

PENERAPAN FILTER GABOR UNTUK ANALISIS TEKSTUR CITRA MAMMOGRAM

Lussiana ETP¹, Suryarini Widodo², Di Ajeng Pambayun³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma

Jl. Margonda Raya No. 100 Pondok Cina Depok 16424

Telp. (021) 78881112 ext 214

E-mail : ussie@staff.gunadarma.ac.id, srini@staff.gunadarma.ac.id, adjhenkz_mix@yahoo.com

ABSTRAK

Mammography merupakan kegiatan pemeriksaan yang telah banyak dilakukan melalui teknik radiologi seperti foto sinar-X untuk memperoleh gambaran jaringan payudara (citra mammogram). Adanya kelainan pada jaringan dapat diketahui dengan pemeriksaan lebih lanjut menggunakan proses analisis tertentu. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis tekstur terhadap citra mammogram dengan menggunakan filter Gabor. Hasil penelitian menyatakan bahwa output tekstur yang tampak sangat dipengaruhi oleh besarnya nilai parameter frekuensi serta derajat orientasi citra. Semakin rendah nilai frekuensi yang diberikan, maka hasil pengujianpun akan terlihat semakin terang dan blur. Begitupula sebaliknya, semakin tinggi nilai frekuensi, maka citrapun akan sulit didefinisi karena tingkat terang citra sangat terbatas. Oleh sebab itu, nilai frekuensi pada skala pertengahan ($f = 0.176$) dianggap paling sesuai untuk melakukan analisis tekstur. Selain frekuensi, parameter orientasi juga mampu memperlihatkan suatu kecenderungan tekstur yang tinggi pada arah tertentu. Dari tampilan tekstur berarah inilah wilayah yang dicurigai adanya kelainan pada jaringan payudara dapat lebih mudah terdeteksi

Kata Kunci: Filter Gabor, Analisis Tekstur, Citra Mammogram

1. PENDAHULUAN

Pengolahan citra saat ini telah banyak diaplikasikan di berbagai bidang termasuk bidang kedokteran. Proses pengolahan citra pada bidang kedokteran ini digunakan sebagai alat bantu dalam mendiagnosis suatu penyakit ataupun deteksi kelainan yang terdapat pada anatomi tubuh manusia. Citra medis tersebut dapat dihasilkan dari berbagai macam peralatan canggih, seperti *Ultra Sound Graphic* (USG), MRI, *CT-Scan*, dan *Diagnostic Mammography*.

Kanker payudara merupakan penyebab utama kematian di kalangan perempuan. Saat ini mammografi sinar-X adalah metode yang paling banyak digunakan untuk skrining dan deteksi dini kanker payudara. Deteksi dini yang dilakukan pada mamografi sinar-X adalah kunci untuk meningkatkan prognosis kanker payudara. Cluster kecil dari kalsifikasi mikro muncul sebagai koleksi dari bintik-bintik putih kecil pada mammogram menunjukkan peringatan awal kanker payudara

Pencegahan utama tampaknya tidak mungkin karena penyebab penyakit ini masih tetap tidak diketahui. Perbaikan teknik diagnostik dini sangat penting untuk kualitas hidup perempuan. Dalam rangka meningkatkan kinerja diagnostik ahli radiologi, beberapa skema komputer-aided diagnosis (CAD) telah dikembangkan untuk meningkatkan deteksi utama dari penyakit ini antara lain: massa dan kalsifikasi mikro. Massa adalah lesi yang digambarkan dengan bentuk, batas dan sifat

padatnya. Sebuah neoplasma jinak adalah terlihat dengan batas yang jelas sedangkan keganasan ditandai dengan batas yang tak jelas dan semakin tak jelas seiring dengan bertambahnya waktu. Sedikit perbedaan X-ray antara massa dan jaringan kelenjar jinak, keduanya tampak dengan kontras rendah dan sangat kabur.

