

ANALISIS METODE *PREPROCESSING* PADA CITRA MAMMOGRAM

Skripsi

Untuk memenuhi persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1
Program Studi Teknik Informatika



Disusun Oleh:
Surahmat Laguni
12651044

**PRODI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2016**



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/1754/2016

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Analisis Metode *Preprocessing* Pada Citra Mammogram

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

Nama : Surahmat Laguni

NIM : 12651044

Telah dimunaqasyahkan pada : Selasa, 3 Mei 2016

Nilai Munaqasyah : A

Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Dr. Shofwatul Uyun, M.Kom
NIP. 19820511 200604 2 002

Penguji I

Agung Fatwanto, Ph.D
NIP.19770103 200501 1 003

Penguji II

Ade Ratnasari, M.T
NIP. 19801217 200604 2 002

Yogyakarta, 19 Mei 2016
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan



Farzer Said Nahdi, M.Si.
19550427 198403 2 001



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Surahmat Laguni

NIM : 12651044

Judul Skripsi : Analisis Metode *Preprocessing* pada Citra Mammogram

Sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Prodi Teknik Informatika

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 22 April 2016

Pembimbing

Dr. Shofwatul 'Uyuh, M.Kom.

NIP. 19820511 200604 2 002

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Surahmat Laguni

NIM : 12651044

Program Studi : Teknik Informatika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul **ANALISIS METODE *PREPROCESSING* PADA CITRA MAMMOGRAM** tidak terdapat pada karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sepengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 06 Maret 2016

Yang menyatakan



Surahmat Laguni

NIM : 12651044

MOTTO

Orang yang sukses selalu menempatkan kedua orang tuanya
di atas dirinya sendiri.



HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi / Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Ibuku Martini dan Ayahku Nurdin Laguni yang sangat ku hormati.
2. Keluarga besar baik yang di Kota Yogyakarta dan di Sulawesi.
3. Restina Ilham Dewanti yang selalu mendukungku.
4. Teman-teman TIF 2012 Fakultas Sains dan Teknologi.



KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, sholawat dan salam semoga tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarganya , para sahabatnya dan pengikutnya hingga akhir zaman. Syukur Alhamdulillah atas anugrah dan karunia-Nya sehingga penulis diberi kemampuan untuk dapat menyelesaikan skripsi / tugas akhir yang berjudul: **“ANALISIS METODE *PREPROCESSING* PADA CITRA MAMMOGRAM “**

Pembuatan dan penyusunan tugas akhir ini diajukan sebagai syarat untuk menyelesaikan studi Strata I di Program Studi Teknik Informatika, UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta.

Saya menyadari bahwa apa yang saya lakukan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, saya sangat mengharap kritik dan saran yang berguna dalam penyempurnaan penelitian ini di masa yang akan datang. Semoga apa yang telah saya lakukan ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Penulis dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini mendapat bimbingan, arahan, dan bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Maizer Said Nahdi, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
2. Bapak Sumarsono, M.Kom., selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika.
3. Bapak Agus Mulyanto, S.Si., M.Kom., selaku dosen pembimbing akademik.
4. Ibu Dr. Shofwatul 'Uyun M.Kom., selaku dosen pembimbing tugas akhir.
5. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Informatika yang senantiasa memberikan bekal ilmu selama perkuliahan.
6. Keluarga besar yang selama ini memberikan banyak dukungan.
7. Teman-teman Prodi Teknik Informatika UIN Sunan Kalijaga, terutama kepada teman-teman kelas Mandiri angkatan 2012 yang telah banyak memberikan bantuan dan semangat dalam penyusunan laporan tugas akhir.

Semoga Allah SWT memberikan pahala yang setimpal atas segala dorongan, dukungan dan bantuan serta semangat yang sudah diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Amin.

Yogyakarta, 06 Maret 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR ISTILAH	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvii
INTISARI	xviii
ABSTRACT	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Tujuan penelitian	3
1.4 Batasan masalah	3
1.5 Keaslian penelitian	4
1.6 Sistematika penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan pustaka	6
2.2 Landasan teori	11
2.2.1 Citra Digital	11
2.2.2 Mammografi	12

2.2.3 Pengolahan Citra Digital	13
2.2.4 <i>Preprocessing</i>	13
2.2.5 <i>Noise</i>	13
2.2.6 <i>Region of Interest</i>	14
2.2.7 Segmentasi	15
2.2.8 <i>Contrast Limited Histogram Equalization</i>	15
2.2.9 <i>Adaptive Median Filtering</i>	16
2.2.10 <i>Region Growing</i>	17
2.2.11 <i>Otsu Thresholding</i>	19
2.2.12 <i>Watershed</i>	19
2.2.13 PSNR dan MSE	20
2.2.14 <i>Emgu CV</i>	21
2.2.15 Microsoft Visual C# 2010 Express	22
2.2.16 Fitur Penting pada Citra Mammogram	23
2.2.17 Standar Deviasi	24

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Studi literatur	25
3.2 Alat yang digunakan	25
3.3 Alur kerja penelitian	26
3.3.2 Akuisisi Citra	27
3.3.3 Seleksi <i>Region of Interest</i>	28
3.3.4 Konversi Citra RGB ke <i>Grayscale</i>	29
3.3.5 Implementasi <i>Adaptive Median Filter</i>	31
3.3.6 Implementasi <i>Contrast Limited Histogram Equalization</i>	33
3.3.7 Implementasi <i>Region Growing</i>	35
3.3.8 Analisis Kinerja Metode	36

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Citra awal	38
4.2 <i>Region of Interest</i> pada Citra Mammogram	39

4.3 Citra <i>Grayscale</i>	40
4.4 <i>Adaptive median filter</i>	41
4.5 <i>Contrast limited histogram equalization</i>	44
4.6 <i>Region growing</i>	47
4.7 Pembahasan	51
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 : Data penelitian sebelumnya	9
Tabel 4.1 : Tabel perbandingan hasil segmentasi	50
Tabel 4.2 : Nilai MSE dan PSNR pada AMF	54
Tabel 4.3 : Nilai MSE dan PSNR pada <i>Median Filter</i>	58
Tabel 4.4 : Perbandingan Metode AMF dan MF	62
Tabel 5.1 : Perbandingan hasil segmentasi metode yang diajukan	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 : Citra Digital	11
Gambar 2.2 : Citra Mammogram Terdeteksi Kanker	12
Gambar 2.3 : Seleksi ROI oleh ahli	14
Gambar 2.4 : Distribusi <i>excess pixel</i> pada histogram	16
Gambar 2.5 : 4 <i>connected</i>	18
Gambar 2.6 : 8 <i>connected</i>	18
Gambar 2.7 : a, b Ilustrasi Proses <i>Region Growing</i>	19
Gambar 2.8 : Emgu CV	22
Gambar 2.9 : <i>Microsoft visual c# 2010 Express Edition</i>	22
Gambar 3.1 : Diagram alir sistem	27
Gambar 3.2 : Citra mammogram awal 2424 x 3296	28
Gambar 3.3 : Citra mammogram dan ROI	29
Gambar 3.4 : Citra mammogram setelah dicrop oleh dokter 432 x 386	29
Gambar 3.5 : Citra RGB	30
Gambar 3.6 : Citra <i>Grayscale</i>	30
Gambar 3.7 : Histogram Citra RGB	30
Gambar 3.8 : Histogram Citra <i>Grayscale</i>	30
Gambar 3.9 : Alur proses <i>Adaptive median filter</i>	32
Gambar 3.10 : Proses AMF	33
Gambar 3.11 : Alur proses CLAHE	34
Gambar 3.12 : Alur proses region growing yang diusulkan	36
Gambar 4.1 : Citra mammogram awal 2424 x 3296	38
Gambar 4.2 : Citra mammogram setelah seleksi ROI oleh Radiolog. (b)	
Citra setelah <i>cropping</i> pada ROI	39
Gambar 4.3 : Citra RGB	40
Gambar 4.4 : Citra <i>Grayscale</i>	40
Gambar 4.5 : Histogram Citra RGB	40
Gambar 4.6 : Histogram Citra <i>Grayscale</i>	40
Gambar 4.7 : Alur proses <i>Adaptive median filter</i>	43

