpsi, *foramen mentale* dan bagian yang berdekatan dari kanalis mandibula terbuka pada margin alveolar. Dilihat dari tingkat penyerapan pada kasus yang parah, saraf mental dan bagian akhir dari nervus alveolaris rendah dapat ditemukan langsung di bawah mucosa mulut (Aher dkk, 2012).

Struktur mandibula pada gambar 2.1 terdiri dari gigi taring, gigi geraham, gigi premolar, gigi molar 1, gigi molar 2, *foramen mentale* dan kanalis mandibula. Gambar 2.1 menunjukkan bahwa *foramen mentale* terletak di antara gigi *premolar* bawah. Gambar 2.2 menunjukkan posisi *foramen mentale* dilihat dari hubungannya dengan gigi bawah. Saat ini posisi *foramen mentale* dapat diselidiki dengan menggunakan *panoramic radiography*. Radiografi panoramik telah menjadi populer selama 4 dekade dan menjadi dasar diagnosis yang paling banyak digunakan dokter gigi untuk lokalisasi *foramen mentale* (Rupesh dkk, 2011).



Gambar 2.1 Struktur Mandibula



Gambar 2.2 Posisi *Foramen Mentale* dilihat dari gigi bawah (Srivastav, 2010)

2.2 Dental Panoramic Radiograph (DPR)

Panorama radiografi telah menjadi komponen penting dari radiologi diagnostik gigi selama lebih dari 40 tahun. Panorama radiografi adalah teknik yang menghasilkan gambar gigi dan rahang serta menggambarkan struktur jaringan keras dan lunak di daerah kepala dan leher. Beberapa struktur ini juga terlihat pada radiografi intraoral namun tampak berbeda pada film panorama sedangkan *landmark* lainnya ditemukan pada film panorama tapi tidak tampak pada radiografi intraoral.

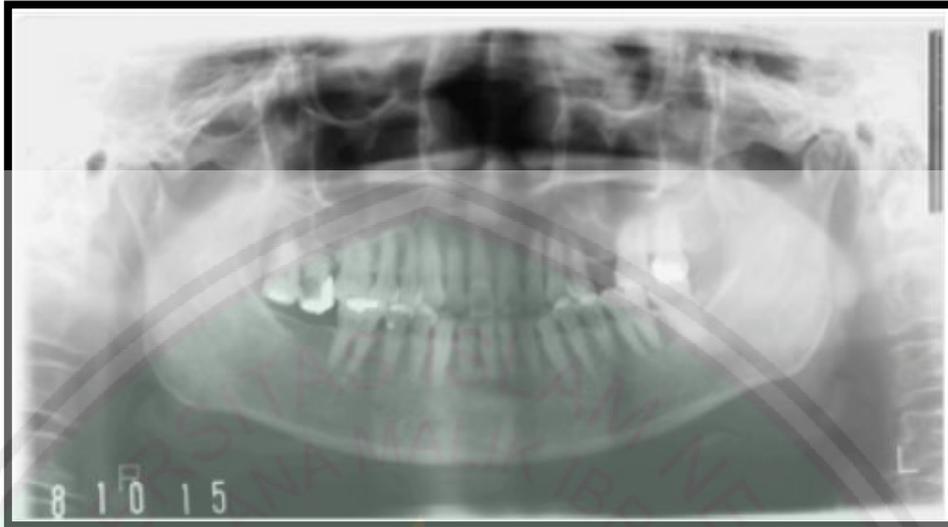
Panoramik radiografi disebut juga panorama x-ray dapat menghasilkan gambar datar struktur melengkung misalnya daerah rahang yang memiliki struktur melengkung mirip dengan sepatu kuda. Sehingga dapat memberikan rincian dari tulang dan gigi. X-ray (rontgen) adalah tes media invasif yang membantu dokter melakukan diagnosa dan mengobati kondisi medis. Pencitraan dengan x-ray mengakibatkan pengeksposan bagian tubuh dengan dosis kecil radiasi pengion untuk menghasilkan gambar bagian dalam tubuh. Sinar-X adalah cara lama dan paling

sering digunakan dalam pencitraan medis. Film untuk panoramik x-ray terletak di dalam mesin, tidak seperti intraoral x-ray tradisional (Jan, 2006).

DPR adalah pemeriksaan umum yang dilakukan oleh dokter gigi dan dokter bedah mulut dalam praktek sehari-hari dan merupakan alat diagnostik yang penting. DPR mencakup daerah yang lebih luas daripada intraoral konvensional x-ray dan hasilnya memberikan informasi berharga tentang daerah hidung, sinus maksilaris, posisi gigi dan gusi dan penyimpangan tulang. Pemeriksaan ini juga digunakan untuk merencanakan pengobatan untuk gigi palsu penuh dan parsial, kawat gigi, pencabutan dan implan (www.radiologyinfo.org)

DPR sering diambil untuk pemeriksaan gigi dan rahang dalam praktek gigi umum di seluruh dunia. Sekitar 10 juta DPR diambil setiap tahun dari 65.000 kantor gigi di Jepang (Shimano dkk, 2002). Penelitian terbaru di Finlandia, Jepang, Amerika Serikat, Inggris, Polandia, dan Swedia memberikan opini berbeda tentang kegunaan dari pengukuran kortikal mandibula inferior, lebar dan bentuk kortikal, yang dapat terdeteksi pada radiografi panoramik gigi, untuk mengidentifikasi wanita *postmenopause* dengan BMD tulang rendah atau *osteoporosis*. Dokter gigi dapat merujuk wanita *postmenopause* yang terdeteksi BMD rendah atau *osteoporosis* untuk *densitometri* tulang dengan radiograf panoramik gigi, agar dilakukan tindakan untuk mengidentifikasi wanita *postmenopause* dengan *osteoporosis* yang tidak mengetahui mengenai gejala *osteoporosis* (Taguchi dkk, 2005).

Gambar 2.3 merupakan gambar dari dental panoramic radiograph yang menunjukkan struktur gigi, rahang bawah dan mulut bagian dalam.



Gambar 2.3 *Dental Panoramic Radiograph* (Abidin, Z, 2009)

2.3 Pengolahan Citra

Citra dapat didefinisikan sebagai fungsi dua dimensi $f(x, y)$ dimana x dan y adalah koordinat spasial, dan amplitude f pada setiap pasang koordinat (x, y) disebut tingkat intensitas atau tingkat keabu-abuan citra pada saat itu. Ketika x , y dan nilai-nilai amplitude f terbatas kuantitas diskrit disebut citra digital. Pengolahan citra digital mengacu pada pengolahan citra digital melalui komputer digital. Citra digital terdiri dari elemen dengan jumlah terbatas yang masing-masing memiliki lokasi dan nilai tertentu. Unsur-unsur ini disebut sebagai elemen citra, *pels*, dan *pixels*. *Pixel* adalah istilah yang paling banyak digunakan untuk menunjukkan elemen citra digital (Sachs, 1999 : 1).

Saat ini, hampir tidak ada bidang teknis yang tidak terkena dampak pengolahan citra. Bidang penerapan pengolahan citra digital sangat bervariasi. Salah satu cara

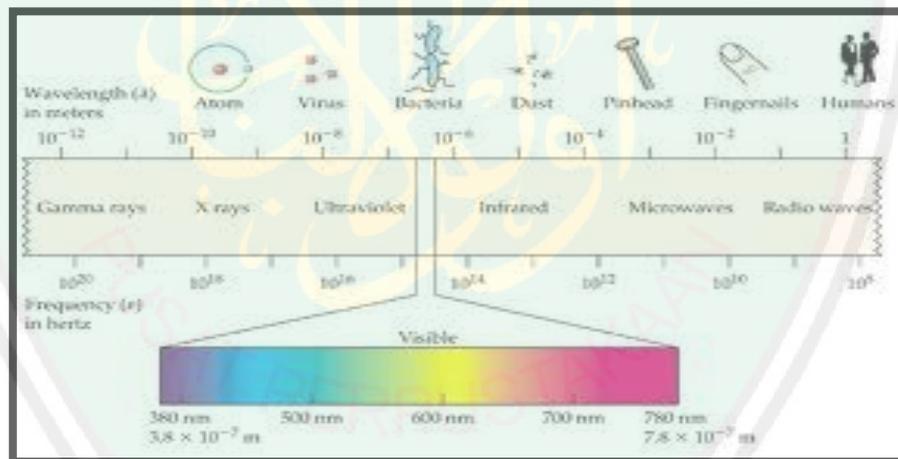
paling sederhana untuk mengembangkan pemahaman dasar tentang sejauh mana aplikasi pengolahan citra adalah untuk mengkategorikan citra menurut sumbernya misalnya, visual, x-ray, dan sebagainya. Sumber energi utama untuk citra yang digunakan saat ini adalah spectrum energi elektromagnetik. Sumber penting lainnya termasuk energi akustik, ultrasonic, dan elektronik (dalam bentuk berkas electron yang digunakan dalam mikroskop elektron). Gambar sintetis, digunakan untuk pemodelan dan visualisasi, yang dihasilkan oleh computer (Prasetyo, 2011 : 3).

2.4 Citra

Menurut arti luas, citra adalah gambar yaitu penyajian informasi secara visual. Gambar sangat penting karena dapat mengabadikan dan menjadi tempat penyimpanan informasi yang cukup efektif. Gambar biasanya digunakan untuk menyimpan catatan pengalaman visual yang dialami dan membantu berbagi informasi dengan orang lain.

Fotografi adalah teknik pencitraan yang sering digunakan karena fotografi menyimpan informasi sesuai dengan apa yang diterima oleh visual kita. Penglihatan manusia dan fotografi membutuhkan sumber cahaya untuk menerangi *scene*. Cahaya berinteraksi dengan benda-benda di *scene* sehingga dapat ditangkap oleh mata atau kamera. Informasi tentang objek dalam *scene* dicatat sebagai variasi dalam intensitas dan warna cahaya yang terdeteksi. Poin penting yang harus diketahui adalah bahwa meskipun *scene* biasanya merupakan objek 3 dimensi, gambar dari *scene* selalu 2 dimensi (Efford, 2000:2).

Selain cahaya terdapat energy lain yang dapat digunakan untuk membuat citra. Cahaya hanyalah bagian yang terlihat dari spectrum elektromagnetik (EM) mencakup x-ray dan microwave. Radiasi elektromagnetik dihasilkan oleh osilasi dari materi bermuatan listrik dan memiliki sifat seperti gelombang. Kegunaan lain dari radiasi elektromagnetik untuk tujuan pencitraan adalah kecenderungannya untuk berjalan di garis lurus. Hal ini berarti bahwa banyak karakteristik geometris benda dalam scene yang diawetkan dalam citra scene tersebut. Radiasi elektromagnetik dapat berinteraksi dengan materi menggunakan cara yang berbeda, tergantung pada panjang gelombang. Citra yang diperoleh pada panjang gelombang yang berbeda memiliki sifat yang berbeda pula.



Gambar 2.4 Panjang gelombang elektromagnetik

Gambar 2.4 menunjukkan panjang gelombang elektromagnetik. Spektrum terjadi antara panjang gelombang sekitar 400 – 700 nanometer (nm). Panjang gelombang dalam wilayah ini disebut sebagai *color* (warna). Cahaya pada 550 nm terlihat berwarna hijau sementara cahaya pada 700 nm terlihat sebagai merah. Radiasi

elektromagnetik membawa energy yang lebih besar pada panjang gelombang yang lebih pendek. Wilayah citra X-ray yang memiliki panjang gelombang, λ , sekitar 10^{-10} m membawa energy yang cukup untuk menembus volume yang signifikan dari objek sehingga citra x-ray dapat memperlihatkan struktur internal tubuh manusia yang buram terhadap cahaya. Citra hasil dari sinar x-ray dapat memberikan informasi tentang anatomi internal dan struktur tubuh manusia.

Citra terbagi menjadi dua macam yaitu citra kontinu dan citra diskrit. Citra kontinu adalah citra yang dihasilkan dari system optik yang menerima sinyal analog misalnya mata manusia dan kamera analog. Citra diskrit dihasilkan melalui proses digitalisasi citra kontinu. System optik yang dilengkapi dengan fungsi digitalisasi sehingga dapat menghasilkan cira diskrit misalnya, kamera digital dan scanner. Citra diskrit disebut juga citra digital.

Citra analog harus dikonversi atau direpresentasikan terlebih dahulu agar dapat diproses dengan computer digital. Proses pengkonversian dan representasi citra dari fungsi malar (kontinu) menjadi nilai-nilai diskrit disebut proses digitalisasi. Hasil proses digitalisasi disebut citra digital yang berbentuk empat persegi panjang dan berdimensi ukuran tinggi x lebar (lebar x panjang). Citra digital yang tingginya N, lebarnya M, dan memiliki L derajat keabuan dapat dianggap sebagai fungsi yang ditunjukkan pada persamaan 2.1 (Munir, 2004:15).

$$f(x, y) = \begin{cases} 0 \leq x \leq M \\ 0 \leq y \leq N \\ 0 \leq f \leq L \end{cases} \quad 2.1$$

Citra digital yang berukuran $N \times M$ dinyatakan dengan matriks yang berukuran N baris dan M kolom seperti persamaan 2.2. Indeks baris (i) dan indeks kolom (j) menyatakan suatu koordinat titik pada citra, sedangkan $f(i,j)$ merupakan intensitas (derajat keabuan) pada titik(i,j).

$$f(x, y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix} \quad 2.2$$

Citra digital terdiri dari piksel (picture elements). Setiap piksel mewakili warna (atau tingkat keabu-abuan untuk foto hitam dan putih) pada satu titik di citra, sehingga piksel terlihat seperti titik kecil warna tertentu. Piksel seperti biji-bijian kecil partikel dalam citra fotografi konvensional, tetapi diatur dalam pola yang teratur baris dan kolom serta menyimpan informasi yang agak berbeda (Sachs, 1999 : 1).