Analisis tekstur adalah menjadikan pola variasi lokal intensitas yang berulang sebagai pembeda, manakala pola variasi tersebut terlalu kecil bila dibandingkan dengan obyek yang diamati dalam resolusi yang dipakai. Tekstur merupakan property penting yang mencirikan sifat dari permukaan citra. Analisis terhadap tekstur telah terbukti menjadi alat yang penting terhadap segmentasi citra. Tekstur mempunyai properti: pengulangan, directionality dan kompleksitas [texture seg]. Fakta ini sangat penting jika ingin merancang metodologi untuk segmentasi tekstur. Terdapat banyak metode dalam melakukan segmentasi tekstur dan teknik ekstraksi fitur antara lain adalah filter Gabor, DoG (*Difference of Gaussian*), LoG (*Laplacian of Gaussian*) dan Gaussian.

Diantara berbagai alternatif tersebut, penggunaan filter Gabor merupakan aplikasi yang paling sesuai untuk pengenalan tekstur (Daugman, 1985). Karena filter ini mampu mensimulasikan karakteristik sistem visual manusia dalam mengisolasi frekuensi dan orientasi citra. Sehingga wilayah yang dicurigai terdapatnya kelainan pada anatomi manusia dapat lebih mudah terdeteksi melalui hasil analisis tekstur yang tampak. Oleh karena itu, pada makalah ini

Penulis membahas analisis tekstur lebih khusus pada citra *mammogram* menggunakan metode filter Gabor.

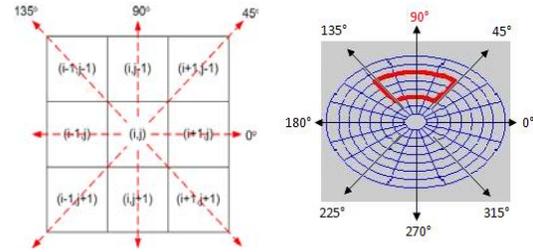
Dubey et all menggunakan metode level set untuk melakukan segmentasi massa pada citra *mammogram*. Metode ini menggunakan filter Gaussian untuk menghaluskan citra dan mengurangi derau. Namun, metode ini membutuhkan penentuan kurva awal dan hanya dapat memberikan hasil yang baik jika kurva ditempatkan secara simetris dekat dengan batas objek. Hasil studi eksperimental menunjukkan bahwa skema ini dapat memberikan ekstraksi kontur untuk struktur massa. Dalam *mammogram* massa diasumsikan daerah khas yang relatif lebih terang dari latar belakang sekitarnya, sementara otot-otot dada tampaknya lebih cerah. Algoritma ini cocok untuk citra grey scale. Preprocessing citra sangat penting dilakukan karena citra masih mengandung noise. Algoritma yang dikembangkan Dubey et all bekerja baik karena dapat menunjukkan dengan tepat batas pertumbuhan jaringan abnormal atau lesi sehingga dapat membuat diagnosis yang lebih akurat. Namun kompleksitas algoritma ini masih tinggi.

Basha et all, dalam penelitiannya tentang citra mamografi menggunakan operator morfologi dan Fuzzy C - Means untuk segmentasi massa pada tumor. Segmentasi bisa membedakan massa dan kalsifikasi mikro dari latar belakang jaringan menggunakan operator morfologi dan Fuzzy C - Means (FCM). Dari citra *mammogram*, diketahui bahwa piksel daerah tumor cenderung memiliki nilai digital maksimum. Berdasarkan informasi ini, maka operator morfologi digunakan seperti dilation dan erosion untuk mendeteksi kemungkinan cluster yang mengandung massa [Basha, Xu]. Citra fitur ini kemudian diekstraksi untuk menghapus cluster yang termasuk latar belakang atau jaringan normal. Algoritma segmentasi ini dapat berfungsi sebagai pengklasifikasi yang baik dan dapat mengelompokkan data kelas terpisah menurut karakteristiknya.

Setiap filter citra dapat menggunakan salah satu nilai parameter frekuensi dan orientasi yang tersedia dalam aplikasi. Batasan untuk nilai frekuensi tersebut adalah ($power = 0,1,2,3, 4,5,6$), sedangkan derajat orientasinya adalah ($n = 0^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 135^\circ, 150^\circ, 180^\circ$, dan 225°).