Gambar 4.8 : (a) Citra <i>grayscale</i> . (b), (c) dan (d) Hasil <i>Adaptive median filter</i>	44
Gambar 4.9 : Alur proses CLAHE	45
Gambar 4.10 : Perubahan nilai <i>clip limit</i> pada CLAHE	47
Gambar 4.11 : Alur proses region growing yang diusulkan	48
Gambar 4.12 : Citra <i>grayscale</i> terdapat kelainan mikro kalsifikasi	52
Gambar 4.13 : Hasil AMF	53
Gambar 4.14 : Hasil perubahan nilai <i>clip limit</i> pada proses CLAHE	65
Gambar 4.15 : Hasil perubahan ukuran pada <i>Window size / region size</i> pada proses CLAHE	69
Gambar 4.16 : Perubahan <i>window size</i> dan <i>threshold</i> terhadap hasil segmentasi	72
Gambar 5.1 : Tampilan Aplikasi	94

DAFTAR ISTILAH

- Adaptive median filter* : Metode filter yang melakukan pengolahan spasial untuk menentukan piksel dalam gambar yang telah dipengaruhi oleh *impulse noise*. Metode ini juga bekerja dengan baik pada *nonimpluse noise*.
- Citra Mammogram : Citra yang dihasilkan setelah proses pemeriksaan Mammografi.
- Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* : Proses perbaikan kontras pada citra dengan memberikan nilai batas pada histogram. Nilai batas ini disebut dengan clip limit yang menyatakan batas maksimum tinggi suatu histogram. Kemudian kontras yang melebihi batas akan didistribusikan keseluruh citra.
- Derau (*Noise*) : Gambar atau piksel yang mengganggu kualitas citra. Derau dapat disebabkan oleh gangguan fisis(optik) pada alat akuisisi maupun secara disengaja akibat proses pengolahan yang tidak sesuai.
- Mammografi : Salah satu cara pemeriksaan payudara dengan menggunakan sinar-X dosis rendah, yang dapat mendeteksi gejala kanker payudara sedini mungkin bahkan sebelum tumor mengalami pembesaran.
- Mean Square Error (MSE)* : Nilai error kuadrat rata-rata pada citra sebelum dilakukan perbaikan dan setelah dilakukan perbaikan citra.
- Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)* : Perbandingan antara nilai maksimum dari sinyal yang diukur dengan besarnya derau yang berpengaruh pada sinyal tersebut.

- Preprocessing* : Suatu proses untuk memperbaiki bagian-bagian yang diperlukan pada citra untuk proses selanjutnya.
- Region growing* : Teknik segmentasi dengan mengelompokkan beberapa piksel bertetangga yang memiliki karakteristik sama dalam hal intensitas piksel.
- Region of Interest* : Daerah yang dipilih sebagai daerah yang paling signifikan di dalam sebuah data yang akan diidentifikasi untuk tujuan tertentu

DAFTAR SINGKATAN

AMF	:	<i>Adaptive Median Filter</i>
CLAHE	:	<i>Contrast Limited Histogram Equalization</i>
MF	:	<i>Median Filter</i>
MSE	:	<i>Mean Square Error</i>
PSNR	:	<i>Peak Signal to Noise Ratio</i>
ROI	:	<i>Region of Interest</i>

Analisis Metode *Preprocessing* pada Citra Mammogram

Surahmat Laguni

NIM. 12651044

INTISARI

Citra mammogram merupakan citra hasil dari proses pemeriksaan sinar X yang disebut mammografi. Pemeriksaan mammografi dilakukan untuk mendeteksi kanker payudara. Hal ini memungkinkan seorang dokter dapat melihat kelainan pada pasien sedini mungkin. Masalah yang dihadapi adalah sangat miripnya antara kelainan dan bukan kelainan pada bagian citra mammogram karena tingkat kontras yang hampir sama. Oleh karena itu dibutuhkan tahapan *preprocessing* yang serius guna meningkatkan akurasi pendeteksian dan memperjelas bagian - bagian pada citra.

Tahapan *preprocessing* antara lain seleksi ROI kemudian citra dikonversi ke *grayscale*. Setelah proses *grayscale* dilakukan *filtering* menggunakan metode *Adaptive Median Filter*. Kemudian citra dimodifikasi kekontrasannya menggunakan metode CLAHE. Setelah proses perbaikan kontras, citra disegmentasi dengan menggunakan metode *Region Growing*.

Hasil dari analisa dan pengujian bahwa penerapan metode *preprocessing* ini memberikan hasil yang cukup baik. Ini dibuktikan dengan metode AMF nilai rata-rata PSNR 42,3092 dB dengan standar deviasi sebesar 1,98 dan nilai rata-rata MSE 4,1386 dengan standar deviasi 1,36. Sedangkan metode MF nilai rata-rata PSNR 38,8766 dB dengan standar deviasi sebesar 2,06 dan nilai rata-rata MSE 9,0918 dengan standar deviasi sebesar 3,08. Hasil dari perbaikan kontras dengan metode CLAHE menunjukkan hasil terbaik pada *clip limit* 2 dan *region size* 2 x 2 dilihat dari keutuhan fitur citra dan akurasi hasil segmentasi.

Kata Kunci : *Preprocessing* pada citra mammogram, *Contrast Limited Histogram Equalization*, *Adaptive Median Filter*, *Region growing*

Analysis of Preprocessing Method on Mammogram Images

Surahmat Laguni

NIM. 12651044

ABSTRACT

Mammogram image is an image result from an X-ray examination process called mammography. Mammographic examination is performed to detect breast cancer. This enables a doctor to see any abnormality in a patient as early as possible. The problem is the similarity between abnormalities and non-abnormalities in mammogram images due to nearly the same contrast level. Therefore, a serious preprocessing stage is required to improve the accuracy of detection and clarify parts of images.

Preprocessing stage includes ROI selection and image conversion to grayscale. After grayscaling, filtering is performed using Adaptive Median Filter method. Then, image contrast is modified using CLAHE method. After improving the contrast, an image is segmented using Region Growing method.

The results of analysis and test showed that the implementation of preprocessing method had adequate result. It's evidence in AMF method where the average value of PSNR is 42,3092 dB with standard deviation of 1,98 and the average value of MSE is 4,1386 with standard deviation of 1,36. While using MF method, the average value of PSNR is 9.0918 with standard deviation of 3,08. The result of improving contrast by CLAHE method showed the best result at clip limit 2 and region size 2 x 2 as evidenced by the completeness of image features and accuracy of segmentation result.

Keywords: Preprocessing on mammogram image, Contrast Limited Histogram Equalization, Adaptive Media Filter, Region growing

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mammografi merupakan salah satu cara pemeriksaan payudara dengan menggunakan sinar-X dosis rendah, yang dapat mendeteksi gejala kanker payudara sedini mungkin. Hasil dari pemeriksaan ini adalah citra mammogram yang digunakan seorang dokter atau radiolog untuk mendiagnosa seorang pasien.

Mammogram dapat berupa citra berbentuk film atau digital. Pada citra film, pendeteksian dilakukan oleh dokter atau radiolog secara manual, berdasarkan penglihatan. Dengan cara tersebut sangat mungkin terjadi kesalahan apabila citra kurang jelas atau tumor tidak kasat mata. Pada citra mammogram terdapat noise yang muncul ketika proses mammografi, kelainan yang samar karena tertutup bagian-bagian lain dikarenakan tingkat kontras yang rendah. Sehingga dokter yang kurang berpengalaman sangat kesulitan untuk mengenali kelainan yang mungkin ada.