Selain ruang koordinat citra, proses digitalisasi citra biasanya juga dilakukan pada nilai-nilai fungsi gambar (x, y) . Pendigitalisasian nilai-nilai fungsi ini melibatkan kuantisasi penggantian variasi (x, y) yang kontinu dengan satu set diskrit level kuantisasi. Akurasi dari variasi (x, y) direpresentasikan oleh level kuantisasi yang digunakan, semakin tinggi level yang digunakan, semakin baik pendekatan tersebut. Secara konvensional, satu set level kuantisasi n terdiri dari bilangan bulat $0, 1, 2, \dots, n-1, 0, \text{ dan } n-1$. Level kuantisasi ini akan ditampilkan atau dicetak sebagai hitam dan putih, dengan level menengah diberikan dalam berbagai nuansa abu-abu. Level kuantisasi disebut juga dengan greylevel, yaitu istilah kolektif untuk semua level abu-abu, mulai dari hitam menjadi putih adalah grayscale. Untuk pengolahan

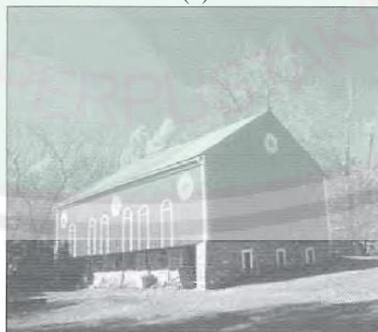
citra yang lebih efisien dengan menggunakan komputer, jumlah level abu-abu, n , biasanya merupakan integral dari 2.

$$n = 2^b \quad 2.3$$

Persamaan 2.3 menunjukkan jumlah level abu-abu dimana b adalah jumlah bit yang digunakan untuk kuantisasi. B biasanya berjumlah 8, sehingga akan didapatkan citra dengan 256 greylevel dari 0 (hitam) sampai 255 (putih). Perbedaan jumlah level kuantisasi dapat mempengaruhi kualitas citra seperti ditunjukkan pada gambar 2.5. Citra dengan 8-bit dan citra dengan 16-bit tidak terlalu terlihat berbeda (Efford, 2000:27).



(a)



(b)



(c)

Gambar 2.5 Perbedaan jumlah level kuantisasi (a) 4 level (b) 16 level (c) 256 levels (Efford, 2000:28)

2.4.1 Citra Biner

Citra biner adalah citra yang memiliki dua nilai derajat keabuan (greyscale) yaitu hitam dan putih. Nilai derajat keabuan pada citra biner terbagi atas piksel-piksel objek bernilai 1 dan piksel-piksel background bernilai 0. Ada beberapa alasan mengapa citra biner tetap digunakan hingga saat ini, yaitu :

- a. Kebutuhan memori kecil. Nilai derajat keabuan dari citra biner hanya membutuhkan representasi 1 bit sehingga tidak akan membutuhkan memori terlalu besar.
- b. Waktu yang dibutuhkan untuk pemrosesan. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses pengolahan citra pada citra biner lebih cepat daripada waktu yang digunakan untuk melakukan pemrosesan pada citra grayscale. Hal ini dikarenakan operasi-operasi pada pengolahan citra biner lebih banyak menggunakan operasi logika (*AND*, *OR*, *NOT*, dll) (Munir, 2004:168).

2.4.2 Konversi citra grayscale

Dilihat dari beberapa alasan penggunaan citra biner, maka perlu dilakukan proses konversi citra grayscale menjadi citra biner agar citra grayscale dapat lebih mudah diolah. Proses konversi citra grayscale menjadi citra biner dilakukan dengan operasi pengambangan (*thresholding*). Berikut beberapa alasan mengapa perlu dilakukan proses konversi citra grayscale :

- a. Identifikasi keberadaan objek. Objek direpresentasikan sebagai daerah dalam citra. Objek memiliki piksel dengan nilai 1 sedangkan untuk background memiliki piksel dengan nilai 0. Agar objek dapat diidentifikasi dalam citra maka perlu dilakukan segmentasi objek dari background, yaitu dengan cara mencari piksel yang bernilai 1.
- b. Lebih memfokuskan pada analisis bentuk morfologi. Objek dalam citra terkadang diteliti untuk diketahui bentuk atau morfologinya, sehingga nilai atau intensitas piksel tidak terlalu diperlukan. Setelah objek dipisahkan dari backgroundnya, property geometri atau morfologi objek dapat dihitung dari citra biner. Hal ini dapat berguna untuk pengambilan keputusan.
- c. Menampilkan citra pada piranti keluaran. Ada beberapa piranti keluaran (output) yang hanya memiliki resolusi intensitas satu bit misalnya printer sehingga perlu dilakukan proses konversi citra menjadi citra biner terlebih dahulu.
- d. Konversi citra yang telah ditingkatkan kualitas tepinya. Peningkatan kualitas tepi atau *edge enhancement* dilakukan untuk membedakan tepi yang kuat yang

berkoresponden dengan batas-batas objek dengan tepi lemah yang berkoresponden dengan perubahan *illumination*, bayangan, dll (Munir, 2004:169).

2.5 Thresholding

Teknik *thresholding greylevel* adalah metode komputasi mudah untuk mempartisi citra digital ke daerah yang memiliki ketetangaan piksel. Operasi ini melibatkan identifikasi satu set ambang optimal untuk membagi citra menjadi bagian objek atau bagian background.

Algoritma thresholding diperkenalkan dahulu oleh Nobuyuki Otsu pada tahun 1979 dalam jurnal yang berjudul “A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms”. Metode otsu ini didasarkan pada histogramnya. Histogram menunjukkan sembarang nilai intensitas dari tiap piksel pada citra dalam 1 dimensi. Sumbu x biasanya menyatakan level intensitas yang berbeda sedangkan sumbu y menyatakan jumlah piksel yang memiliki nilai intensitas tersebut.

Histogram dapat digunakan untuk mengelompokkan piksel-piksel dalam citra berdasarkan nilai threshold. Mencari nilai threshold dengan metode otsu didasarkan pada prinsip bahwa *greylevel* yang memiliki varian antar kelas maksimum terpilih menjadi nilai ambang batas (threshold). Untuk *greylevel* k semua nilai $grey \leq k$ akan membentuk (C_0) dan semua yang lain akan membentuk kelas yang berbeda (C_1). Nilai k yang dipilih sebagai ambang batas adalah nilai k yang memiliki varian antar

kelas maksimum. Hal ini adalah prinsip yang diusulkan oleh otsu yaitu memaksimalkan varian antar kelas intensitas piksel (Otsu, 1979).

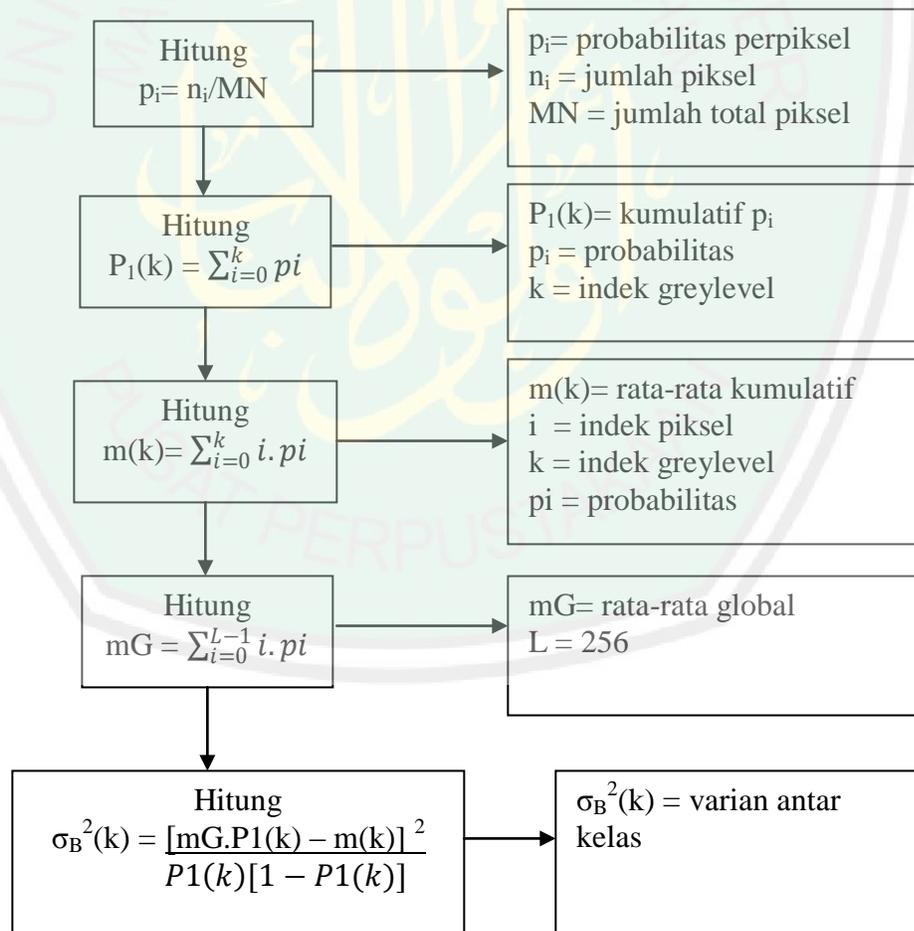
Algoritma untuk menentukan nilai *thresholding* dengan menggunakan metode otsu adalah sebagai berikut :

- a. Menghitung nilai probabilitas piksel dengan menggunakan rumus $p_i = n_i/MN$, dimana n_i adalah jumlah piksel dan MN adalah jumlah total piksel dalam citra untuk $i = 0, 1, 2, \dots, L-1$. L adalah nilai *greylevel* pada citra yaitu 256.
- b. Menghitung jumlah kumulatif dari probabilitas piksel ($P_1(k)$) dengan menggunakan rumus $P_1(k) = \sum_{i=0}^k p_i$, dimana p_i adalah nilai probabilitas piksel untuk $k = 0, 1, 2, \dots, L-1$
- c. Menghitung nilai rerata kumulatif ($m(k)$) dengan menggunakan rumus $m(k) = \sum_{i=0}^k i \cdot p_i$, dimana i merupakan indeks piksel pada citra dan p_i merupakan nilai probabilitas piksel untuk $i = 0$ hingga $k = 0, 1, 2, \dots, L-1$.
- d. Menghitung nilai rerata intensitas global m_G dengan menggunakan rumus $m_G = \sum_{i=0}^{L-1} i \cdot p_i$, dimana i merupakan indeks piksel pada citra dan p_i merupakan nilai probabilitas piksel untuk $i = 0$ hingga $L = 256$.
- e. Menghitung nilai varian antar-kelas $\sigma_B^2(k)$ dengan menggunakan rumus

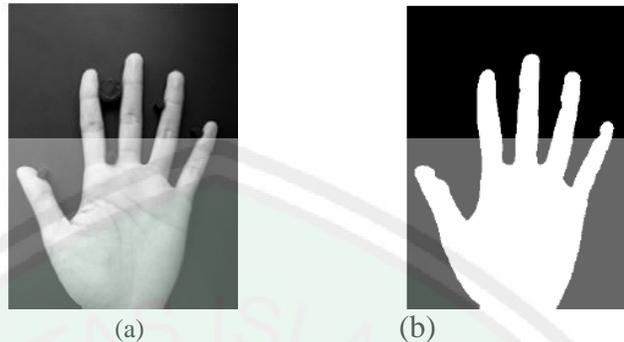
$$\sigma_B^2(k) = \frac{[m_G \cdot P_1(k) - m(k)]^2}{P_1(k)[1-P_1(k)]}$$
- f. Untuk menentukan nilai *threshold* maka dipilih nilai indeks yang memiliki nilai varian antar kelas maksimum, $\sigma_B^2(k) \rightarrow$ maksimum. Diagram blok dari algoritma Otsu ditunjukkan oleh gambar 2.6

Nilai *threshold* adalah indeks dimana nilai varian antar kelas maksimum. Setelah nilai *threshold* didapatkan maka dilakukan proses pengelompokan citra dengan membandingkan nilai *threshold* dengan piksel. Jika nilai piksel kurang dari nilai *threshold* maka nilai piksel tersebut merupakan bagian dari daerah background. Sebaliknya jika nilai piksel lebih dari nilai *threshold* maka nilai tersebut adalah bagian dari daerah objek seperti didefinisikan pada persamaan 2.4 (Gonzales, 2002 : 404).

$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{jika } f(x, y) \geq T \\ 0 & \text{jika } f(x, y) < T \end{cases} \quad 2.4$$



Gambar 2.6 Diagram blok algoritma thresholding otsu



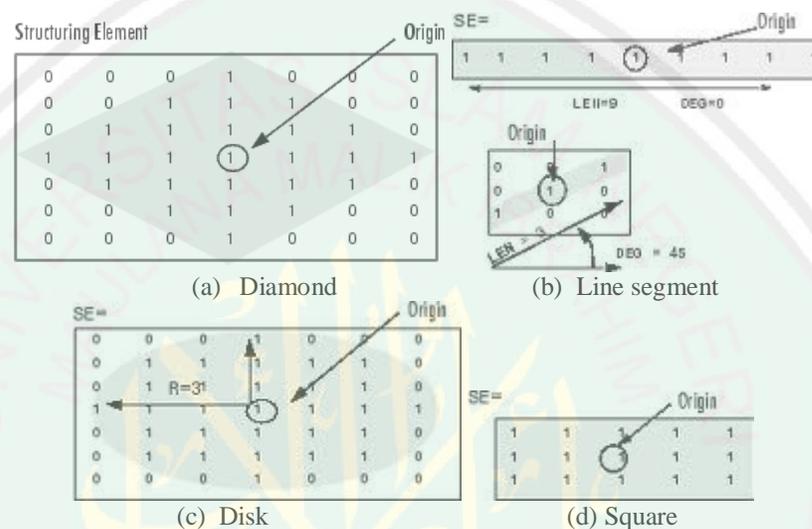
Gambar 2.7 (a) Citra asli (b) hasil thresholding citra dengan metode otsu (Darma, 2004)

Gambar 2.7 di atas menunjukkan hasil *thresholding* citra dengan metode otsu dan menghasilkan citra dengan 2 derajat keabuan yaitu putih untuk objek dan hitam untuk background.

2.6 *Mathematical Morphological Edge Detection*

Morphologi di dunia digital dapat diartikan sebagai cara untuk mendeskripsikan ataupun menganalisa bentuk dari objek digital. Morfologi difokuskan pada bentuk objek, karena itu operasi ini diterapkan pada citra biner. Citra biner (binary image) adalah citra yang setiap pikselnya hanya memiliki dua derajat keabuan yakni 0 dan 1. Operator morfologi bertujuan menggali struktur yang relevan dari citra melalui representasi graphnya. Hal ini dapat dicapai dengan melakukan penelusuran citra pada satu set bentuk yang dikenal dengan *structuring element*. Bentuk *structuring element* biasanya dipilih menurut beberapa pengetahuan tentang geometri yang relevan dan tidak relevan dari struktur citra (Soille, 2003:63).