2. ANALISIS TEKSTUR DENGAN FILTER GABOR

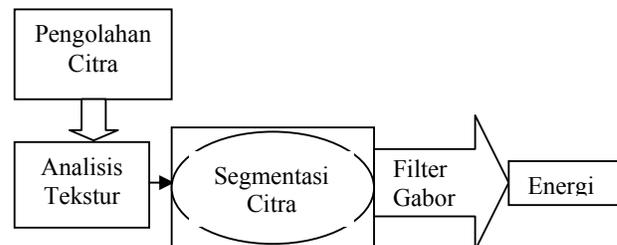
Filter Gabor dikembangkan untuk mensimulasikan kemampuan visual manusia dalam mengamati tekstur benda. Gabor filter diperoleh dengan memodulasi gelombang sinus dengan fungsi Gaussian pada frekuensi dan orientasi tertentu



Gambar 1 (a) Hubungan ketetanggaan antar piksel sebagai fungsi orientasi dan jarak spasial; (b) Ilustrasi ekstraksi ciri statistik untuk orientasi 90°

Frekuensi pada citra menunjukkan pemberian noise yang tingkatannya bergantung pada nilai skala frekuensi (*power*). Dari perhitungan frekuensi dapat dinyatakan bahwa semakin besar skala yang diberikan, maka nilai frekuensi akan semakin kecil. Dan semakin kecil nilai frekuensi yang terkandung, maka tingkatan noise yang ditujukan pada citra akan semakin besar. Sehingga proses analisa tekstur terhadap citrapun akan sulit dilakukan dengan adanya tingkat *blur* yang terlalu tinggi. Sedangkan fungsi orientasi dapat dinyatakan sebagai proses pengambilan citra yang tergantung dari titik pusat citra terhadap nilai sudut angular yang digunakannya. Gambar 3.1 diatas menggambarkan bahwa fungsi orientasi dapat mempengaruhi hubungan ketetanggaan antar piksel. Bila sudut angular yang digunakan adalah 90° , maka proses penyinaran dan penampakan citra akan dilakukan dari titik pusat menghadap sudut 90° (sisi atas citra). Sehingga hasil citra yang diambil dari sudut yang berbeda akan menghasilkan bentuk dan tekstur yang berbeda juga. Oleh sebab itu, proses penentuan nilai derajat orientasi ini menjadi bagian yang sangat penting agar bisa mendapatkan hasil tekstur yang tampak seperti tekstur citra yang sebenarnya.

Gambaran umum analisis tekstur citra *mammogram* dengan filter gabor adalah :

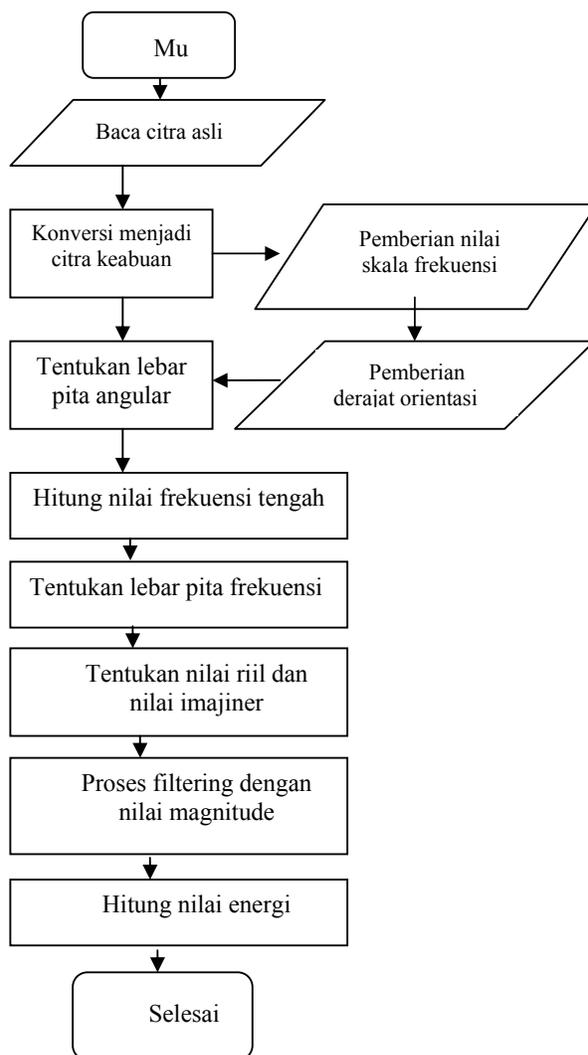


Gambar 2. Gambaran umum analisis tekstur citra *mammogram*

Dari gambaran umum di atas, proses pengolahan citra yang akan dilakukan menggunakan jenis citra *mammogram*. Sebelumnya citra tersebut didapat dari hasil proses *diagnostic mammography* yang diolah menjadi gambar menggunakan pemindai *scanner*. Kemudian dilakukan analisis tekstur terhadap citra tersebut menggunakan proses segmentasi citra berupa pemisahan daerah satu dengan daerah lainnya.