Perkembangan ilmu pengolahan citra digital telah berpengaruh banyak dalam dunia medis. Dalam *preprocessing* citra digital mammogram, berbagai teknik pengolahan citra digital diterapkan untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Namun karakteristik dari citra mammogram memberikan kesulitan tersendiri, terutama pada tahap *preprocessing*.

Pendekatan mengenai *preprocessing* pada citra mammogram telah diimplementasikan pada penelitian sebelumnya, namun banyak di antara penelitian sebelumnya menggunakan citra digital mammogram bersumber dari

internet dan kurang memperhatikan setiap kelainan yang ada pada citra mammogram agar tetap utuh. Setelah menganalisa metode-metode yang digunakan pada penelitian sebelumnya, maka diusulkan metode yang diunggulkan dari penelitian terdahulu untuk diuji dengan citra mammogram yang lebih baik. Metode yang diajukan yaitu *Global Preprocessing* meliputi seleksi *Region of Interest* dan *Grayscale*, *Adaptive Median Filter* dan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* serta *Region Growing*.

Dalam penelitian ini juga akan dilakukan perbandingan dengan metode yang pernah digunakan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan metode yang diusulkan yaitu metode *Median Filter*, *Otsu Thresholding* dan *Watershed*. Pemilihan metode pembanding ini didasari oleh penggunaan metode pada penelitian terdahulu.

Diharapkan melalui penelitian ini dapat disimpulkan bagaimana kinerja dari metode yang diusulkan terhadap citra mammogram yang lebih baik dan bagaimana metode ini tidak akan kehilangan fitur penting yang ada.

1.2 Rumusan Masalah

Dari penelitian ini dapat diambil perumusan masalah, antara lain sebagai berikut:

1. Apakah tahapan-tahapan *preprocessing* yang diajukan cukup efektif untuk mempertahankan kualitas citra mammogram dan keutuhan fitur penting?
2. Apakah metode *region growing* yang diajukan memberikan hasil segmentasi yang lebih baik dari metode *otsu* dan *watershed* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui seberapa efektif tahapan-tahapan *preprocessing* yang diajukan berdasarkan kualitas citra dan keutuhan fitur penting.
2. Mengetahui hasil segmentasi dengan metode *region growing* yang diajukan jika dibandingkan dengan metode *otsu* dan *watershed*.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Penggunaan metode lain akan dilakukan hanya ketika dalam masa penelitian membutuhkan metode tambahan.
2. Tidak akan melakukan pendalaman pada metode yang tidak diajukan pada penelitian ini.
3. Parameter pengujian ditentukan berdasarkan pada hasil setiap proses dan dipilih oleh peneliti.
4. Pengujian dilakukan pada citra mammogram yang bersumber dari Klinik Onkologi Kota Baru Yogyakarta.
5. Citra yang diolah adalah citra digital mammogram yang telah ditandai oleh Radiolog sebagai kelainan.
6. Jumlah citra mammogram yang diuji yaitu 107 citra.

1.5 Keaslian Penelitian

Penelitian mengenai *preprocessing* pada citra mammogram sejauh pengetahuan penulis sudah pernah dilakukan sebelumnya. Tetapi perbedaanya terdapat pada metode yang digunakan, data citra mammogram dan cara mengolah citra yang berbeda. Selain itu penelitian ini lebih berfokus pada implementasi dan kinerja metode *preprocessing*.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan penelitian tugas akhir ini disusun secara sistematis dibagi dalam beberapa bab. Penyusunan laporan tugas ini memiliki urutan, yang dimulai dari BAB I sampai BAB V.

BAB I. PENDAHULUAN

Bagian ini menerangkan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, keaslian penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Bagian ini berisikan teori-teori penunjang penelitian. Terdiri atas teori pengolahan citra *digital*, *filtering* dan segmentasi serta pembahasan singkat tentang *tools* yang digunakan. Pada bab ini juga dicantumkan beberapa penelitian yang pernah dilakukan.

BAB III. METODE PENELITIAN

Bagian ini berisi tentang uraian rinci tentang alat dan bahan penelitian. Selain itu juga memberikan penjelasan mengenai

langkah-langkah yang dilalui untuk mencapai tujuan dan simpulan akhir penelitian.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memuat hasil penelitian dan pembahasan yang sifatnya terpadu dan tidak dipecah menjadi sub bab tersendiri.

BAB V. PENUTUP

Bagian ini berisi kesimpulan dan saran-saran untuk perbaikan.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan kegiatan yang telah dilaksanakan dalam penelitian ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, diantaranya:

1. Alur proses yang diajukan dan metode *preprocessing* yang digunakan pada penelitian ini, telah memberikan hasil yang cukup baik. Hal ini dibuktikan dengan hasil dari proses *filtering* menggunakan metode *Adaptive Median Filter* dapat menghasilkan kualitas citra yang lebih baik jika dibandingkan dengan metode *Median Filter*. Citra hasil *filtering* dengan metode AMF menghasilkan nilai rata-rata PSNR 42,3092 dB dengan standar deviasi sebesar 1,98 dan nilai rata-rata MSE 4,1386 dengan standar deviasi 1,36. Pada metode MF didapatkan nilai rata-rata PSNR 38,8766 dB dengan standar deviasi sebesar 2,06 dan nilai rata-rata MSE 9,0918 dengan standar deviasi sebesar 3,08.
2. Proses perbaikan kontras dengan metode CLAHE, hasil terbaik yaitu pada nilai *clip limit* 2 dan *window size / region size* 2x2. Hasil ini menurut penilaian peneliti berdasarkan tingkat kekontrasan yang tidak menghilangkan fitur penting dan dapat meningkatkan hasil segmentasi.
3. Hasil segmentasi dengan metode *region growing* yang diusulkan menunjukkan hasil yang lebih baik dalam mempertahankan fitur penting pada citra jika dibandingkan dengan metode *otsu* dan metode *watershed*.

Metode ini dapat memperbaiki kelemahan pada metode yang *otsu* dan *watershed* yaitu proses segmentasi tanpa merusak fitur penting.

5.2 Saran

Dalam penelitian mengenai *preprocessing* ini tidak terlepas dari beberapa kekurangan. Oleh karena itu, penulis menyarankan beberapa hal, antara lain:

1. Pengecekan histogram pada citra mammogram untuk menentukan nilai *clip limit* yang terbaik sehingga parameter pada CLAHE dapat lebih dinamis
2. Untuk meningkatkan hasil segmentasi, diharapkan pada penelitian selanjutnya dilakukan percobaan dengan metode lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadiqbal. 2014. *salamilmu*,
<https://salamilmu.wordpress.com/2014/07/02/segmentasi-citra-biner-menggunakan-algoritma-connected-component-labeling/>
 (diakses tanggal 17 April 2016)
- Cahyan, Pramuda Akariusta., dkk. 2013. *Segmentasi Citra Digital dengan Menggunakan Algoritma Watershed dan Lowpass Filter Sebagai Proses Awal*. Kota Malang Jawa Timur:Jurusan Teknik Elektro, Universitas Brawijaya Kota Malang Jawa Timur.
- Darma, Putra. 2004. *Binerisasi Citra Tangan dengan Metode Otsu*.Bali: Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana Bali.
- Dongan. 2010. *Kanker Kolorektal*,
<https://dongants.wordpress.com/2010/09/02/kanker-kolorektal/>
 (diakses tanggal 17 November 2015)
- Handayani, Lestari., dkk. 2014. *Segmentasi Mamografi Kanker Payudara Dengan Algoritma Expectation Maximization Segmentation (Em-Segmentation)*. Pekanbaru: Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim.