Operasi morfologi menggunakan dua input himpunan yaitu suatu citra dan *structuring element* (SE). Bentuk-bentuk *structuring element* yang umum digunakan adalah bentuk *disk*, *hexagon*, *square*, *line segment*, *diamond*, dan *pair of point* seperti ditunjukkan pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Bentuk-bentuk *structuring element* yang sering digunakan

2.6.1 Structuring Element

Structuring element merupakan matrik dan umumnya berukuran kecil yang digunakan untuk menyelidiki atau berinteraksi dengan gambar yang diberikan, dengan tujuan untuk mengetahui apakah bentuk ini sesuai atau tidak sesuai dengan gambar. *Structuring element* biasanya digunakan dalam operasi *morfologi*, seperti *dilation*, *erotion*, *opening*, *closing* dan *hit-or-miss transform*. *Dilation* dan *erotion* adalah operasi dasar *morfologi*. Kedua operasi dasar tersebut menjadi basis untuk membuat berbagai operasi *morfologi* yang sangat berguna untuk pengolahan citra

digital, seperti *opening*, *closing*, *hit and miss*, *transform*, *thinning*, dan *thickening* (Darma Putra, 2010:187).

2.6.2 *Dilation / Dilasi*

Dilasi adalah salah satu dari dua operator dasar pada mathematical morphology. Dilasi biasanya diaplikasikan pada citra biner, namun saat ini juga dapat diaplikasikan pada citra grayscale. Dilasi dapat menghasilkan efek citra menjadi lebih besar (“*Expand*”). Batas-batas daerah objek menjadi lebih luas sedangkan lubang-lubang kecil atau dapat dianggap sebagai “noise” akan menjadi lebih kecil.

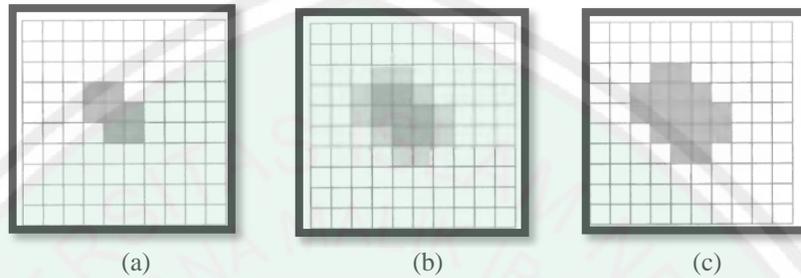
Proses dilasi membutuhkan dua buah data sebagai input. Pertama adalah citra biner yang akan didilasi dan yang kedua adalah set poin yang berukuran lebih kecil atau biasa disebut *structuring element* (kernel). *Structuring element* ini berguna untuk menentukan efek yang tepat dari dilasi pada citra input ditunjukkan pada gambar 2.9 (Gonzales, 2002:338).



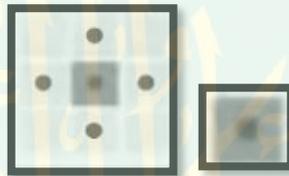
Gambar 2.9 *Structuring element* (a) 4-Neighbourhood (b) 8-Neighbourhood (Burger, 2008:176)

Proses dilasi dilakukan dengan cara meletakkan posisi *structuring element* (gambar 2.11) pada citra sehingga bersesuaian pada piksel koordinat (x, y) dan menetapkan aturan yaitu : $g(x, y) = 1$ jika *structuring element hits* pada f , selain itu $g(x, y) = 0$ berlaku untuk semua koordinat piksel. Operasi dilasi menciptakan citra

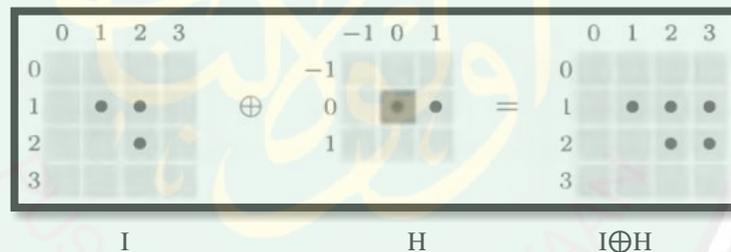
baru yang menunjukkan semua lokasi asal *structuring element* yang dimana *structuring element* bertabrakan dengan citra input (Efford, 2000:278) seperti ditunjukkan pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Proses dilasi menunjukkan citra semakin melebar. (Burger, 2008:175)



Gambar 2.11 *Structuring element* yang memiliki titik origin pada koordinat (1,1) (Burger, 2008:176)



Gambar 2.12 Proses dilasi (Burger, 2008:178)

Gambar 2.12 menunjukkan bagaimana proses dilasi dengan *structuring element*. I adalah citra asli dengan koordinat piksel pada (1, 1), (2, 1), dan (2, 2) didilasikan dengan *SE* (0, 0) dan (1, 0). Operasi yang terjadi pada dilasi yang tampak pada gambar 2.11 adalah sebagai berikut :

$$I \oplus H \equiv \{(1, 1) + (0, 0), (1, 1) + (1, 0), (2, 1) + (0, 0), (2, 1) + (1, 0), (2, 2) + (0, 0), (2, 2) + (1, 0)\}$$

$$I \oplus H \equiv \{(p + q) | \text{untuk beberapa } p \in I \text{ dan } q \in H\} \quad 2.5$$

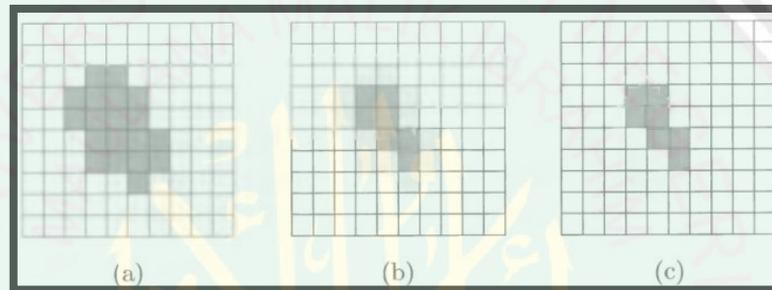
Koordinat piksel yang dihasilkan pada proses dilasi adalah *sum* dari semua kemungkinan pasangan koordinat titik dari citra asli *I* dan *structuring element* *H* yang didefinisikan pada persamaan 2.5 (Burger, 2008: 177).

2.6.3 Erosion / Erosi

Selain Dilasi, erosi juga merupakan salah satu dari dua operator dasar pada mathematical morphology. Erosi juga diaplikasikan pada citra biner, namun saat ini dapat diaplikasikan pada citra grayscale. Proses erosi merupakan kebalikan dari proses dilasi. Secara grafis erosi digambarkan sebagai proses penerjemahan *structure element* pada seluruh domain gambar dan memeriksa mana yang sepenuhnya cocok pada objek citra (Gonzales, 2002: 345). Proses ini menghasilkan objek yang menyempit (mengecil) karena efek dasar erosi adalah mengikis batas-batas daerah objek sehingga objek akan menyusut. Lubang pada objek juga akan tampak membesar seiring menyempitnya batas objek tersebut.

Seperti pada proses dilasi, proses erosi juga membutuhkan dua buah data sebagai input. Pertama adalah citra biner yang akan dierosi dan yang kedua adalah set poin yang berukuran lebih kecil atau biasa disebut *structuring element* (kernel). *Structuring element* ini berguna untuk menentukan efek yang tepat dari erosi pada citra input ditunjukkan pada gambar 2.8 (Gonzales, 2002:345).

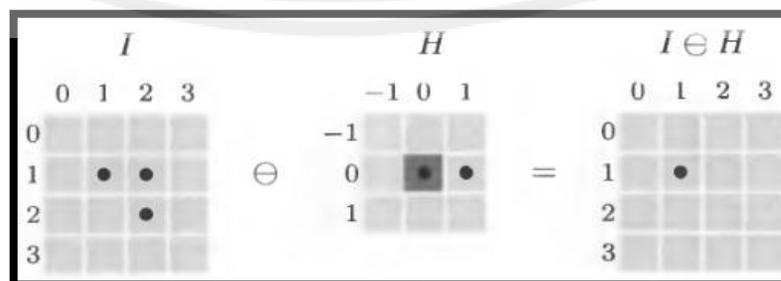
Proses erosi dilakukan dengan cara meletakkan posisi *structuring element* pada citra sehingga bersesuaian pada piksel koordinat (x, y) dan menetapkan aturan yaitu : $g(x, y) = 1$ jika *structuring element fits* pada f , selain itu $g(x, y) = 0$ berlaku untuk semua x, y yang ditunjukkan pada gambar 2.13. Dengan demikian operasi erosi menciptakan citra baru yang menandai semua lokasi asal *structuring element* yang bersesuaian dengan citra input (Efford, 2000:279).



Gambar 2.13 Proses penyusutan citra (erosi) (Burger, 2008:175)

$$I \ominus H \equiv \{p \in \mathbb{Z}^2 \mid (p + q) \in I, \text{ untuk setiap } q \in H\} \quad 2.6$$

Operasi yang terjadi pada proses erosi sama seperti proses yang terjadi pada dilasi hanya saja pada proses erosi posisi p akan dianggap sebagai hasil erosi ($I \ominus H$) jika dan hanya jika *structuring element* H ditempatkan pada posisi p dan memiliki piksel yang sama dengan *foreground* piksel pada citra asli seperti didefinisikan pada persamaan 2.6.



Gambar 2.14 Proses Erosi (Burger, 2008 : 179)

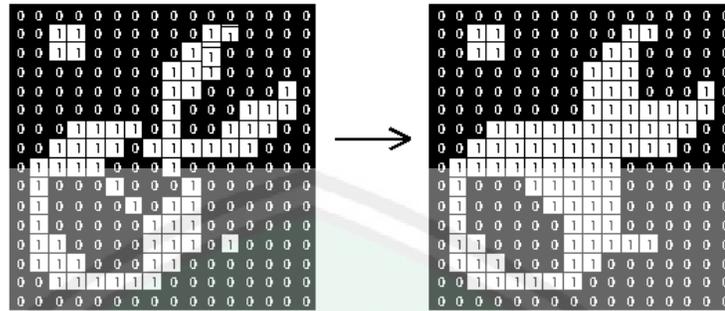
Gambar 2.14 menunjukkan bagaimana proses erosi dengan *structuring element*. I adalah citra asli dengan koordinat piksel pada (1, 1), (2, 1), dan (2, 2) dierosikan dengan *SE* (0, 0) dan (1, 0). Operasi yang terjadi pada erosi yang tampak pada gambar 2.14 adalah sebagai berikut :

$I \ominus H \equiv \{(1, 1)\}$ karena $(1, 1) + (0, 0) = (1, 1) \in I$ dan $(1, 1) + (1, 0) = (2, 1) \in I$.

2.6.4 Closing

Proses dilasi memberi efek penebalan pada citra sedangkan proses erosi memberi efek menipiskan citra. Kombinasi dari dua proses dasar morfologi dilasi dan erosi adalah proses *closing* yang didefinisikan sebagai operasi dilasi yang diikuti operasi erosi (Prasetyo, 2011:148). Closing juga diaplikasikan pada citra biner walaupun dapat juga diaplikasikan pada citra *greylevel*. Closing serupa dengan dilasi dalam hal cenderung untuk memperbesar batas objek pada citra dan menyusutkan background tanpa merusak bentuk batas asli. Closing juga ditentukan dengan *structuring element*.

Closing cenderung memberi efek menghaluskan garis-garis kontur objek. Closing akan menghapus pecahan-pecahan sempit yang panjang dan tipis, menghilangkan lubang kecil dan mengisi gap pada kontur objek. Operasi ini dapat digunakan untuk menghapus lubang dan celah pada struktur *foreground* yang lebih kecil dari *pixel neighbourhood* atau *structuring element* (Burger, 2008:185).



Gambar 2.15 Proses closing dengan *structuring element* 3x3

Gambar 2.15 menunjukkan proses closing yang menghasilkan citra dengan objek yang lebih lebar dan menutup lubang-lubang kecil di sekitar objek. Proses closing didefinisikan pada persamaan 2.7. Closing diawali dengan melakukan proses dilasi citra asli A dengan *structuring element* B yang hasilnya akan melebarkan dan memperbesar objek. Kemudian dilakukan erosi pada hasil dilasi citra A dengan *structuring element* yang sama yaitu B (Gonzales, 2002:348).

$$A \odot B = (A \oplus B) \ominus B \quad 2.7$$

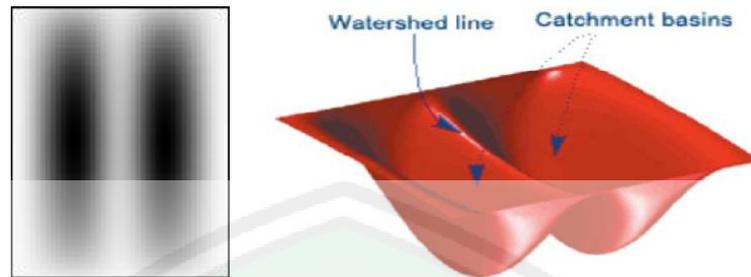
2.7 Watershed

Pengolahan citra digunakan untuk membantu meningkatkan kualitas citra dan pendekatan analisis dalam aplikasi yang berbeda. Hal ini meningkatkan efisiensi dari analisis di semua bidang. Pengolahan citra memiliki spectrum yang luas dalam berbagai bidang seperti penginderaan jarak jauh melalui satelit dan benda antariksa lainnya, transmisi citra dan penyimpanannya, bidang medis, radar, sonar, dan pengolahan citra akustik, robotika, dan inspeksi produk industri otomatis. Sebagai teknik pengolahan citra, segmentasi memegang peranan penting dalam bidang ilmu kedokteran, industry dan sebagainya. Tujuan dari segmentasi citra adalah untuk

membagi (segmen) citra yang memiliki karakteristik yang berbeda ke beberapa daerah dan mengekstrak fitur objek (Mittal, 2013).