Segmentasi yang diterapkan pada penulisan ini menggunakan metode filter Gabor dengan memproses dua nilai parameter masukannya, yaitu frekuensi dan derajat orientasi citra. Setelah proses filter selesai dilakukan, terakhir adalah mencari nilai energi citra dengan menggunakan perhitungan fungsi energi.

Diagram alur dari program aplikasi untuk menganalisa tekstur dengan filter gabor yang dibuat penulis adalah :



Gambar 3. Diagram alur analisis tekstur dengan filter Gabor

Langkah awal untuk analisa tekstur dengan filter gabor adalah melakukan pembacaan terhadap citra *mammogram*. Citra asli yang digunakan dalam pada pengujian adalah berupa 4 buah *mammogram* yang berekstensi *.jpg. Kemudian citra ini dikonversi menjadi citra keabu-abuan.

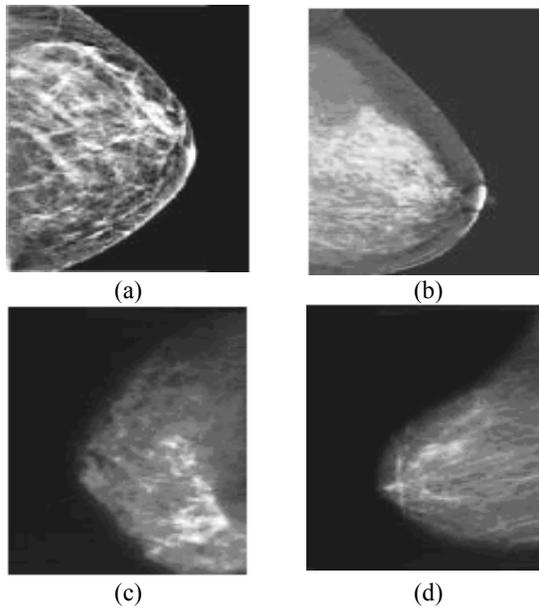
Proses berikutnya adalah menentukan nilai masukkan bagi skala frekuensi dan orientasi. Untuk pengujian diberikan batasan nilai untuk masing-masing parameter tersebut. Untuk frekuensi, nilai skala yang disediakan berada diantara 0 sampai dengan 6. Nilai orientasi ini selanjutnya akan dikalikan dengan $(0.1667 \cdot \pi)$ berupa sudut 30° sebagai konstanta jangkauan angular filter yang akan digunakan. Konstanta ini berperan untuk mendapatkan komponen angular (σ_y) . Pilihan orientasi yang digunakan adalah $0^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 135^\circ, 150^\circ, 180^\circ,$ dan 225° . Setelah mengetahui sudut orientasi citra, selanjutnya adalah mencari nilai tengah parameter frekuensi dengan membagi akar 2 dengan hasil pangkat bilangan 2 terhadap nilai skala frekuensi. Kemudian, konstanta lebar pita frekuensi yang digunakan adalah sebesar 1 oktaf. Konstanta ini berperan untuk mendapatkan komponen frekuensi spasial (σ_x) . Dari komponen frekuensi spasial dan angular yang ada, dapat diketahui besar respon impuls filter Gabor dua dimensi.

Nilai respon impuls yang dikalikan dengan fungsi trigonometri *cos* akan menghasilkan nilai riil *image*. Sedangkan respon impuls yang dikalikan dengan *sin* akan menghasilkan nilai imajiner *image*. Proses konversi menjadi tipe double antara kedua nilai *image* tersebut akan menghasilkan keluaran berupa matriks ciri.

Selanjutnya adalah proses segmentasi citra tekstur dengan metode filter Gabor. Hasil konversi digunakan untuk mendapatkan nilai magnitude sebagai inti dari proses filter Gabor. Nilai magnitude yang memanfaatkan besar frekuensi serta orientasi citra. Setelah mendapatkan ciri Gabor maka tahap yang akan dilakukan selanjutnya adalah ekstraksi ciri. Salah satu ciri yang dapat dipilih adalah ciri energi. Untuk mengetahui nilai energi terhadap citra *mammogram* yang telah difilter dapat diperoleh dengan melakukan proses perhitungan fungsi energi.