Kanditami, Freyssenita P., dkk. 2014. *Analisis Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (Clahe) Dan Region Growing Dalam Deteksi Gejala Kanker Payudara Pada Citra Mammogram*. Bandung: Telkom University.

Kurnianto, D. 2013. *Empat Tipe Dasar Citra Digital*,
<https://catatanpeneliti.wordpress.com/2013/06/04/empat-tipe-dasar-citra-digital/>
(diakses tanggal 17 November 2015)

Listia, Refta., dkk. 2014. *Klasifikasi Massa pada Citra Mammogram Berdasarkan Gray Level Cooccurrence Matrix (GLCM)*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

Listiyani, Eva., 2013. *Implementasi Adaptive Median Filter Sebagai Reduksi Noise Pada Citra Digital*. Surabaya: Sekolah Tinggi Manajemen Informatika & Teknik Komputer Surabaya.

Male, Ghazali Moenandar., dkk. 2012. *Analisa Kualitas Citra Pada Steganografi Untuk Aplikasi E-Government*. Surabaya: Program Studi MMT-ITS.

Maitra, I.K., dkk. 2011. *Technique for preprocessing of digital mammogram*. West Bengal, India: University of Calcutta.

Marshall, D. 1997. *Region Growing*,

https://www.cs.cf.ac.uk/Dave/Vision_lecture/node35.html

(diakses tanggal 17 April 2016)

Mirzaalian, H., dkk. 2007. *Pre-processing Algorithms on Digital Mammograms*.

Iran: Shahid Beheshti University.

Munir, R. 2004. *Pengolahan Citra Digital*. Bandung: Penerbit Informatika

Bandung.

Nampira, Yusti F. 2012. *Aplikasi Deteksi Mikrokalsifikasi Dan Klasifikasi Citra*

Mammogram Berbasis Tekstur Sebagai Pendukung Diagnosis Kanker Payudara. Depok: Universitas Gunadarma.

Raynaldi, Ryan. 2013. *Deteksi Wajah Manusia Menggunakan Metode*

Haarcascade Classifier. Jawa Timur: Universitas Pembangunan Nasional "Veteran".

Sholihin, R.A. 2013. *Implementasi Median Filter dan Metode Histogram*

Equalization Dalam Perbaikan Citra, Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Sridianti. 2016. *Sridianti.com*,

<http://www.sridianti.com/pengertian-standar-deviasi.html>

(diakses tanggal 15 Mei 2016)

Weinstein Imaging Associates. 2004. *Mammography*,

<http://weinsteinimaging.com/page.php?pg=Mammography>

(diakses tanggal 17 November 2015)

LAMPIRAN

A. Source Code Program

Class *AdaptiveMedian.cs*

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Drawing;
using Emgu.CV;
using Emgu.Util;
using Emgu.CV.Cuda;
using Emgu.CV.Structure;
using Emgu.CV.UI;
using Emgu.CV.Util;

namespace preprocessing
{
    class AdaptiveMedian
    {
        private int Z_min = 0;
        private int Z_max = 0;
        private int Z_med = 0;
        private int Z_xy = 0;
        private const int S_max = 5;
        private const int S_min = 3;
        private const int S_border = S_max/2;
        int[,] pixelarray;
        List<int> listpixel;
        Image<Gray, byte> adapMedian;
```

```

public AdaptiveMedian(Image<Gray, byte> img)
{
    this.adapMedian = img;
}

public Image<Gray, byte> medianfilter()
{
    int newpix;
    pixelarray = new int[adapMedian.Height, adapMedian.Width];
    for (int y = 0; y < adapMedian.Width; y++)
    {
        for (int x = 0; x < adapMedian.Height; x++)
        {
            pixelarray[x, y] = adapMedian.Data[x, y, 0];
        }
    }

    for (int m = S_border; m < adapMedian.Width - S_border; m++)
    {
        for (int n = S_border; n < adapMedian.Height - S_border; n++)
        {
            newpix = layerA(S_min, n, m);
            adapMedian.Data[n, m, 0] = (byte)newpix;
        }
    }

    return adapMedian;
}

public int layerA(int size, int x, int y)
{
    Z_xy = pixelarray[x, y];
    int border = size / 2;
    int total = size * size;

```



```

listpixel = new List<int>();
for (int i = x - border; i <= x + border; i++)
{
    for (int j = y - border; j <= y + border; j++)
    {
        listpixel.Add(pixelarray[i, j]);
    }
}
listpixel.Sort();
Z_max = listpixel.Max();
Z_med = median(listpixel);
Z_min = listpixel.Min();
int A1 = Z_med - Z_min;
int A2 = Z_med - Z_max;
if ((A1 > 0) && (A2 < 0))
    return LayerB();
else
    size += 2;
if (size <= S_max)
    return layerA(size, x, y);
else
    return Z_xy;
}
private int LayerB()
{
    int B1 = Z_xy - Z_min;
    int B2 = Z_xy - Z_max;
    if (B1 > 0 && B2 < 0)
        return Z_xy;
    else
        return Z_med;
}

```

```

    }
    private int median(List<int> filter)
    {
        int size = filter.Count;
        int mid = size / 2;
        int median = (size % 2 != 0) ? filter[mid] : (filter[mid] + filter[mid - 1])
/ 2;
        return median;
    }
}
}

```

Class Form1.cs

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Drawing.Drawing2D;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using System.Diagnostics;
using Emgu.CV;
using Emgu.Util;
using Emgu.CV.Cuda;
using Emgu.CV.Structure;
using Emgu.CV.UI;
using Emgu.CV.Util;

```

```

namespace preprocessing
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        public Form1()
        {
            InitializeComponent();

            RegionForm RF;
            Adaptive ADV;
            CLAHE CLH;
            Stopwatch watch, watch_total;
            string file;
            AdaptiveMedian AdapMed;
            RegionGrowing RegGrow;
            Image<Gray, byte> Original_Image;
            Image<Gray, byte> Adaptive_median_Image;
            Image<Gray, byte> Clahe_Image;
            Image<Gray, byte> Region_Growing_Image;

            private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
            {
                file = "";
                openFileDialog1.ShowDialog();
                file = openFileDialog1.FileName;
                if (file != "" || file != null)
                {
                    Original_Image = new Image<Gray, byte>(file);
                    imageBox1.Image = new Image<Gray, byte>(file);
                    preprocessing(Original_Image);
                }
            }
        }
    }
}

```

```

    }
}

private void preprocessing(Image<Gray, byte> original)
{
    watch_total = new Stopwatch();
    watch_total.Start();

    watch = new Stopwatch();
    watch.Start();

    //3x adaptive median
    adaptive_MEDIAN(original);
    adaptive_MEDIAN(original);
    Adaptive_median_Image = adaptive_MEDIAN(original);

    watch.Stop();
    label1.Text = "Adaptive Median : " + watch.Elapsed.ToString();
    Clahe_Image = Adaptive_median_Image.Copy();
    watch = new Stopwatch();
    watch.Start();
    clahe(Clahe_Image);
    watch.Stop();
    label3.Text = "CLAHE : " + watch.Elapsed.ToString();

    watch.Start();
    Region_Growing_Image = Clahe_Image.Copy();
    RegionGrowing(Region_Growing_Image);
    watch.Stop();
    label4.Text = "Region Growing : " + watch.Elapsed.ToString();
}

```

```

        watch_total.Stop();
        label5.Text = "Total : " + (watch_total.Elapsed).ToString();

    }

    private int median(List<int> filter)
    {
        int size = filter.Count;
        int mid = size / 2;
        int median = (size % 2 != 0) ? filter[mid] : (filter[mid] + filter[mid -
1]) / 2;
        return median;
    }

    void clahe(Image<Gray, byte> img)
    {
        Image<Gray, byte> newimg;
        newimg = img;
        CvInvoke.CLAHE(img, 2, new Size(2, 2), newimg);
        this.Clahe_Image = newimg;
    }

    Image<Gray, byte> RegionGrowing(Image<Gray, byte> img)
    {
        RegGrow = new RegionGrowing(img);
        return RegGrow.get_Region();
        // RegGrow.get_reg();
        //Region_Growing_Image = new Image<Gray, byte>
        (RegGrow.getRegion());
        //return Region_Growing_Image;
    }