Segmentasi wilayah merupakan pendekatan lanjutan dari deteksi tepi (Nugraheni, 2010). Hasil deteksi tepi yang berupa batas-batas objek digunakan untuk proses segmentasi. Batas adalah lokasi dimana terdapat perubahan intensitas warna yang ditandai dengan perbedaan nilai piksel yang signifikan. Dengan menggunakan segmentasi, objek dapat diidentifikasi dari citra yang diambil. Berbagai teknik segmentasi telah ditemukan, salah satunya adalah dengan menggunakan *watershed*. Algoritma *watershed* didasarkan pada morfologi. Algoritma ini merupakan algoritma berbasis wilayah yang memiliki kompleksitas komputasi rendah dan efisiensi yang tinggi.

Algoritma *watershed* adalah salah satu teknik segmentasi tertua yang muncul pada tahun 1979 oleh Beucher dan Lantu'ejou. Teknik ini dikenal sebagai aplikasi matematika yang paling baik untuk segmentasi citra berbasis morfologi dan sangat populer digunakan pada bidang biomedical, citra medis dan computer vision. Citra *greylevel* dianggap sebagai relief topografi yang masing-masing dialiri air dari permukaan bernilai minimum hingga permukaan tertinggi, dan ketika dua danau bergabung, maka bendungan terbentuk (Roerdink, 2000:89). Representasi citra *grayscale* sebagai relief topografi (3d) dengan cekungan ditunjukkan oleh gambar 2.15. Gambar 2.16 menggambarkan *watershed* sebagai cekungan yang memiliki batas antar wilayah.



Gambar 2.16 Representasi citra grayscale (kiri) oleh watershed (Mittal, 2013)

Proses pembentukan cekungan pada *watershed* didefinisikan oleh persamaan 2.8 di bawah ini :

$$C_n(M_i) = C(M_i) \cap T[n] \quad 2.8$$

$$C_n(M_i) \subseteq T[n] \quad 2.9$$

$$C[n] = \bigcup_{i=1}^R C_n(M_i) \text{ and } C[\max + 1] = \bigcup_{i=1}^R C(M_i) \quad 2.10$$

Penjelasan notasi watershed yang ditunjukkan pada persamaan 2.8, 2.9, dan 2.10 di atas adalah sebagai berikut:

- $M_1, M_2, M_3, \dots, M_R$ menyatakan koordinat titik-titik regional minimal dari citra $g(x, y)$.
- $C(M_i)$ adalah himpunan yang menyatakan koordinat titik-titik dalam *catchment basin* yang diasosiasikan dengan regional minimal M_i .
- Greylevel* maksimum atau minimum dinotasikan dengan $g(x, y)$ sebagai min atau max.
- $T[n]$ merepresentasikan himpunan koordinat (s, t) dimana $g(s, t) > n$, sehingga

$$:T[n] = \{(s, t) | g(s, t) < n\} \quad 2.11$$
- Proses *flooding* topografi meningkat mulai dari $n = \min + 1$ hingga $n = \max + 1$.

Untuk setiap *flooding*, topografi dianggap sebagai citra biner. Jika koordinat

$T[n]$ berada dibawah plane $g(x, y) = n$ maka akan ditandai hitam, dan koordinat lain ditandai putih.

- f. $C_n(M_i)$ dinyatakan sebagai koordinat titik pada *catchment basin* yang berasosiasi dengan minimum M_i pada *flooding stage* n seperti ditunjukkan pada persamaan 2.8 dan persamaan 2.9
- g. $C[n]$ adalah himpunan dari *catchment basin* yang teraliri pada stage n ditunjukkan pada persamaan 2.10. Sedangkan $C[\max+1] = \bigcup_{i=1}^R C(M_i)$ adalah kumpulan dari semua *catchment basin*
- h. Setiap step n , diasumsikan bahwa $C[n-1]$ telah dibentuk dan tujuan akhirnya adalah untuk mendapatkan $C[n]$ dari $C[n-1]$.

Algoritma watershed untuk mendapatkan $C[n]$ dari $C[n-1]$ adalah sebagai berikut :

- a. Anggap $Q[n]$ sebagai komponen yang berhubungan dalam $T[n]$
- b. Untuk tiap $q \in Q[n]$ terdapat 3 kemungkinan, yaitu :
 - i. $q \cap C[n-1]$ adalah kosong (q_1), nilai minimal baru ditemukan dan q dimasukkan ke $C[n-1]$ untuk membentuk $C[n]$.
 - ii. $q \cap C[n-1]$ memiliki satu komponen yang berhubungan dengan $C[n-1]$ (q_2), q dimasukkan ke $C[n-1]$ untuk membentuk $C[n]$.
 - iii. $q \cap C[n-1]$ memiliki lebih dari satu komponen yang berhubungan dengan $C[n-1]$ (q_3), bukit yang memisahkan dua atau lebih *catchment basin* telah ditemukan. Bendungan harus dibangun dalam q untuk mencegah air meluap di antara *catchment basin* (Prasetyo, 2011 : 231).

BAB III

METODE PENELITIAN

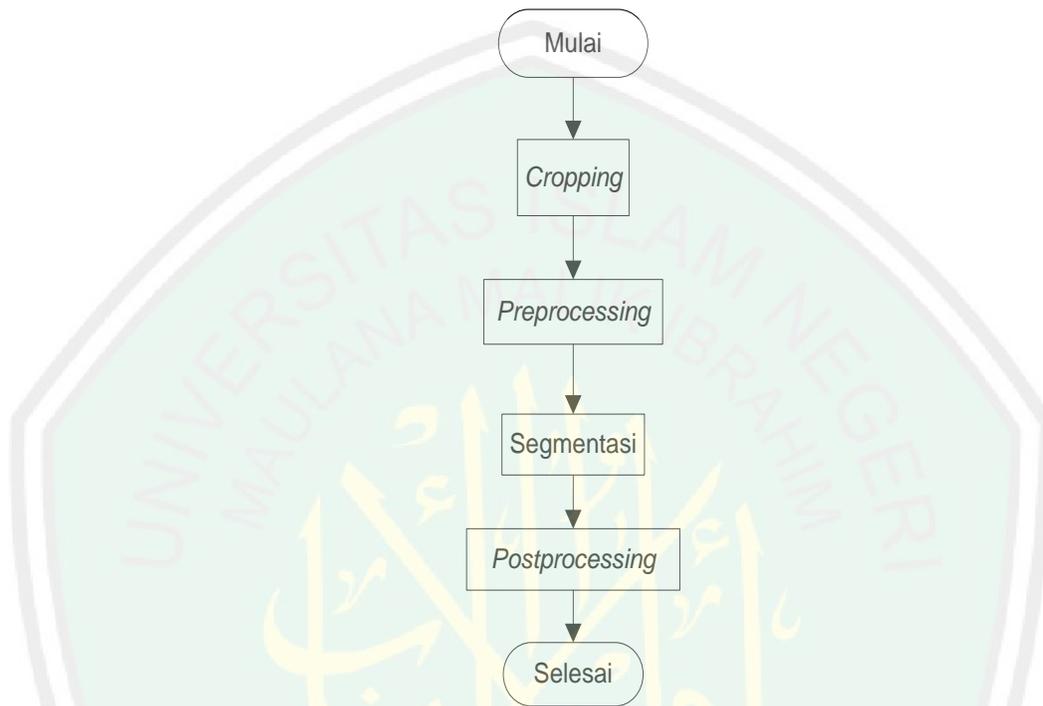
Bab ini membahas tentang metode penelitian segmentasi *foramen mentale* pada citra DPR (*Dental Panoramic Radiograph*). Metode penelitian pada bab ini meliputi deskripsi system, desain system, perancangan antar muka, perhitungan manual dan table hasil perhitungan.

3.1 Deskripsi system

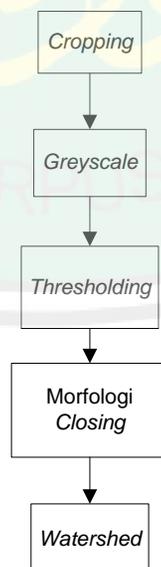
Subbab ini akan membahas mengenai deskripsi system program yang dibangun pada penelitian ini. Tujuan dalam pembuatan system ini adalah untuk membangun program yang dapat mensegmentasi *foramen mentale* pada citra DPR agar dapat diidentifikasi.

Pertama-tama, hal yang dilakukan pengguna adalah melakukan *rontgen* pada daerah sekitar rahang atas dan bawah untuk mendapatkan citra DPR. Citra hasil *rontgen* digunakan sebagai data inputan untuk proses segmentasi. Sebelum dilakukan segmentasi, citra terlebih dahulu melalui tahap awal yaitu *preprocessing*, yang meliputi proses *cropping* citra, pengkonversian citra RGB menjadi citra *grayscale*, *histogram* dan *thresholding*. Setelah *preprocessing* selesai dilakukan, maka hasil citra *preprocessing* menjadi data inputan untuk proses selanjutnya yaitu segmentasi citra dengan menggunakan metode *mathematical morphological edge detection* dan

watershed agar diperoleh daerah objek yang terpisah dari background dan terbagi dalam beberapa wilayah (*region*).



Gambar 3.1 Algoritma proses segmentasi *Foramen Mentale*



Gambar 3.2 Diagram blok dari proses segmentasi *foramen mentale*

Gambar 3.1 merupakan alur proses segmentasi secara garis besar dalam penelitian ini dan gambar 3.2 adalah diagram blok proses segmentasi. Alur 3.1 di atas akan dibahas selanjutnya :

3.1.1 *Cropping*

Penelitian ini menggunakan data sampel citra DPR hasil *rontgen* tulang rahang bawah dan atas. *Cropping* citra (*cropping*) merupakan pemotongan citra secara manual di area yang akan diteliti atau *ROI* (*Region of Interest*). ROI pada penelitian ini adalah *foramen mentale* pada citra DPR. *Cropping* citra ini bertujuan untuk lebih memfokuskan objek penelitian. Hasil dari *cropping* ini kemudian dijadikan inputan pada tahap *preprocessing* seperti ditunjukkan pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 a. Citra DPR asli b. Citra hasil *cropping*

3.1.2 *Preprocessing*

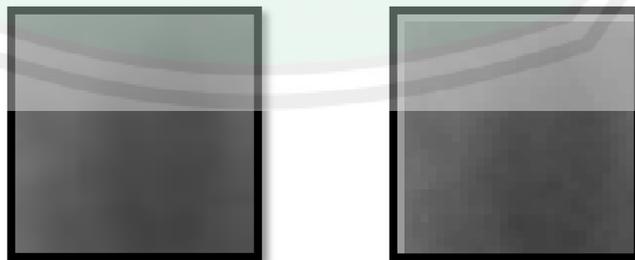
Tahap *preprocessing* adalah tahap selanjutnya dalam proses pengolahan citra, pada proses ini dilakukan beberapa tahap untuk memperbaiki citra agar dapat diproses selanjutnya. Proses yang terjadi pada tahap ini adalah konversi RGB menjadi citra *grayscale* dan menghitung nilai histogram untuk menentukan nilai *thresholding*.

Konversi citra menjadi *grayscale* digunakan untuk mengubah citra dari 3 dimensi menjadi 1 dimensi.

Setelah proses konversi kemudian dilakukan tahap penentuan nilai *thresholding*. *Thresholding* digunakan untuk mencari ambang batas piksel agar dapat diubah menjadi citra biner. *Thresholding* digunakan untuk memisahkan citra objek dengan *background*. Sebelum menentukan nilai *threshold* terlebih dahulu dihitung probabilitas, rerata dan varians antar kelas piksel. Tahapan pada *preprocessing* akan dibahas lebih lanjut sebagai berikut :

a. Konversi RGB \rightarrow *Grayscale*

Proses ini mengubah citra RGB menjadi citra *grayscale*. *Grayscale* ini bertujuan untuk menyederhanakan nilai piksel citra dan mengubah warna piksel menjadi keabuan. Piksel citra inputan masih merupakan citra RGB sehingga harus diubah atau dikonversi menjadi citra *grayscale* dengan cara mengalikan tiap piksel citra dengan nilai 0.299 untuk nilai RED, 0.587 untuk nilai GREEN dan 0.114 untuk nilai BLUE. Hasil konversi piksel citra RGB ukuran 30x30 menjadi citra *grayscale* ditunjukkan pada table 3.1 dan gambar 3.4 menunjukkan hasil dari proses *grayscale*.



Gambar 3.4 (a) Citra input (b) citra hasil *grayscale*

Tabel 3.1 Konversi citra RGB menjadi citra *greyscale*

R	G	B	Greyscale
125	125	125	124
126	126	126	123
124	124	124	124
123	123	123	120
124	124	124	120
123	123	123	118
120	120	120	120
118	118	118	115
116	116	116	115
115	115	115	115

b. Menentukan nilai *thresholding*

Proses selanjutnya dalam tahap *preprocessing* adalah menghitung nilai *histogram* untuk menentukan nilai *thresholding*. Setelah nilai piksel citra disederhanakan kemudian dihitung probabilitas, rata-rata dan varians antar kelas untuk menentukan nilai *thresholding* dari citra tersebut. Nilai *thresholding* tersebut digunakan pada proses selanjutnya

Hasil dari *histogram* yang berupa nilai *thresholding* digunakan untuk menentukan piksel citra berada pada posisi di atas atau di bawah dari nilai *threshold*. Jika nilai piksel citra kurang dari nilai *threshold* maka nilai piksel citra akan menjadi 0 (hitam) sedangkan jika nilai piksel citra lebih dari atau sama dengan nilai *threshold* maka nilai piksel citra akan menjadi 1 (putih). *Thresholding* digunakan pula untuk menjadikan nilai piksel *greyscale* menjadi *binary* yaitu bernilai 0 atau 1. *Thesholding* juga digunakan untuk memisahkan objek dengan *background*. Untuk menentukan

nilai *thresholding* digunakan algoritma otsu seperti yang terdapat pada gambar 2.6 (Bab II).