3. HASIL PENGUJIAN

Dalam kegiatan uji coba yang telah dilakukan, diperlukan sejumlah citra masukkan yang selanjutnya akan diproses menggunakan metode filter Gabor. Data yang digunakan adalah data *mammogram* yang diambil dari beberapa sumber sebanyak empat buah, sebagai data penelitian awal. Masukkan yang digunakan sebagai bahan uji coba pada paper ini adalah 4 buah citra *mammogram* seperti yang dapat dilihat pada gambar 4 berikut ini :



Gambar 4 Data citra mammogram

Dari beberapa citra di atas, kemudian dilakukan analisa terhadap tekstur yang tampak menggunakan metode filter Gabor. Hasil dari analisa nantinya, diharapkan kita dapat mengetahui perolehan nilai skala frekuensi serta derajat orientasi yang dianggap dominan untuk mendeteksi keberadaan wilayah yang dicurigai sebagai kelainan dalam jaringan payudara.

Proses uji coba tersebut bergantung atas nilai skala frekuensi dan derajat orientasi yang diberikan. Untuk setiap citra masukkan akan dilakukan 2 cara proses pengujian. Pertama, pengujian citra dilakukan dengan nilai parameter frekuensi yang konstan, namun derajat orientasinya yang berubah-ubah. Untuk mencari derajat orientasi manakah yang paling dominan untuk menghasilkan tekstur yang tampak paling jelas diantara tekstur lainnya. dicari derajat orientasi manakah yang paling dominan untuk menghasilkan tekstur yang tampak paling jelas diantara tekstur lainnya. Sedangkan pengujian kedua dilakukan sebaliknya, dimana parameter untuk derajat orientasi bernilai konstan namun frekuensi nya yang berubah-ubah.

Tabel 1 Pengujian Citra 1 dengan Skala Frekuensi 1 dan 2

Skala frekuensi = 1 Nilai frekuensi = 0.707			Skala frekuensi = 2 Nilai frekuensi = 0.353		
θ	Energi	Hasil	θ	Energi	Hasil
45°	0.0019 0421		45°	0.0070 9777	
135°	0.0028 2774		135°	0.010 3752	

Tabel 2 Pengujian Citra 1 dengan Skala Frekuensi 3 dan 4

Skala frekuensi = 3 Nilai frekuensi = 0.176			Skala frekuensi = 4 Nilai frekuensi = 0.353		
θ	Energi	Hasil	θ	Energi	Hasil
45°	0.014 0884		45°	0.089 957	
135°	0.028 6549		135°	0.0773	

Tabel 3 Pengujian Citra 1 dengan Skala Frekuensi 5, dan 6

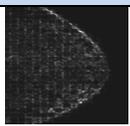
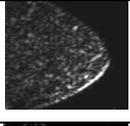
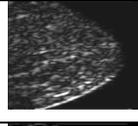
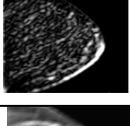
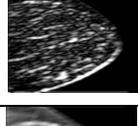
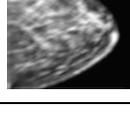
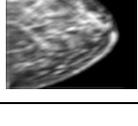
Skala frekuensi = 5 Nilai frekuensi = 0.044			Skala frekuensi = 6 Nilai frekuensi = 0.022		
θ	Energi	Hasil	θ	Energi	Hasil
45°	0.089 6299		45°	0.089 7323	
135°	0.0886 087		135°	0.0899 627	

Berdasarkan tabel 1, 2 dan 3 dapat diketahui bahwa semakin tinggi skala frekuensi yang digunakan maka nilai frekuensi tersebut akan semakin rendah. Hal ini dikarenakan nilai frekuensi berbanding terbalik dengan skala frekuensi yang diberikan. Semakin tinggi skala frekuensi, maka hasil pengujian untuk citra 1 pun akan terlihat semakin terang. Bahkan pada skala 4, 5, dan 6 hasil citra terlihat semakin *blur* dan menyebabkan tekstur sulit untuk diidentifikasi. Dengan begitu skala yang paling baik digunakan untuk menganalisa citra berada pada skala frekuensi antara 1 hingga 3, atau dengan kata lain pada nilai frekuensi 0.707, 0.353, dan 0.176.