```

```
Image<Gray, byte> adaptive_MEDIAN(Image<Gray, byte> img)
{
    AdapMed = new AdaptiveMedian(img);
    return AdapMed.medianfilter();
}
```

```
private void button4_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (RF != null)
        RF.Dispose();

    RF = new RegionForm();
    if (Original_Image != null)
    {
        RF.tampil(Region_Growing_Image);
        RF.Show();
    }
}
```

```
private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (ADV != null)
        ADV.Dispose();
```

```
    ADV = new Adaptive();
    if (Adaptive_median_Image != null)
    {
        ADV.tampil(Adaptive_median_Image);
        ADV.Show();
    }
```

```
}
```

```
private void button3_Click(object sender, EventArgs e)
```

```
{
```

```
    if (CLH != null)
```

```
        CLH.Dispose();
```

```
    CLH = new CLAHE();
```

```
    if (Clahe_Image != null)
```

```
    {
```

```
        CLH.tampil(Clahe_Image);
```

```
        CLH.Show();
```

```
    }
```

```
}
```

```
Image<Gray, byte> rb(Image<Gray, byte> img, double min)
```

```
{
```

```
    return img.ThresholdBinary(new Gray(min), new Gray(255));
```

```
}
```

```
private void button5_Click(object sender, EventArgs e)
```

```
{
```

```
    Image<Gray, byte> img, img2;
```

```
    openFileDialog1.ShowDialog();
```

```
    img= new Image<Gray,byte>(openFileDialog1.FileName);
```

```
    img2=rb(img, 10);
```

```
    img2._Erode(10);
```

```
    for (int y = 0; y < img2.Width; y++)
```

```
    {
```

```
        for (int x = 0; x < img2.Height; x++)
```

```
        {
```

```

        if (img2.Data[x,y,0] == 0)
        {
            img.Data[x, y, 0] = 0;
        }
    }
}
imageBox1.Image = img;
}

private void button6_Click(object sender, EventArgs e)
{
    Image<Gray, byte> img,img1,img2;
    openFileDialog1.ShowDialog();
    img = new Image<Gray, byte>(openFileDialog1.FileName);

    img1=img.SmoothMedian(3);
    img2 = img1.SmoothBlur(3,3);
    img2.Laplace(3);

    imageBox1.Image = img2;
}

private void button7_Click(object sender, EventArgs e)
{
    Image<Gray, byte> img, img1;
    openFileDialog1.ShowDialog();
    img = new Image<Gray, byte>(openFileDialog1.FileName);
    img1 = img;
    CvInvoke.CLAHE(img, 0.01, new Size(8, 8), img1);
    imageBox1.Image = img1;
}

```



```

    }
}

```

Class *RegionGrowing.cs*

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Drawing;
using System.Drawing.Imaging;
using Emgu.CV;
using Emgu.Util;
using Emgu.CV.Cuda;
using Emgu.CV.Structure;
using Emgu.CV.UI;
using Emgu.CV.Util;

namespace preprocessing
{
    class RegionGrowing
    {
        Bitmap EditImage;
        byte minq;
        byte maxq;
        List<int> listpixel;
        Image<Gray, byte> tempImage;

        public RegionGrowing(Image<Gray, byte> bitmap)
        {
            tempImage = bitmap;

```

```
listpixel = new List<int>();
```

```
this.EditImage = bitmap.ToBitmap();
for (int y = 0; y < tempImage.Width; y++)
{
    for (int x = 0; x < tempImage.Height; x++)
    {
        listpixel.Add(tempImage.Data[x,y,0]);
    }
}
listpixel.Sort();
```

```
minq = (byte)listpixel.Average();
maxq = (byte)listpixel.Max();
```

```

}
/*
private int median(List<int> filter)
{
    int size = filter.Count;
    int mid = size / 2;
    int median = (size % 2 != 0) ? filter[mid] : (filter[mid] + filter[mid -
1]) / 2;
    return median;
}
*/
public Image<Gray, byte> get_Region()
{

```

```

        for (int y = 0; y < tempImage.Width; y++)
        {
            for (int x = 0; x < tempImage.Height; x++)
            {

if (tempImage.Data[x, y, 0] < minq || tempImage.Data[x, y, 0] > maxq)
            {
                tempImage.Data[x, y, 0] = 0;
            }
        }
    }
    return this.tempImage;
}

public void get_reg()
{

    BitmapData bmData = this.EditImage.LockBits(new Rectangle(0,
0, EditImage.Width, EditImage.Height), ImageLockMode.ReadWrite,
PixelFormat.Format32bppArgb);

    int stride = bmData.Stride;
    System.IntPtr Scan0 = bmData.Scan0;
    int bitsPerPixels = stride / EditImage.Width;

    int[,] arraynilai = new int[EditImage.Width + 1, EditImage.Height + 1];

    unsafe
    {
        byte* pos;
        byte* scan0 = (byte*)(bmData.Scan0.ToPointer());

```

```

for (int j = 0; j < bmData.Height; j++)
{
    pos = (byte*)(scan0 + stride * j);

    for (int i = 0; i < bmData.Width; i++)
    {
        *pos = (byte)(255 - *pos);
        if ((pos[i] < maxq && pos[i] > minq))
        {
            arraynilai[i, j] = 2;
        }
        else
        {
            arraynilai[i, j] = 0;
        }
        pos += bitsPerPixel;
    }
}