Gambar 2.6 menunjukkan diagram blok dari penentuan nilai *thresholding* menggunakan metode Otsu. Penerapan metode Otsu pada penelitian ini dijelaskan sebagai berikut :

- a. Langkah pertama adalah dengan menghitung probabilitas piksel dengan persamaan $p_i = n_i/MN$ 3.1

Tabel 3.2 Tabel perhitungan probabilitas piksel

Nilai Piksel	Jumlah Piksel	Probabilitas (MN = 900)
68	10	$10/900 = 0.011$
66	19	$19/900 = 0.021$
66	19	$19/900 = 0.021$
67	17	$17/900 = 0.189$
64	5	$5/900 = 0.0055$
67	17	$17/900 = 0.189$
68	10	$10/900 = 0.011$
70	24	$24/900 = 0.027$
71	40	$40/900 = 0.044$
73	12	$12/900 = 0.0133$

- b. Hasil probabilitas digunakan untuk menghitung jumlah kumulatif dengan persamaan $P_1(k) = \sum_{i=0}^k p_i$ 3.2

Tabel 3.3 Tabel perhitungan $P_1(k)$

p_i	P_1
0.011	0.011
0.021	0.032
0.021	0.053
0.0189	0.0719
0.0055	0.0774
0.0189	0.0963
0.011	0.1073
0.027	0.1343
0.044	0.1783
0.0133	0.1916

- c. Kemudian menghitung nilai rata-rata kumulatif ($m(k)$) dengan menggunakan

$$\text{persamaan } m(k) = \sum_{i=0}^k i \cdot p_i \quad 3.3$$

Tabel 3.4 Tabel perhitungan rata-rata kumulatif

I	p_i	$i \cdot p_i$	$m(k)$
68	0.011	0.748	0.748
66	0.021	1.386	2.134
66	0.021	1.386	3.52
67	0.0189	1.2663	4.7863
64	0.0055	0.352	5.1383
67	0.0189	1.2663	6.4046
68	0.011	0.748	7.1526
70	0.027	1.89	9.0426
71	0.044	3.124	12.1666
73	0.0133	0.9709	13.1375

- d. Menghitung nilai rata-rata intensitas global dengan menggunakan persamaan

$$m_G = \sum_{i=0}^{l-1} i \cdot p_i \quad 3.4$$

Tabel 3.5 Tabel perhitungan nilai intensitas global

I	p_i	$i \cdot p_i$
68	0.011	0.748
66	0.021	1.386
66	0.021	1.386
67	0.0189	1.2663
64	0.0055	0.352
67	0.0189	1.2663
68	0.011	0.748
70	0.027	1.89
71	0.044	3.124
73	0.0133	0.9709

$$\begin{aligned} m_G &= \sum_{i=0}^{l-1} i \cdot p_i \\ m_G &= \sum_0^{255} i \cdot p_i \\ &= 13.1375 \end{aligned}$$

- e. Menghitung nilai varian antar kelas ($\sigma_B^2(k)$) dengan menggunakan persamaan

$$\sigma_B^2(k) = \frac{[m_G \cdot P_1(k) - m(k)]^2}{P_1(k)[1 - P_1(k)]} \quad 3.5$$

$$\begin{aligned} \sigma_B^2(k) &= \frac{[m_G \cdot P_1(k) - m(k)]^2}{P_1(k)[1 - P_1(k)]} \\ &= \frac{[(13.1375 * 0.053) - 3.52]^2}{0.053[1 - 0.053]} \end{aligned}$$

$$= \frac{[0.6962875 - 3.52]^2}{0.050191} = 7.973352 / 0.050191 = 158.8602$$

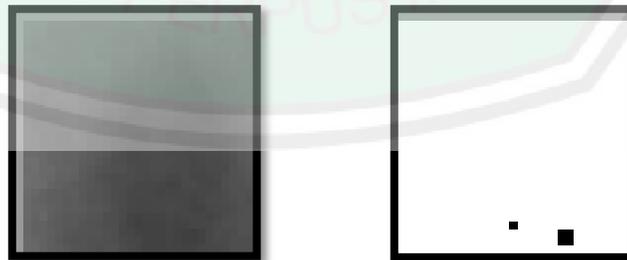
$k = 66$

- f. Nilai *threshold* didapatkan dengan memilih indek yang memiliki nilai varian antar kelas tertinggi. Kemudian dilakukan perbandingan nilai piksel dengan nilai T, jika nilai piksel lebih besar atau sama dengan nilai T maka nilai piksel dirubah menjadi 1, sebaliknya jika nilai piksel kurang dari nilai T maka nilai piksel menjadi 0.

Tabel 3.6 Tabel perhitungan nilai piksel setelah *threshold*

Nilai Piksel	Nilai Piksel setelah dithreshold k = 66
68	1
66	1
66	1
67	1
64	0
67	1
68	1
70	1
71	1
73	1

Hasil *thresholding* citra ukuran 30x30 ditunjukkan oleh gambar 3.5 sebagai berikut :



Gambar 3.5 (a) Citra hasil *grayscale* (b) citra hasil *threshold*

3.1.3 Segmentasi

Tahapan untuk segmentasi adalah :

- a. *Closing* dengan metode *Mathematical Morphological Edge Detection*

Closing merupakan kombinasi dari operasi morfologi dilasi yang dilanjutkan erosi seperti yang ditunjukkan oleh persamaan 3.6. Proses *closing* dilakukan dengan mengalikan citra hasil *thresholding* dengan matriks 3 x 3 yang dinamakan *structuring element*. Proses ini akan menghasilkan citra objek yang lebih lebar dan mengurangi noise.

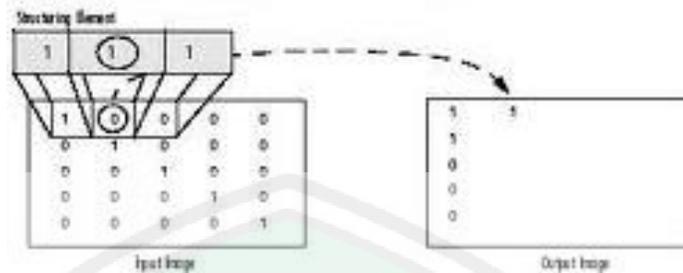
$$A \odot B = (A \oplus B) \ominus B \quad 3.6$$

Keterangan :

A = Citra hasil *threshold*

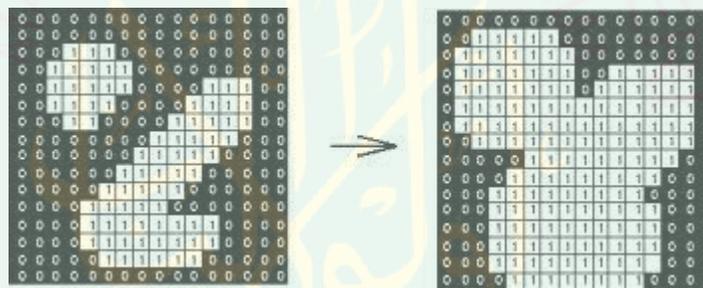
B = *Structuring element*

Proses dilasi dilakukan dengan menumpukkan matriks 3x3 pada citra *threshold* hingga posisi x, y pada matriks 3x3 bersesuaian dengan posisi x, y pada citra *threshold*, mulai dari posisi (x = 0, y = 0) hingga seluruh piksel pada citra ter – *scanning* seperti ditunjukkan pada gambar 3.5. Jika *structuring element hits* pada f maka g(x, y) = 1, selain itu g(x, y) = 0 berlaku untuk semua koordinat piksel. Hasil proses dilasi ditunjukkan pada gambar 3.6.

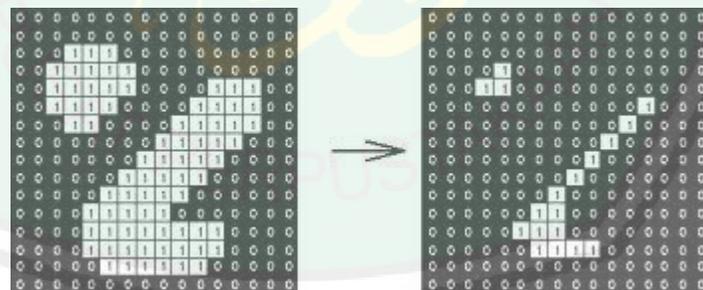


Gambar 3.6 proses peluasan *structuring element* pada citra asli

Setelah proses dilasi seperti ditunjukkan pada gambar 3.7 selesai kemudian dilanjutkan dengan proses erosi. Proses erosi sama seperti proses dilasi hanya saja pada erosi $g(x, y) = 1$ jika *structuring element fits* pada f , selain itu $g(x, y) = 0$. Hasil proses erosi ditunjukkan pada gambar 3.8.

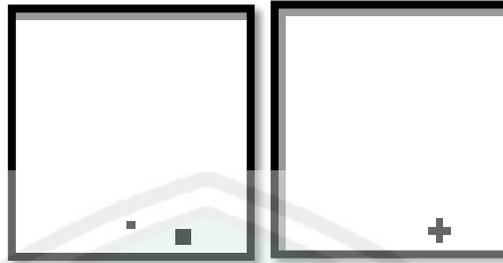


Gambar 3.7 Proses dilasi oleh *structuring element* 3x3



Gambar 3.8 Proses erosi oleh *structuring element* 3x3

Hasil *closing* citra ukuran 30x30 ditunjukkan oleh gambar 3.9 sebagai berikut:



Gambar 3.9 (a) Citra hasil *threshold* (b) Citra hasil *closing*

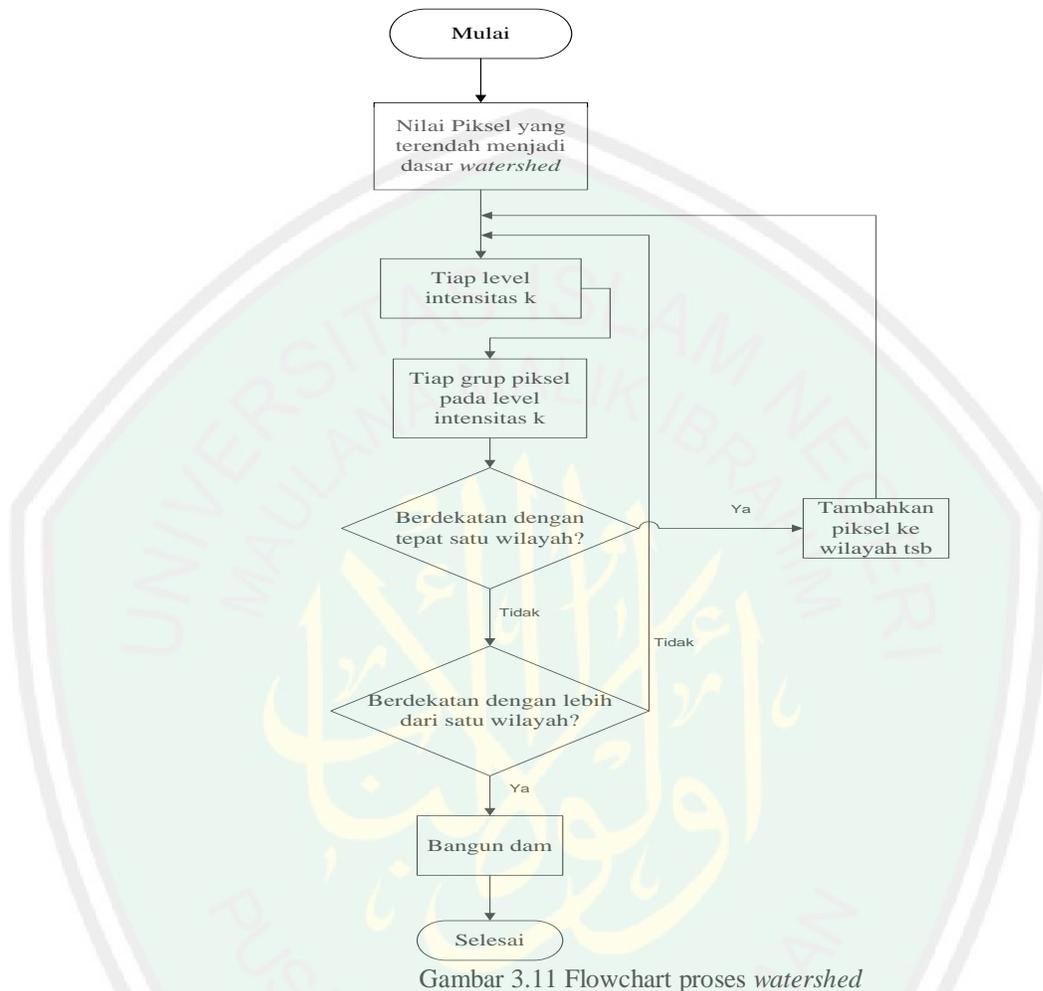
3.1.4 *Post Processing*

Hasil *closing* kemudian memasuki tahap akhir yaitu *watershed*, untuk mempertajam objek dan mendapatkan segmentasi wilayahnya berdasarkan nilai *greylevel*. Proses *watershed* dijalankan melalui matlab dengan perintah: *watershed*(citra input, pixel ketetanggaan) contohnya $I = \text{watershed}(a, 4)$. Hasil dari *watershed* berupa citra yang telah terbagi menjadi beberapa objek dan terdapat garis yang membagi wilayah-wilayah tersebut. Hasil *watershed* citra *closing* pada citra ukuran 30x30 ditunjukkan pada gambar 3.10 di bawah ini :



Gambar 3.10 (a) Citra hasil *closing* (b) Citra hasil *gradient* (c) Citra hasil *watershed*

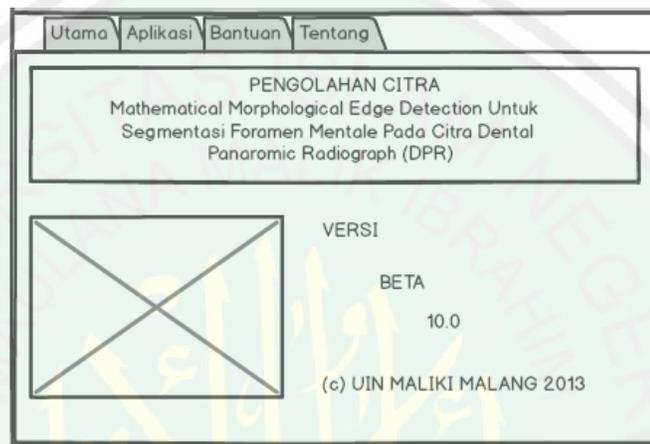
Algoritma proses *watershed* ditunjukkan oleh gambar 3.11 :



3.2 Desain Sistem

Subbab ini menjelaskan tentang desain aplikasi untuk implementasi metode *Mathematical Morphological Edge Detection* dalam proses segmentasi *foramen mentale* pada citra DPR. Desain aplikasi ini meliputi desain proses dalam system yang digambarkan dengan diagram alur, dan desain interface.