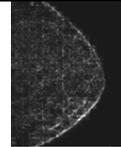
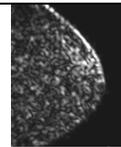
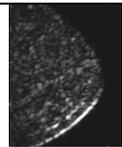
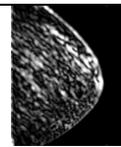
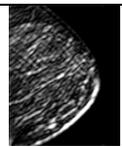
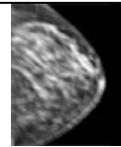
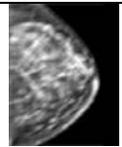
Dari frekuensi tersebut kemudian dilakukan analisis terhadap posisi derajat orientasi citra. Menurut tabel 4, *output* yang dihasilkan oleh derajat orientasi 0° dan 30° masih kurang bisa terlihat jelas bentuk teksturnya. Sedangkan *output* pada orientasi 45° dan 135° dapat semakin jelas terlihat. Dari analisis kedua orientasi dominan ini, akan didapat tekstur yang lebih mudah diidentifikasi berada pada derajat orientasi ke 135°. Hal ini membuktikan bahwa dari keseluruhan konstanta frekuensi citra 1, posisi identifikasi yang dianggap dapat menampilkan bentuk tekstur paling jelas dibanding tekstur lainnya berada pada derajat orientasi 135°.

Pengujian selanjutnya untuk citra 1 dilakukan dengan menggunakan derajat orientasi yang konstan. Dari setiap konstanta orientasi tersebut akan dicari nilai frekuensi manakah yang paling dominan untuk menghasilkan tekstur yang tampak paling jelas diantara tekstur lainnya. Berikut adalah tabel pengujiannya :

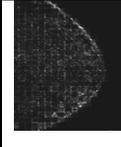
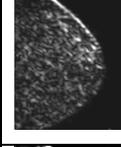
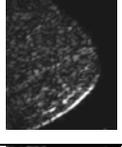
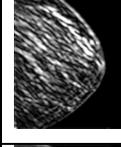
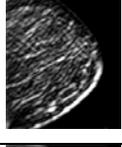
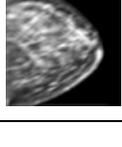
Tabel 4. Pengujian Citra 1 dengan Derajat Orientasi 30° dan 60°

f	Derajat Orientasi $\theta = 30^\circ$		Derajat Orientasi $\theta = 60^\circ$	
	Energi	Hasil	Energi	Hasil
	0.707	0.0074 0644		0.0076 6013
0.353	0.0072 0324		0.010 1188	
0.176	0.014 0884		0.018 6312	
0.088	0.083 33		0.088 1804	

Tabel 5. Pengujian Citra 1 dengan Derajat Orientasi 150° dan 45°

	Derajat Orientasi $\theta = 150^\circ$		Derajat Orientasi $\theta = 45^\circ$	
	Energi	Hasil	Energi	Hasil
	0.707	0.0019 0421		0.0028 2774
0.353	0.0070 9777		0.010 3752	
0.176	0.020 9376		0.028 6549	
0.088	0.089 957		0.0773	

Tabel 6. Pengujian Citra 1 dengan Derajat Orientasi 135° dan 225°

	Derajat Orientasi $\theta = 135^\circ$		Derajat Orientasi $\theta = 225^\circ$	
	Energi	Hasil	Energi	Hasil
	0.707	0.0028 2774		0.0019 0419
0.353	0.010 3752		0.0071 0291	
0.176	0.028 6549		0.020 9419	
0.088	0.0773		0.089 951	

Dari tabel 4, 5 dan tabel 6 dapat diketahui bahwa hasil pengujian untuk citra 1 dengan menggunakan derajat orientasi konstan akan menghasilkan *output* tekstur yang lebih mudah diidentifikasi dibanding tekstur lainnya pada frekuensi 0.176. Untuk frekuensi yang berada dibawahnya yaitu 0.088, tekstur sulit diidentifikasi karena tingkat kecerahan citra sangat tinggi, sehingga citra akan terlihat semakin *blur*.