for (int j = 1; j < bmData.Height; j++)
{
    pos = scan0 + stride * j;
    for (int i = 1; i < bmData.Width; i++)
    {
        *pos = (byte)(255 - *pos);
        int rc1 = arraynilai[i - 1, j - 1];
        int rc2 = arraynilai[i, j - 1];
        int rc3 = arraynilai[i + 1, j - 1];
        int rc4 = arraynilai[i + 1, j];
    }
}

```

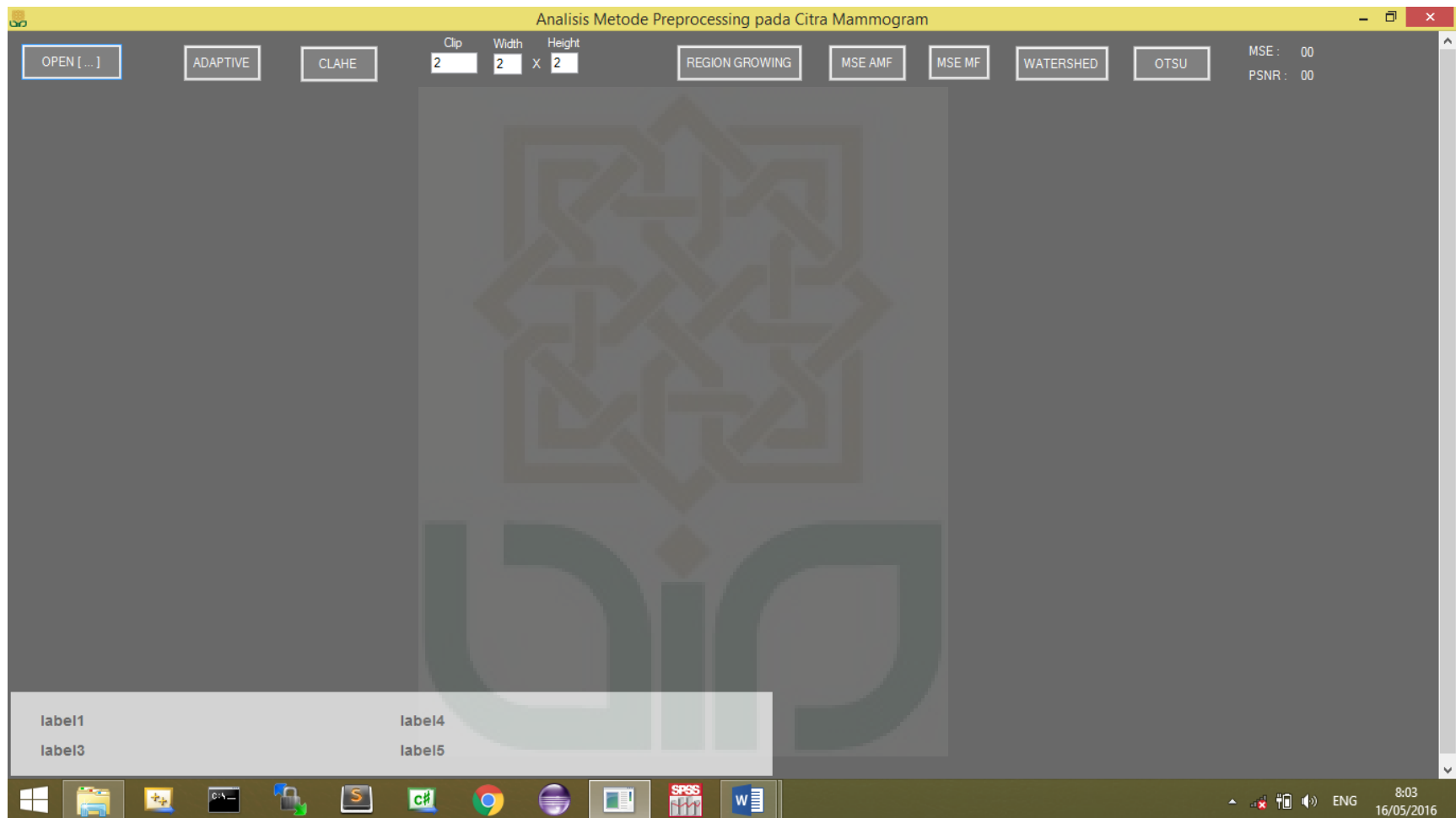
```

        int rc5 = arraynilai[i + 1, j + 1];
        int rc6 = arraynilai[i, j + 1];
        int rc7 = arraynilai[i - 1, j + 1];
        int rc8 = arraynilai[i - 1, j];
        int tot = rc1 + rc2 + rc3 + rc4 + rc5 + rc6 + rc7 + rc8;
        if (tot < 8 && tot > 0)
        {
            pos[i] = pos[i + 1] = pos[i + 2] = 255;
        }
        pos += bitsPerPixels;
    }
}

EditImage.UnlockBits(bmData);
}

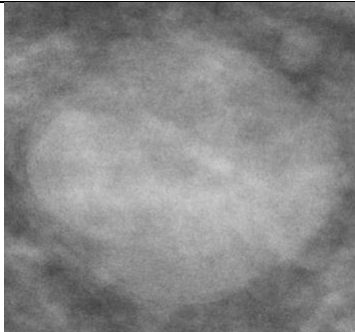
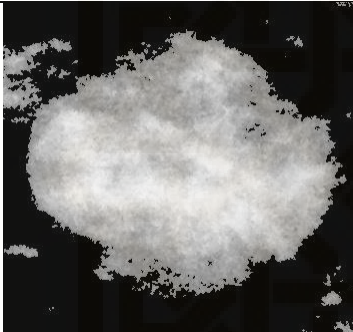

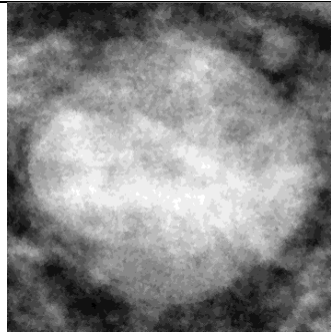
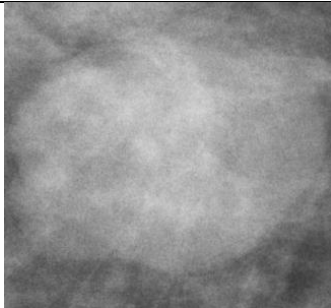
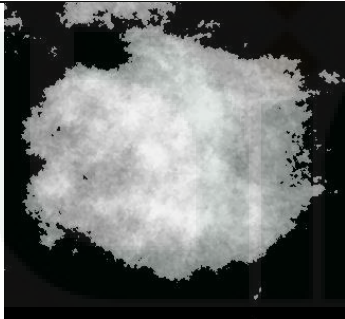
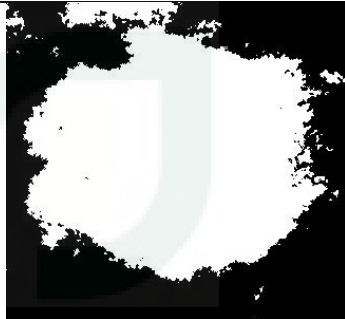
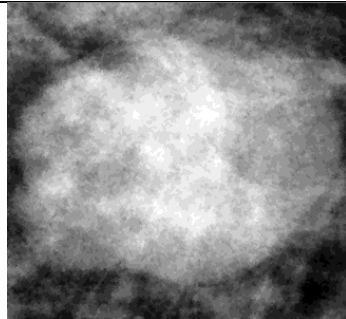
public Bitmap getRegion()
{
    return this.EditImage;
}
}
}

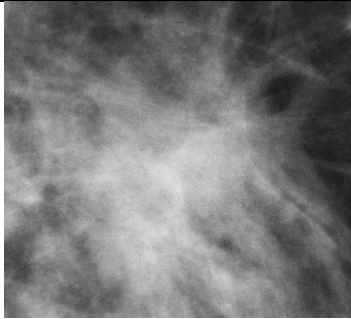
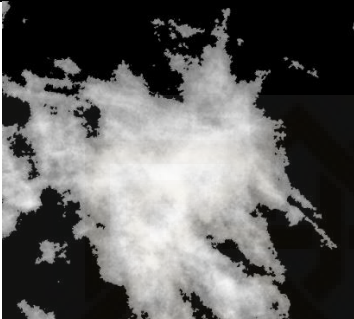