Aplikasi yang baik adalah aplikasi yang dapat mempermudah pengguna dalam mempergunakannya, untuk itu diperlukan sebuah interface atau antar muka yang bersifat *user friendly*. Beberapa rancangan *interface* aplikasi seperti ditunjukkan pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 Rancangan Antar muka aplikasi

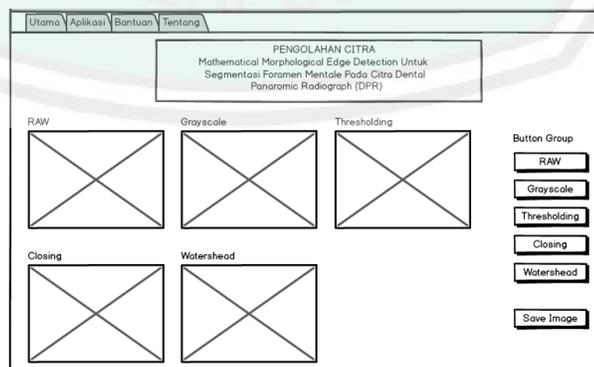
Rancangan antar muka pada aplikasi terdiri dari 4 form, yaitu :

a. Form utama

Form utama merupakan halaman depan dari aplikasi atau disebut juga sampul.

Form ini berisi nama dari aplikasi seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.12.

b. Form aplikasi



Gambar 3.13 Form aplikasi

Gambar 3.13 adalah tampilan *interface* form aplikasi merupakan form untuk melakukan pengolahan citra. Form aplikasi berisi beberapa tombol untuk melakukan proses pengolahan citra, dan beberapa kanvas untuk menampilkan citra yang telah diproses.

c. Form bantuan dan tentang

Form bantuan merupakan form yang berisi cara penggunaan aplikasi agar user dapat menjalankan aplikasi dengan mudah. Form tentang atau biasa disebut *about* berisi tentang identitas atau penjelasan singkat mengenai aplikasi ini.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang penjelasan mengenai rangkaian proses uji coba dan evaluasi terhadap penelitian yang telah dilakukan. Penjelasan proses berupa *source code* untuk proses segmentasi *foramen mentale* dari tahap *input* citra hingga tahap segmentasi.

4.1 Lingkungan Implementasi

Implementasi dalam konteks teknologi informasi meliputi semua proses yang terlibat dalam mendapatkan operasi perangkat lunak (*software*) atau perangkat keras (*hardware*) dalam lingkungannya, termasuk instalasi, konfigurasi, menjalankan, pengujian dan membuat perubahan yang diperlukan. Spesifikasi dari *software* dan *hardware* yang digunakan dalam uji coba adalah sebagai berikut :

Table. 4.1 Lingkungan Uji coba

No.	Jenis Perangkat	Spesifikasi
1.	Laptop	Acer eMachines D725, monitor LED 14"
2.	Processor	Pentium Dual-Core CPU T4200 2.GHz
3.	RAM	1.0 GB
4.	Harddisk	160 GB
5.	Operating System	Windows 7 Ultimate 32-bit
6.	Perangkat Pengembang	Netbeans IDE 7.0.1 , MATLAB R2008a

4.2 Penjelasan Program

Subbab ini menjelaskan mengenai alur pembuatan, kegunaan aplikasi dilengkapi dengan desain *interface* dan penjelasan cara menggunakannya. Tampilan antarmuka aplikasi adalah sebagai berikut :

4.2.1 Tampilan Halaman Awal

Saat aplikasi dijalankan maka tampilan yang akan muncul pertama kali ditunjukkan pada gambar 4.1. Tampilan awal ini berisi nama aplikasi dan terdapat 3 form lain di pojok kiri atas sebagai navigasi menuju form aplikasi, form bantuan, dan form tentang.



Gambar 4.1 Tampilan antarmuka awal aplikasi

Tampilan antarmuka form aplikasi ditunjukkan pada gambar 4.2. Form aplikasi ini digunakan untuk melakukan pemrosesan citra. Form ini berisi beberapa tombol seperti tombol RAW digunakan untuk mencari citra yang akan diproses dan

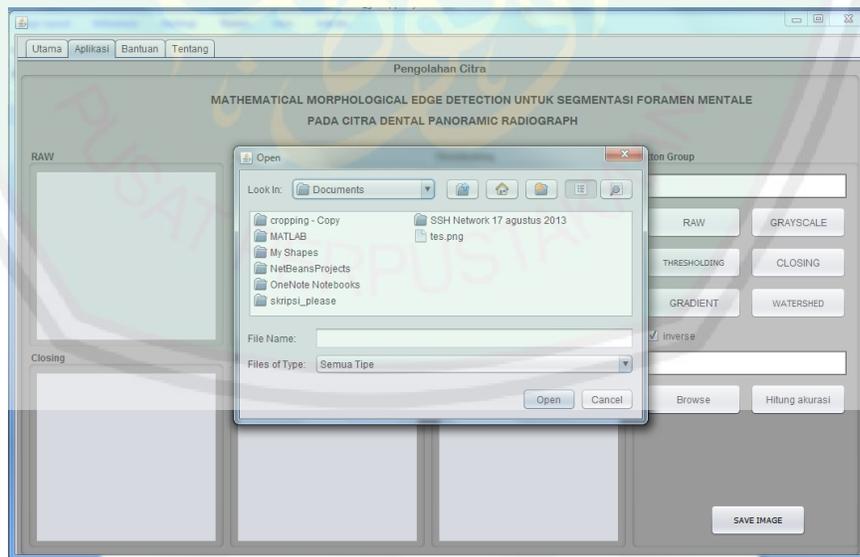
memanggil citra input untuk ditampilkan pada kanvas RAW. Tombol Grayscale digunakan untuk melakukan proses konversi citra RGB menjadi citra *grayscale*. Hasil proses *grayscale* ditampilkan pada kanvas *grayscale*. Tombol THRESHOLDING digunakan untuk melakukan proses perhitungan histogram untuk menentukan nilai *thresholding* dan mengubah citra menjadi citra biner. Hasil dari proses ini berupa citra yang telah terbagi menjadi objek dan background ditampilkan pada kanvas *thresholding*. Tombol Closing digunakan untuk melakukan proses dilasi yang diikuti proses erosi. Hasil dari proses *closing* akan ditampilkan pada kanvas *closing*. Tombol WATERSHED berfungsi untuk melakukan pemanggilan fungsi yang ada pada matlab agar dapat melakukan fungsinya dan mengirimkan hasil *watershed* ke kanvas WATERSHED. Pengguna dapat menyimpan citra hasil segmentasi dengan menekan tombol SAVE IMAGE. Jika pengguna merasa kesulitan dalam mengoperasikan aplikasi ini dapat menuju ke form Bantuan.



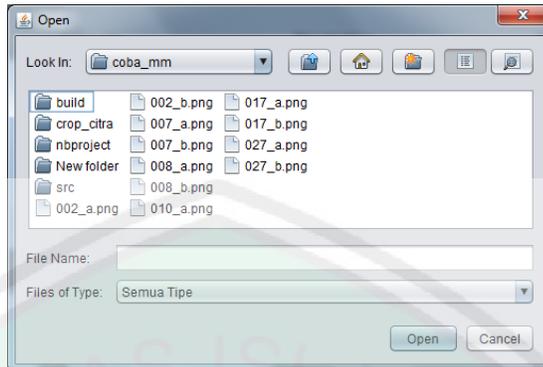
Gambar 4.2 Tampilan antarmuka form aplikasi

4.2.2 Tampilan pada saat input citra

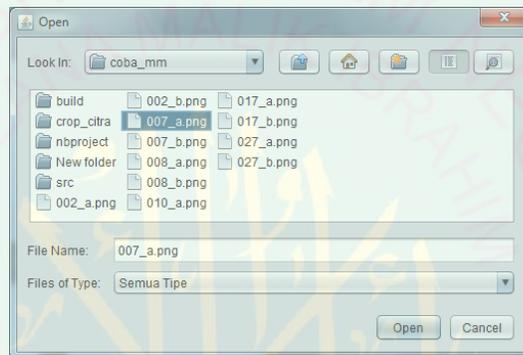
Pemrosesan citra diawali dengan melakukan proses input citra dan citra inputan akan ditampilkan pada aplikasi. Proses input citra diawali dengan memilih citra *foramen mentale* hasil *cropping* yang akan digunakan pada tempat penyimpanan (*drive* komputer) berekstensi *.png. Pengguna menginputkan citra dengan menggunakan tombol RAW yang berfungsi untuk melakukan pencarian pada drive computer yang ditunjukkan pada gambar 4.4. Pengguna menekan tombol raw kemudian akan muncul tampilan drive computer seperti pada gambar 4.3. Pengguna dapat memilih folder atau tempat penyimpanan citra yang akan digunakan. Setelah memilih citra yang akan digunakan pengguna menekan tombol open untuk menginputkan citra pada kanvas seperti gambar 4.5. Citra yang telah dipilih ditampilkan pada kanvas RAW seperti pada gambar 4.6.



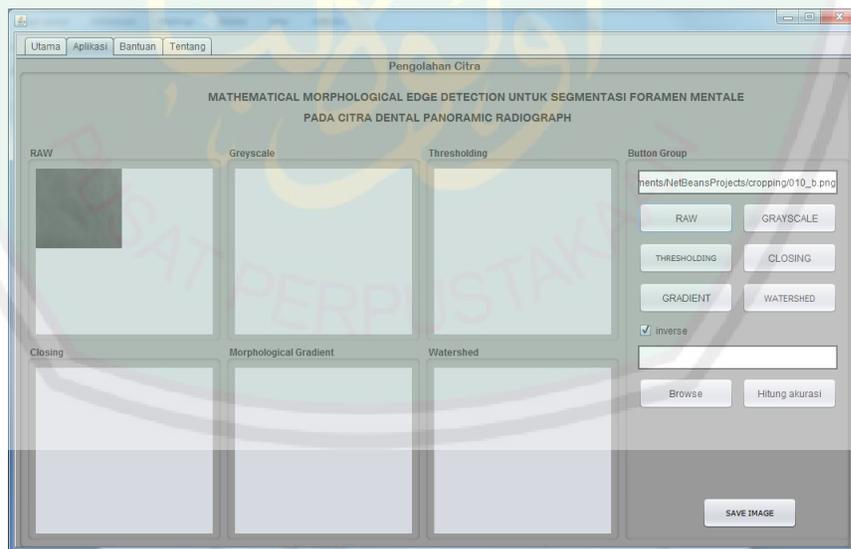
Gambar 4.3 Tampilan antarmuka proses cari



Gambar 4.4 Tampilan folder penyimpanan citra



Gambar 4.5 Tampilan saat pengguna memilih citra



Gambar 4.6 Tampilan citra yang telah dipilih ditampilkan

Berikut *source code* proses menampilkan citra input yang telah dipilih pada kanvas yaitu :

```

jfc.setAcceptAllFileFilterUsed(false);
jfc.addChoosableFileFilter(bothFilter);
jfc.addChoosableFileFilter(tifFilter);
jfc.addChoosableFileFilter(pngFilter);
jfc.addChoosableFileFilter(jpgFilter);
try {
    jfc.setSelectedFile(null);
    jfc.showOpenDialog(this);
    source = jfc.getSelectedFile().toString();
    source = source.replace('\\', '/');
    org = source;
    tfCari.setText(" ");
//    loadImage(lbl, source);
    gambar = new citra_coba(source);
    Image image = gambar.ambilImage();
    ImageIcon icon2 = new ImageIcon(image);
    label.setIcon(icon2);
    repaint();
} catch (Exception e) {
    System.out.println("EXIT-tidak jadi pilih gambar");
}

```

4.2.3 Tampilan pada saat preprocessing

1. Tampilan pada saat proses grayscale

Setelah input citra, kemudian dilakukan *preprocessing* citra yaitu konversi citra menjadi citra *grayscale*. Proses *grayscale* ditunjukkan pada gambar 4.7. Proses *grayscale* ditunjukkan pada source code berikut :

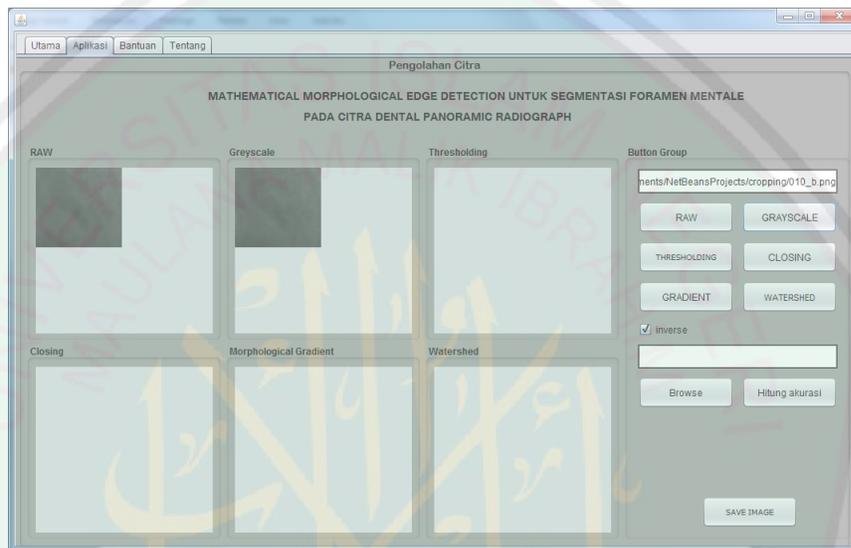
```

for (int x = 0; x < lebar; x++) {
    for (int y = 0; y < tinggi; y++) {
        r = (short) (0.299 * piksel[0][x][y]);
        g = (short) (0.587 * piksel[1][x][y]);
        b = (short) (0.114 * piksel[2][x][y]);
        greys[counter] = (int) (r + g + b);
        grey_short[counter] = (short) (r + g + b);
        grey_mat[x][y] = (short) (r + g + b);
        counter++;
    }
}

```

Proses menampilkan citra hasil *grayscale* pada kanvas ditunjukkan pada *source code* di bawah ini :