Sedangkan untuk nilai frekuensi yang lebih besar, yaitu 0.707 dan 0.353 hasil *output* tidak bisa terlihat jelas karena tingkat terang citra masih sangat rendah. Dengan demikian, dari keseluruhan konstanta orientasi citra 1, nilai frekuensi yang dianggap dapat menampilkan bentuk tekstur paling jelas dibanding tekstur lainnya berada pada frekuensi 0.176.

4. KESIMPULAN

Ekstraksi masih secara global, sehingga perlu proses segmentasi sebelum dilakukan ekstraksi untuk keperluan analisis lokal.

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa agar proses ekstraksi tekstur dapat menghasilkan bentuk tekstur citra yang mudah diidentifikasi, sangat bergantung pada pemberian nilai parameter frekuensi serta derajat orientasi.

Berdasarkan analisis, kedua parameter tersebut masing-masing memiliki kelebihan untuk meningkatkan kualitas citra yang dihasilkan. Semakin rendah nilai frekuensi yang diberikan, maka hasil pengujian pun terlihat semakin terang dan *blur*. Begitupula sebaliknya, semakin tinggi nilai frekuensi, maka citra pun menjadi sulit didefinisi karena tingkat terang citra sangat terbatas. Oleh karena itu, nilai frekuensi pada skala pertengahan ($f = 0.176$) dianggap paling sesuai untuk melakukan analisis tekstur. Pada tingkat kecerahan inilah proses *filtering* mampu menghasilkan citra dengan tampilan tekstur yang mudah didefinisi.

Selain frekuensi, parameter orientasi juga merupakan bagian yang cukup penting untuk memperlihatkan kecenderungan tingginya tekstur pada arah tertentu. Dari tampilan tekstur berarah inilah wilayah yang dicurigai adanya kelainan pada jaringan payudara lebih mudah terdeteksi. Dengan kemampuannya mengisolasi frekuensi dan orientasi tertentu dari citra, maka filter Gabor dapat dianggap sebagai metode yang tepat dalam proses ekstraksi tekstur khususnya bagi citra *mammogram*.

PUSTAKA

- Away, Gunaidi Abdia. *The Shortcut of Matlab Programming*. Informatika, Bandung, 2010.
- Chen, Wei-Ming., et all, "Gabor Filter Aided 3D Ultra-Sonography Diagnosis System with WLAN Transmission Consideration", Journal

- of Universal Computer Science, vol. 16, no. 10), 1327-1342, 2010.
- Khaled Hammouda, Ed Jernigan, "Texture Segmentation Using Gabor Filters", Journal of Theoretical and Applied Information Technology, *University of Waterloo Ontario Canada*, 2009.
- Levesque, Vincent. *Texture Segmentation Using Gabor Filters*. Center For Intelligent Machines, McGill University, 2000.
- Lim, Resmana and M.J.T, Reinder. "Facial Landmark detection using a Gabor Filter Representation and a Genetic Search Algorithm". Proceeding of ASCI 2000 conference, Lommel Belgium, 2000.
- Nguyen, Nha, et all., "GaborLocal : Peak Detection In Mass Spectrum By Gabor Filters And Gaussian Local Maxima", 2006.
- R. B. Dubey, M. Hanmandlu dan S. K. Gupta, "Level set detected masses in digital mammograms", Indian Journal of Science and Technology Vol. 3 No.1, Jan 2010.
- S.Saheb Basha, K.Satya Prasad, "Automatic Detection Of Breast Cancer Mass In Mammograms using Morphological Operators And Fuzzy C-Means Clustering", Journal of Theoretical and Applied Information technology, Jawaharlal Nehru Technological University, Kakinada, (A.P)- India, 2009.
- Yan Xu and Toshihiro Nishimura, "Segmentation of Breast Lesions in Ultrasound Images Using Spatial Fuzzy Clustering and Structure Tensors", World Academy of Science, Engineering and Technology 53, 2009.
- <http://well.blogs.nytimes.com/2008/04/10/mammograms-new-and-old/>
- <http://www.hastingsimagingcenter.com/digital-mammography-hastings-imaging-center-nebraska.html>
- http://www.breastcancer.org/pictures/diagnosis/mammogram/picture_2.jsp
- <http://www.all-cancer-treatments.com/mammogram-and-other-imaging-tests>