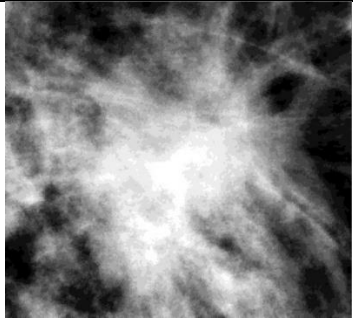
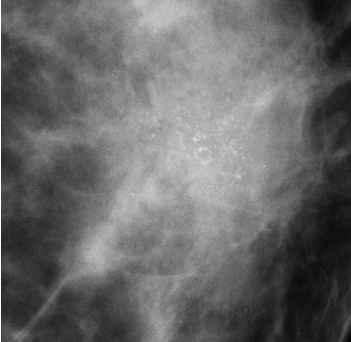



```

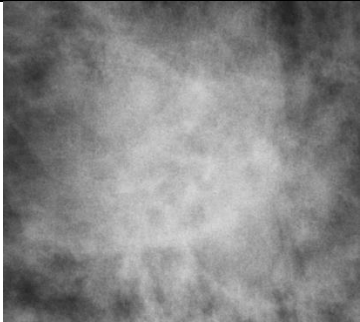
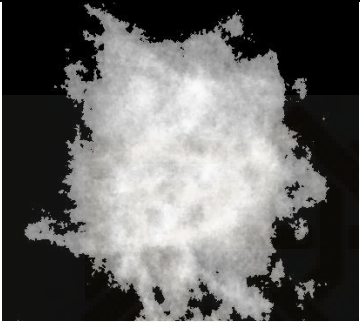

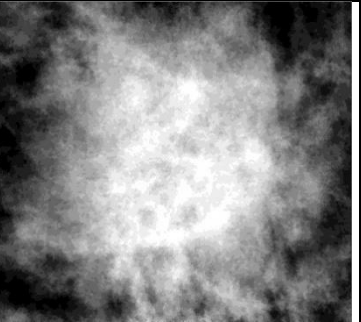
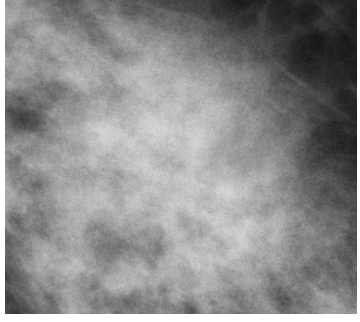
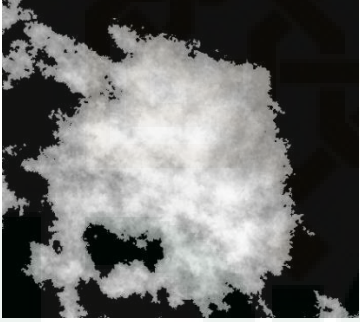




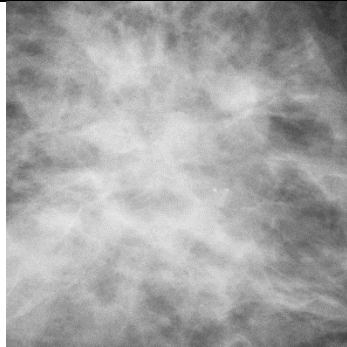


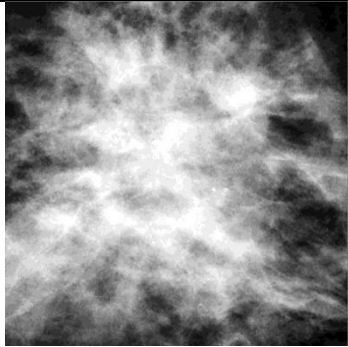

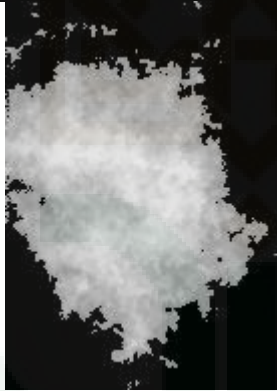
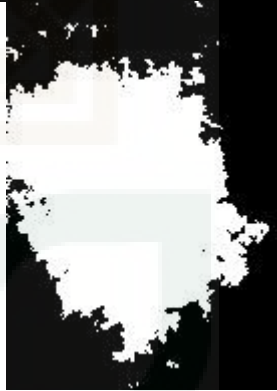

Gambar 5.1 : Tampilan Aplikasi

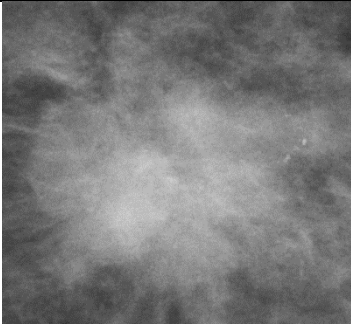


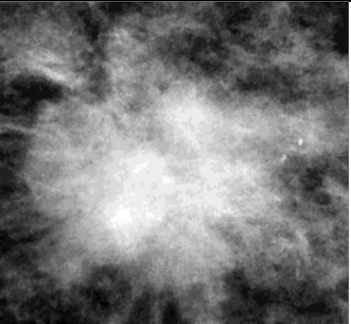
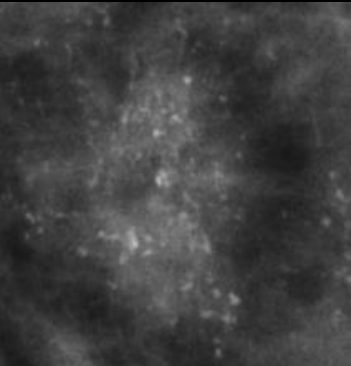
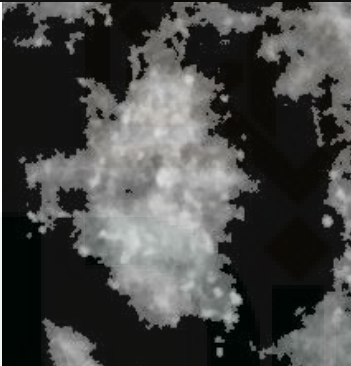

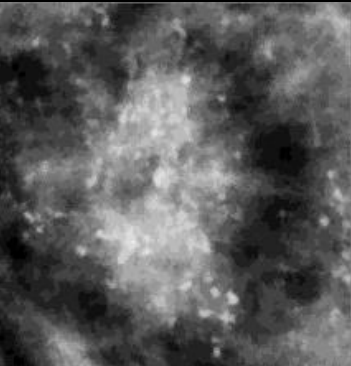
Tabel 5.1 : Perbandingan hasil segmentasi metode yang diajukan

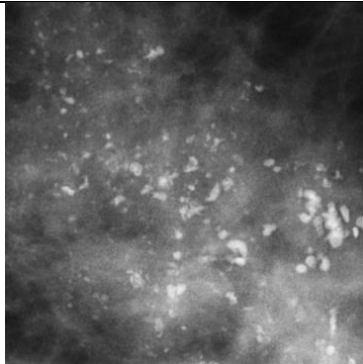
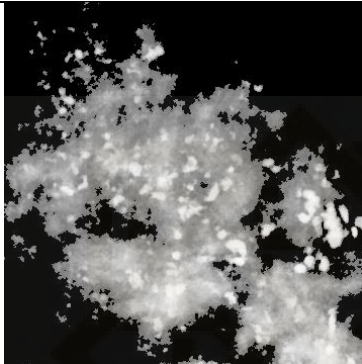

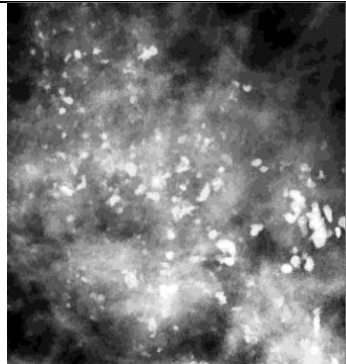
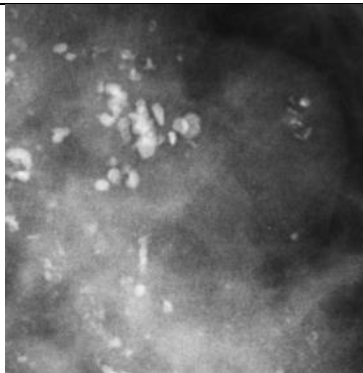
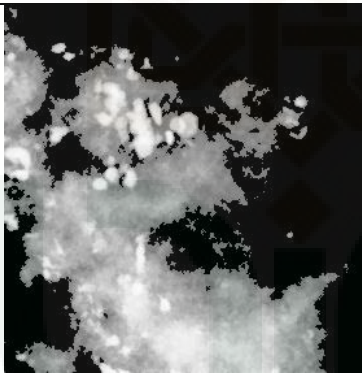

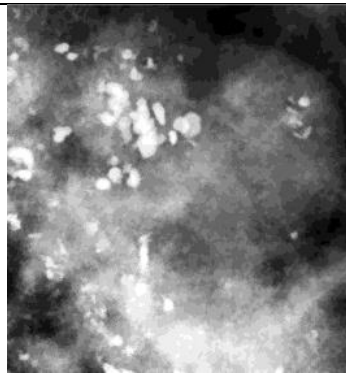
No	Menurut Ahli	Metode Yang Diusulkan	Otsu	Watersheed
1	 2_1.bmp			
2	 3_1.bmp			