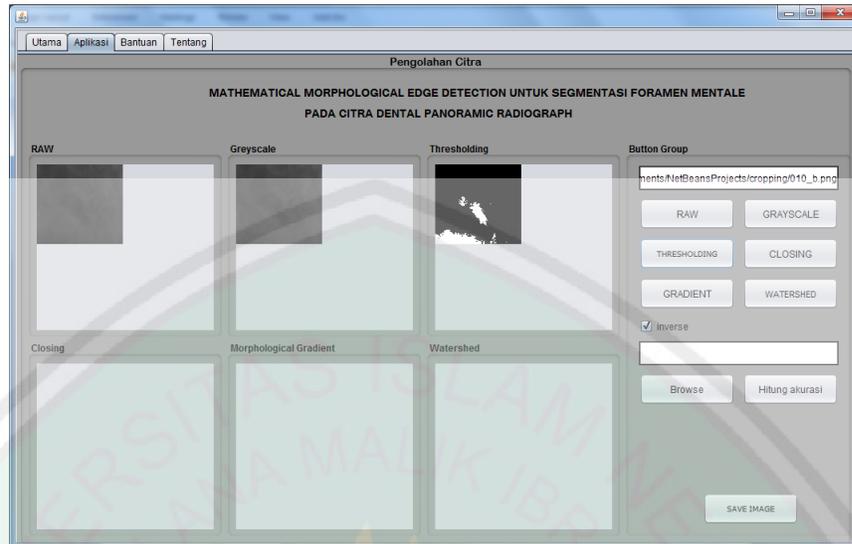
```
grey = gambar.grayscale();
Image image = gambar.view3(grey);
ImageIcon icon = new ImageIcon(image);
lbgrayscale.setIcon(icon);
repaint();
```



Gambar 4.7 Proses *Grayscale* citra input

2. Tampilan pada saat proses thresholding

Hasil grayscale kemudian menjadi data inputan untuk proses selanjutnya yaitu proses thresholding. Proses thresholding ini nantinya akan menghasilkan citra biner yaitu berwarna hitam dan putih seperti ditunjukkan pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Proses thresholding

Sebelum menentukan nilai *threshold* terlebih dahulu dilakukan perhitungan histogram dan varian antar kelas seperti ditunjukkan pada *source code* di bawah ini :

```

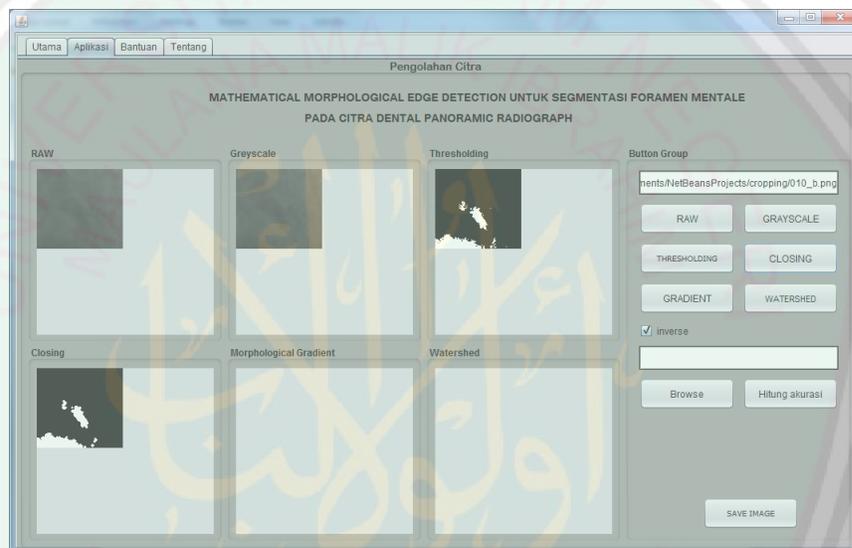
for (int i = 0; i < tinggi; i++) {
    for (int j = 0; j < lebar; j++) {
        int n = grey_mat[j][i];
        histogram[n]++;
    }
}
for (int k = 0; k < level; k++) {
    kumulatif += histogram[k] / (size);
    rata2 += k * histogram[k] / (size);
    mean_global += k * histogram[k] / (size);
    variankelas = (mean_global * kumulatif - rata2);
    variankelas *= variankelas;
    variankelas /= kumulatif * (1 - kumulatif);
    var[k] = (int) variankelas;
    for (int n = 0; n < var.length; n++) {
        if (var[n] > varians_max) {
            varians_max = var[n];
            T = n;
        }
        for (int i = 0; i < grey_short.length; i++) {
            if (grey_short[i] >= T) {
                thres[i] = 255;
                satu[i] = thres[i] / 255;
            } else if (grey_short[i] < T) {
                thres[i] = 0;
                satu[i] = thres[i];
            }
        }
    }
}

```

Source code di bawah ini digunakan untuk menampilkan citra hasil *thresholding* pada kanvas :

```
biner = gambar.thresholding();
Image image = gambar.view(biner);
ImageIcon icon = new ImageIcon(image);
lbthresh.setIcon(icon);
repaint();
```

3. Tampilan pada saat proses closing



Gambar 4.9 proses closing

Gambar 4.9 adalah gambar proses *closing* pada citra hasil *thresholding*. Proses *closing* pada citra diawali dengan melakukan proses dilasi kemudian dilanjutkan dengan proses erosi. *Source code* proses *closing* ditunjukkan seperti di bawah ini :

```
for (int y = 0; y < tinggi; y++) {
    for (int x = 0; x < lebar; x++) {
        int i = (lebar * y) + x;
        int xse_min = x - icentrpos;
        int yse_min = y - icentrpos;
        if (biner[i] == 1) {
            for (int xse = 0; xse < se.length; xse++) {
                for (int yse = 0; yse < se[0].length; yse++) {
                    int xx = xse_min + xse;
                    int yy = yse_min + yse;
                    int ii = (lebar * yy) + xx;
                    if (xx < 0 || yy < 0 || yy >= tinggi || xx >= lebar) {
                        } else {
```

```

        if (se[xse][yse] == 1) {
            hdilasi[ii] = 1;
        } else {
            hdilasi[i] = biner[i];
        }
    }
}

```

Berikut *source code* proses erosi citra hasil dilasi :

```

for (int y = 0; y < tinggi; y++) {
    for (int x = 0; x < lebar; x++) {
        int i = (lebar * y) + x;
        int xse_min = x - icentrpos;
        int yse_min = y - icentrpos;
        int bykl = 0;
        int pos = 0;
        if (biner[i] == 1) {
            for (int yse = 0; yse < se.length; yse++) {
                for (int xse = 0; xse < se[0].length; xse++) {
                    int xx = xse_min + xse;
                    int yy = yse_min + yse;
                    int ii = (lebar * yy) + xx;
                    if (xx < 0 || yy < 0 || yy >= tinggi || xx >= lebar) {
                    } else {
                        if (se[xse][yse] == 1) {
                            pos++;
                            if (biner[ii] == 1) {
                                bykl++;
                            }
                        }
                    }
                    switch (pos) {
                        case 3:
                            if (bykl == 3) {
                                herosi[i] = 1;
                            } else {
                                herosi[i] = 0;
                            }
                            break;
                        case 4:
                            if (bykl == 4) {
                                herosi[i] = 1;
                            } else {
                                herosi[i] = 0;
                            }
                            break;
                        case 5:
                            if (bykl == 5) {
                                herosi[i] = 1;
                            } else {
                                herosi[i] = 0;
                            }
                            break;
                    }
                }
            } else {
                herosi[i] = biner[i];
            }
        }
    }
}

```

Source code untuk menampilkan citra hasil *closing* sebagai berikut:

```

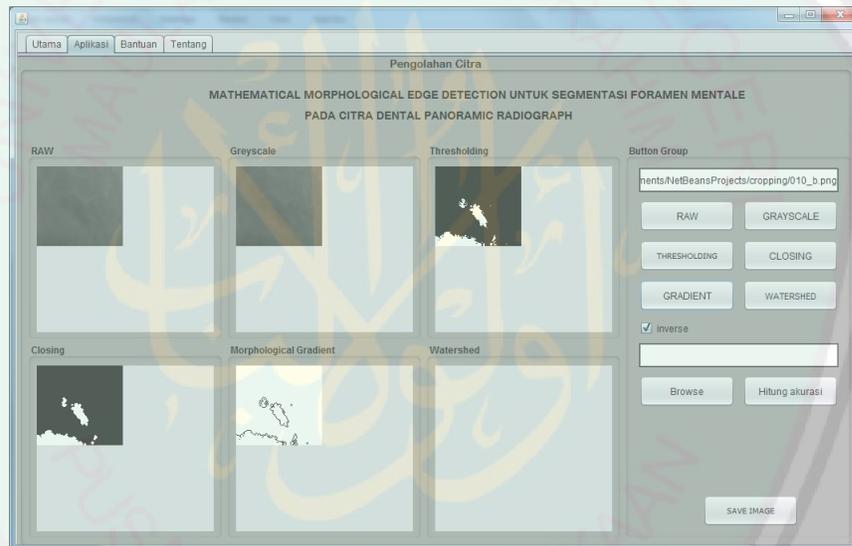
tdilasi = gambar.dilasi(biner);
closing = gambar.erosi(tdilasi);
Image image = gambar.view(closing);
ImageIcon icon = new ImageIcon(image);
lbclosing.setIcon(icon);

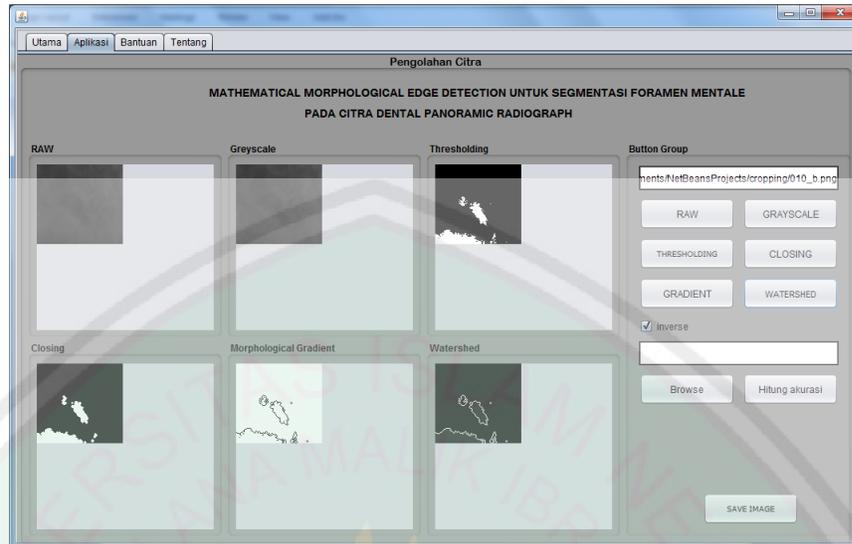
```

4. Tampilan pada saat proses watershed

Setelah proses *closing*, maka citra melalui tahap terakhir yaitu segmentasi dengan *watershed*. Hasil segmentasi citra hasil *closing* dengan menggunakan *watershed* ditunjukkan pada gambar 4.10. *Source code* untuk tahapan *watershed* ditunjukkan seperti di bawah ini :

```
double[][] hgrey = new double[lebar][tinggi];
for (int x = 0; x < lebar; x++) {
    for (int y = 0; y < tinggi; y++) {
        int i = (lebar * y) + x;
        hgrey[x][y] = biner[i] * grey[i];
    }
}
```





(a) Citra Hasil Morphological Gradient (b) Citra Hasil Watershed
Gambar 4.10 Proses watershed

Watershed dilakukan dengan menggunakan MATLAB agar lebih mudah, praktis dan efisien. Sebelum dilakukan proses watershed terlebih dahulu java melakukan pemanggilan matlab untuk menerima piksel citra yang berupa array untuk diolah pada matlab. Pemanggilan ini menggunakan matlab controller sebagai penghubung koneksi antara java dan matlab seperti ditunjukkan pada *source code* di bawah ini :

```
double[][] hseg = new double[lebar][tinggi];
try {
    // Menciptakan koneksi
    MatlabProxyFactoryOptions option = new
    MatlabProxyFactoryOptions.Builder().setUsePreviouslyControlledSession(true).build();
    MatlabProxyFactory factory = new MatlabProxyFactory(option);
    MatlabProxy proxy = factory.getProxy();
    MatlabTypeConverter processor = new MatlabTypeConverter(proxy);
    processor.setNumericArray("I", new MatlabNumericArray(hgrey, null));
    proxy.eval("a = watershed(I, 4);");
    hseg = processor.getNumericArray("a").getRealArray2D();
    proxy.disconnect();
} catch (MatlabInvocationException ex) {
    Logger.getLogger(citra_coba.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
}
return hseg;
}
```

Setelah dilakukan pengiriman nilai piksel untuk diolah di matlab, hasil *watershed* disimpan kembali ke dalam bentuk array dan dikirim kembali ke java untuk ditampilkan pada kanvas dengan menggunakan *source code* di bawah ini :

```

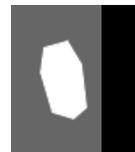
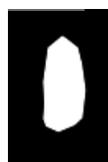
hgrey = gambar.gambargrey(closing, grey);
double[][] tes = gambar.watershed(hgrey);
Image image = gambar.view2(tes);
ImageIcon icon = new ImageIcon(image);
lbreion.setIcon(icon);
repaint();
} catch (MatlabConnectionException ex) {
    Logger.getLogger(TampilCitra.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
}

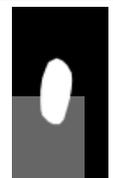
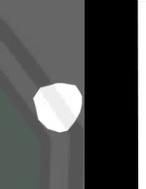
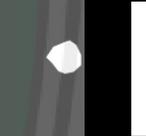
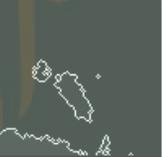
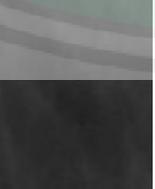
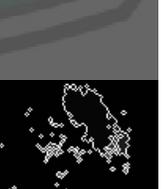
```

4.3 Uji Coba

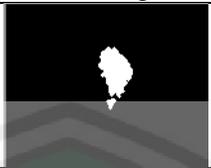
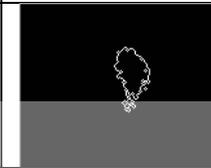
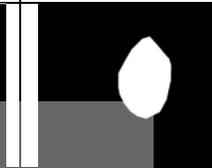
Table 4.2 di bawah ini menunjukkan hasil uji coba proses segmentasi citra dengan menggunakan metode *mathematical morphological edge detection* dan *watershed*.

Table 4.2 Hasil uji coba proses segmentasi citra

No	Nama	Citra Asli	Citra Hasil Closing	Citra Hasil Watershed	Citra Reference
1.	004_a				
2.	005_a				
3.	005_b				

No	Nama	Citra Asli	Citra Hasil Closing	Citra Hasil Watershed	Citra Reference
4.	007_a				
5.	007_b				
6.	008_b				
7.	010_a				
8.	010_b				
9.	012_b				
10.	013_b				
11.	016_b				

No	Nama	Citra Asli	Citra Hasil Closing	Citra Hasil Watershed	Citra Reference
12.	017_a				
13.	020_a				
14.	026_b				
15.	027_a				
16.	029_b				
17.	034_a				
18.	040_b				

No	Nama	Citra Asli	Citra Hasil Closing	Citra Hasil Watershed	Citra Reference
19.	041_a				
20.	042_a				

Dari hasil uji coba yang dilakukan, dilakukan perhitungan akurasi, presisi dan

recall dengan rumus sebagai berikut :

- Akurasi : $((TP + TN) / (TP + TN + FP + FN)) * 100\% = 5.22 \%$
- Presisi : $(TP / (TP + FP)) * 100\% = 44.41 \%$
- Recall : $(TP / (TP + FN)) * 100\% = 3.20 \%$

4.4 Integrasi Islam

Al-Qur'an selalu dijadikan pedoman dan petunjuk bagi umat islam. Al-Qur'an menjadi dasar dalam setiap kemajuan ilmu pengetahuan contohnya konsep pembagian dalam Al-Qur'an. Al-Qur'an turun kepada Nabi Muhammad SAW secara bertahap bagian per bagian. Di dalam Al-Qur'an terdapat ayat-ayat yang membahas mengenai pembagian contohnya pembagian harta warisan, pembagian sholat menjadi 5 waktu dll.

Pembagian harta warisan didasarkan pada nasab yang telah ditentukan seperti yang tertera pada surat An-Nisaa ayat 7-8 yang berbunyi :

لِّلرِّجَالِ نَصِيبٌ مِّمَّا تَرَكَ الْوَالِدَانِ وَالْأَقْرَبُونَ وَلِلنِّسَاءِ نَصِيبٌ مِّمَّا تَرَكَ الْوَالِدَانِ وَالْأَقْرَبُونَ مِمَّا قَلَّ مِنْهُ أَوْ كَثُرَ ۚ نَصِيبًا مَّفْرُوضًا ﴿٧﴾ وَإِذَا حَضَرَ الْقِسْمَةَ أُولُو الْقُرْبَىٰ وَالْيَتَامَىٰ وَالْمَسْكِينُ فَأَرْزُقُوهُمْ مِنْهُ وَقُولُوا لَهُمْ قَوْلًا مَعْرُوفًا ﴿٨﴾

Artinya :

“ Bagi orang laki-laki ada hak bagian dari harta peninggalan ibu-bapa dan kerabatnya, dan bagi orang wanita ada hak bagian (pula) dari harta peninggalan ibu-bapa dan kerabatnya, baik sedikit atau banyak menurut bahagian yang Telah ditetapkan. Dan apabila sewaktu pembagian itu hadir kerabat[270], anak yatim dan orang miskin, Maka berilah mereka dari harta itu [271] (sekedarnya) dan ucapkanlah kepada mereka perkataan yang baik.

[270] kerabat di sini maksudnya : kerabat yang tidak mempunyai hak warisan dari harta benda pusaka.

[271] pemberian sekedarnya itu tidak boleh lebih dari sepertiga harta warisan.”

Al-qur'an telah menjelaskan dalam surat An-Nisaa ayat 7-8 bahwasanya setiap keturunan telah mempunyai hak bagian dalam harta warisan. Bagian untuk laki-

laki berbeda dengan bagian perempuan (Tafsir Jalalain : 326-327). Selain konsep pembagian harta waris juga terdapat pembagian waktu shalat. Nabi Muhammad SAW mendapat perintah untuk shalat 5 kali yang dibagi dalam 5 waktu dalam sehari yaitu Isya' di waktu malam, Shubuh di waktu pagi, Dhuhur di waktu siang, Ashar di waktu sore, dan Maghrib di waktu petang (Tafsir Jalalain : 1157-1158). Hal ini difirmankan Allah dalam surat Al-Israa ayat 78-79 yang berbunyi :

أَقِمِ الصَّلَاةَ لِذُلُوكِ الشَّمْسِ إِلَى غَسَقِ اللَّيْلِ وَقُرْءَانَ الْفَجْرِ إِنَّ قُرْءَانَ الْفَجْرِ كَانَ مَشْهُودًا ﴿٧٨﴾
 وَمِنَ اللَّيْلِ فَتَهَجَّدْ بِهِ نَافِلَةً لَّكَ عَسَىٰ أَنْ يَبْعَثَكَ رَبُّكَ مَقَامًا مَّحْمُودًا ﴿٧٩﴾

Artinya :

“Dirikanlah shalat dari sesudah matahari tergelincir sampai gelap malam dan (dirikanlah pula shalat) subuh. Sesungguhnya shalat subuh itu disaksikan (oleh malaikat).

Dan pada sebahagian malam hari bersembahyang tahajudlah kamu sebagai suatu ibadah tambahan bagimu; Mudah-mudahan Tuhan-mu mengangkat kamu ke tempat yang Terpuji.”

Konsep pembagian lain dalam Al-Qur'an adalah klasifikasi ayat dalam Al-Qur'an. Klasifikasi ayat dalam Al-Qur'an dapat dilihat dari :

- a. Tempat turunnya ayat tersebut, jika ayat tersebut turun di Mekkah, maka ayat tersebut disebut ayat Makkiyah. Sedangkan jika turun di Madinah maka ayat tersebut disebut ayat Madaniyah

- b. Berdasarkan masa turunnya, Ayat Makkiyah turun pada saat Nabi belum hijrah ke Madinah, sedangkan Ayat Madaniyah diturunkan pada saat Nabi telah hijrah ke Madinah meskipun turunnya di Mekkah.

Konsep pembagian dalam Al-Qur'an ini mendasari munculnya segmentasi yaitu pembagian wilayah sesuai dengan karakteristik yang sama. Segmentasi adalah pengolahan citra yang paling sering digunakan. Penelitian ini melakukan segmentasi pada *foramen mentale* yang digunakan untuk penelitian awal dari deteksi dini osteoporosis. Citra DPR memiliki derau atau *noise*, kualitas citra juga menurun sehingga sulit dilakukan analisis posisi dan bentuk *foramen mentale*. Untuk itu dibutuhkan segmentasi agar dapat mengetahui apakah objek citra merupakan *foramen mentale* atau merupakan *noise*. Segmentasi adalah pembagian wilayah berdasarkan wilayah yang homogen. Dengan menggunakan metode *mathematical morphological edge detection* dan *watershed* didapatkan citra yang telah tersegmen daerah *foramen mentale*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- a. Segmentasi *foramen mentale* dengan menggunakan metode *mathematical morphological edge detection* dan *watershed* dilakukan melalui beberapa tahap yaitu : citra input *dicropping* secara manual, kemudian citra hasil *cropping* di konversi menjadi citra *greyscale*. Setelah di konversi menjadi citra *greyscale* kemudian di lakukan tahap *thresholding*. Setelah tahap *thresholding*, kemudian citra didilasi dan dierosi yang disebut tahap *closing*. Hasil *closing* kemudian di *watershed* untuk mendapatkan hasil objek yang telah terbagi berdasarkan daerah-daerah yang sama.
- b. Berdasarkan hasil uji coba dan analisa mengenai segmentasi *foramen mentale* dengan menggunakan metode *mathematical morphological edge detection* dan *watershed* sebagai *postprocessing* seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan yaitu hasil dari 20 uji coba didapatkan tingkat akurasi sebesar 5.22%, tingkat presisi sebesar 44.41% dan recall sebesar 3.20%. Hal ini disebabkan karena belum dilakukan peningkatan kualitas pada citra sehingga masih terdapat *noise* yang dapat mengganggu dalam tahap segmentasi citra

5.2 Saran

Aplikasi segmentasi *foramen mentale* dengan menggunakan metode *mathematical morphological edge detection* dan *watershed* ini dapat dikembangkan lebih lanjut hingga menentukan deteksi penyakit *osteoporosis*. Agar didapat hasil yang lebih baik sebaiknya dilakukan proses peningkatan kualitas citra terlebih dulu untuk mengurangi *noise*. Metode untuk proses segmentasi dapat menggunakan metode lain yang relevan.



DAFTAR PUSTAKA

- As-Suyuthi, Imam Jalaluddin, Al-Mahalli, Imam Jalaluddin.1990.*Tafsir Jalalain*.Sinar Baru. Bandung
- Al-Mubarakfuri, Syaikh Shafiyurrahman. 2001. *Ar-Rahiq al-Makhtum*.CV. Mulia Sarana Press.Jakarta
- Aher V, Pillai P, Alil FM. *Anatomical position of mental foramen: A review*. Global Journal of Medical and Public Health 2012.
- Bozic M., Hren, Ihan N..*Osteoporosis and Mandibles*,The British Institute of Radiology, 2005
- Gonzales, Rafael C. dan Richard.Wood.dan Steven Eddins.2009.*Digital Image Processing Using Matlab*. Pearson Prentice Hall.New Jersey.
- Gupta S, Soni JS. *Study of anatomical variations and incidence of mental foramen and accessory mental foramen in dry human mandibles*. National J of Med Res 2012.
- Horner, K., Devlin, H., Alsop, C. W., Hodgkinson, I. M., Adams, J. E..*Mandibular bone mineral density as a predictor of skeletal osteoporosis*, The British Institute of Radiology, 1996
- Hsiao, Ying-Tung. 2005 .*A Contour based Image Segmentation Algorithm using Morphological Edge Detection*. Journal.IEEE.Hawaii.
- http://en.wikipedia.org/wiki/Mental_foramen diakses pada tanggal 29 November 2012 pukul 19:23
- Indriyani,Tutuk., Zainal A, Agus., Soelaiman, Rully. *Segmentasi Cortical Bone pada Citra Dental Panoramic Radiograph Menggunakan Watershed berintegrasi dengan Active Contour berbasis Level Set*. Paper.Teknik Informatika ITS.
- Junaidi, Iskandar. 2007. *Osteoporosis*.PT Bhuana Ilmu Populer.Jakarta.
- Munir, Rinaldi. 2004. *Pengolahan Citra Digital*.Informatika.Bandung.

- Prasetyo, Eko. 2011. *Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya Menggunakan Matlab*. ANDI, Yogyakarta
- Putra, Darma. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. ANDI. Yogyakarta.
- Sigit, Riyanto. Dkk, 2005. *Step by Step Pengolahan Citra Digital*. ANDI Offset. Yogyakarta.
- Rupesh Singh, Srivastav AK. *Study of position, shape, size and incidence of mental foramen and accessory mental foramen in Indian adult human skulls*. Int. J. Morphol 2010
- Soille, Pierre. 2002. *Morphological Image Analysis Principles and Applications 2nd Edition*. Springer. New York.
- T. Hasan. *Characteristics of the mental foramen in different populations*. *The Internet Journal of Biological Anthropology* 2011
- Taguchi, A., Tsuda, M., Ohtsuka, M., Kodama, I., Sanada, M., Nakamoto, T., Inagaki, K., Noguchi, T., KUdo, Y., Suci, Y., Tanimoto, K., Bollen, A.M. *Use of Dental Panoramic Radiographs in Identifying Younger Postmenopausal Women with Osteoporosis*. *Osteoporosis International* 17 (3) (2005) 387-3094
- Tandra, Hans. 2009. *Osteoporosis*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wahyudi, Deni, Zainal A., Agus, Soelaiman, Rully. *Segmentasi Cortical Bone pada Citra Dental Panoramic Radiograph Menggunakan Watershed dan Active Contour GGVF Snake*. Paper. Teknik Informatika ITS.
- WHO Technical Report Seri 921: *Prevention and Management of Osteoporosis*. Technical Report. WHO Scientific Group (2003)

LAMPIRAN

Tabel Hasil Uji coba

No	Nama	TP	FP	TN	FN	Akurasi	Presisi	Recal
1.	004_a	483.0	1805.0	70.0	14074.0	3.365384615384%	21.1101398601%	3.317991344370%
2.	005_a	180.0	713.0	209.0	5840.0	5.60357245750%	20.15677491601%	2.99003322259%
3.	005_b	237.0	924.0	2.0	4822.0	3.993316624895%	20.4134366925%	4.68472030045%
4.	007_a	317.0	214.0	172.0	5329.0	8.10676392572%	59.6986817325%	5.61459440311%
5.	007_b	355.0	471.0	74.0	6588.0	5.729166666666%	42.9782082324%	5.11306351721%
6.	008_b	750.0	1300.0	790.0	33448.0	4.24382716049%	36.5853658536%	2.193110708228%
7.	010_a	157.0	417.0	1216.0	13335.0	9.07768595041%	27.3519163763%	1.16365253483%
8.	010_b	197.0	324.0	914.0	9365.0	10.28703703703%	37.8119001919%	2.060238443840%
9.	012_b	483.0	547.0	130.0	12035.0	4.64569912845%	46.8932038834%	3.85844384%
10.	013_b	417.0	325.0	390.0	12180.0	6.06219951923%	56.1994609164%	3.310311979042%
11.	016_b	253.0	86.0	71.0	6150.0	4.93902439024%	74.6312684365%	3.95127284085%
12.	017_a	183.0	181.0	0.0	4996.0	3.414179104477%	50.2747252747%	3.5335006758%
13.	020_a	205.0	689.0	18.0	10077.0	2.02930202930%	22.93064876957%	1.99377553005%
14.	026_b	251.0	111.0	77.0	9207.0	3.40037321169%	69.3370165745%	2.653838020723%
15.	027_a	655.0	355.0	580.0	16762.0	6.72951176983%	64.8514851485%	3.760693575242%
16.	029_b	57.0	39.0	45.0	5475.0	1.816239316239%	59.375%	1.030368763557%
17.	034_a	473.0	166.0	351.0	12618.0	6.05526161081%	74.0219092331%	3.613169352990%
18.	040_b	189.0	94.0	13.0	6616.0	2.922453703703%	66.7844522968%	2.77736958119%
19.	041_a	577.0	1228.0	0.0	18388.0	2.857425840637%	31.96675900277%	3.04244661218%
20.	042_a	785.0	106.0	252.0	8503.0	10.7505701845%	88.1032547699%	8.45176571920%
Rata-rata						5.22%	44.41%	3.20%