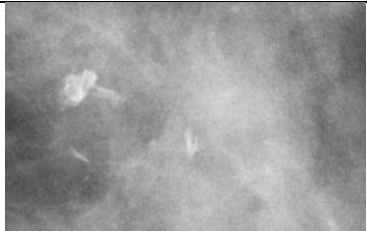
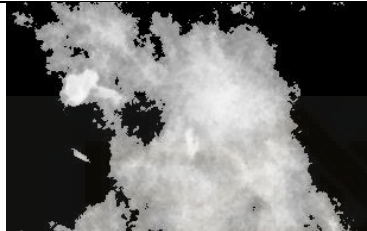

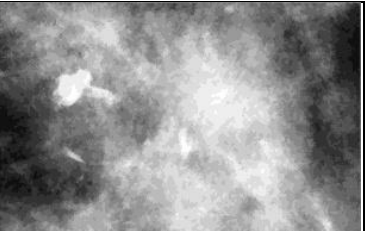
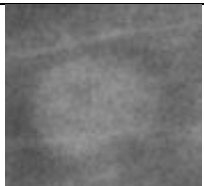
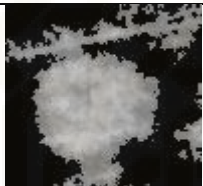

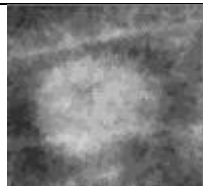
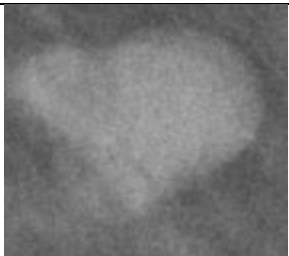
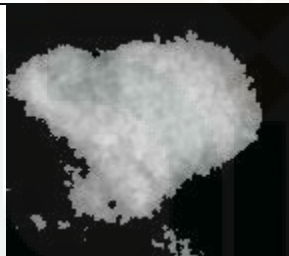

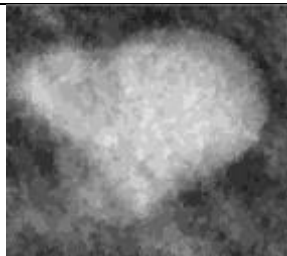
3	 5_1.bmp			
4	 6_1.bmp			

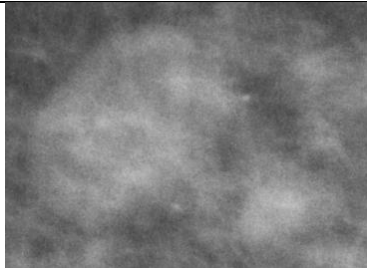
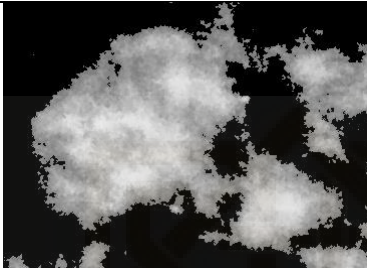

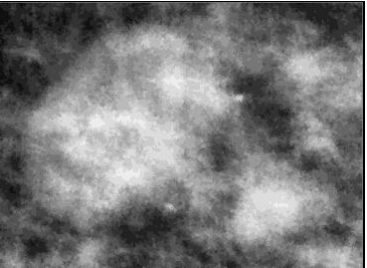
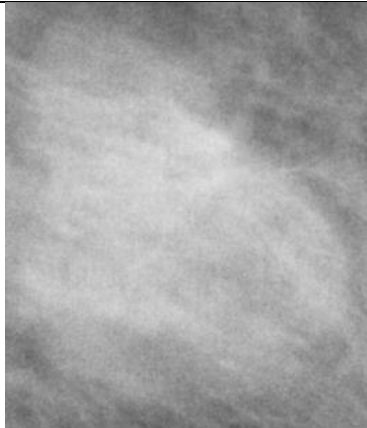


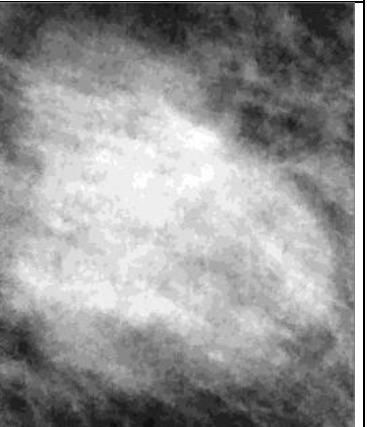
5	 8_2.bmp			
6	 9_1.bmp			


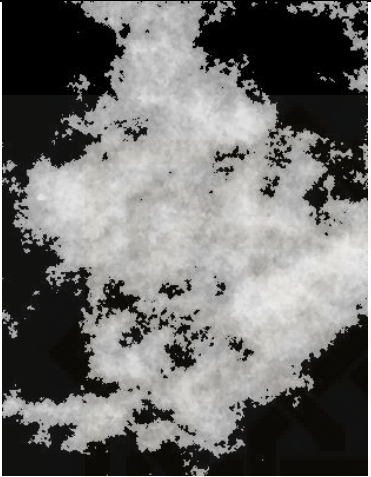
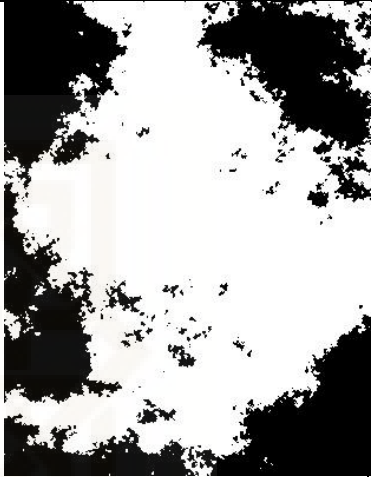





7	 10_1.bmp			
8	 11_3.bmp			

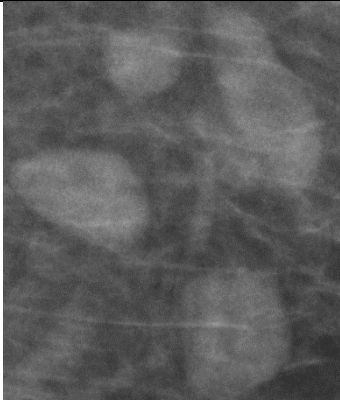
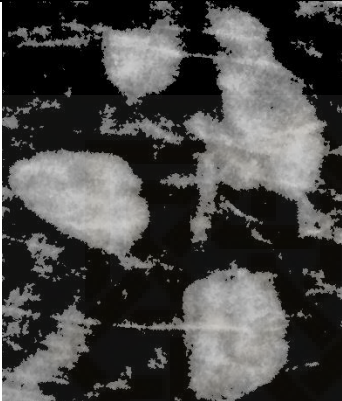

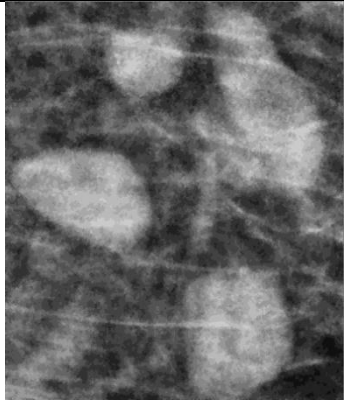
9	 12_1.bmp			
10	 15_1.bmp			

11	 15_2.bmp			
12	 15_3.bmp			

13	 17_1.bmpv			
14	 20_4.bmp			
15	 23_1.bmp			

16	 28_2.bmp			
17	 30_2.bmp			

18	 <p>95_1.bmp</p>			
19	 <p>96_1.bmp</p>			

20				
	97_3.bmp			