

APLIKASI ADAPTIF WAVELETE ENHANCEMENT UNTUK PERBAIKAN KUALITAS GAMBAR MAMMOGRAM

Heru Wahyu Herwanto

Abstrak: Resiko kanker payudara pada wanita dapat dikurangi dengan deteksi dini menggunakan mamografi. Permasalahannya adalah kualitas gambar mamogram sangat rendah. Untuk memudahkan analisis, gambar mamogram perlu di tingkatkan kualitasnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja *adaptif wavelet enhancement* dalam memperbaiki kualitas gambar mamogram. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melihat nilai entrophy, standart deviasi, peningkatan kontras gambar, serta waktu eksekusi. Sebagai metode pembanding akan digunakan metode *adaptif histogram equalization*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *adaptif wavelet enhancement* menghasilkan kualitas gambar output yang lebih baik, tetapi dengan waktu proses eksekusi keseluruhan program 1,82869 detik lebih lama dibandingkan dengan *adaptif histogram equalization*.

Kata kunci : *adaptif wavelet enhancement*, kanker payudara, *masses*, *texture energy*.

Kanker payudara merupakan salah satu kanker berbahaya pada wanita. Pada saat ini kanker ini semakin banyak dijumpai disamping kanker kulit. Pada penelitian tahun 1994-1996 di Ireland ditemukan ada 2.389 kasus pertahun. Dimana 2.368 terjadi pada wanita dengan 975 meninggal dan 21 kasus pada pria dengan 6 meninggal (Gupta & Un-dril,1998). Di United Kindom ditemukan 26.000 kasus baru yang terdiagnosa setiap tahun (Sameer & Reem, 2000). Bahkan di Amerika sebuah ba-dan American Cancer Society mengestimasi 211.240 didiagnosa terdapat kanker payudara pada tahun 2005 (American Cancer Societies, 2006). Diantara kasus tersebut terdapat 40.410 wanita meninggal.

Mamografi adalah pemeriksaan payudara dengan alat rontgen khusus yang menggunakan sinar X dosis rendah. Mamografi dilakukan untuk mengevaluasi adanya masa lain pada payudara. Kelainan yang dapat dideteksi dengan mamogrfi adalah: klasifikasi, distorsi bentuk, massa, dan perubahan densitas yang tidak normal (Ristanto & Wiwien, 2003). Pendeteksian akan lebih efektif jika dilakukan pada

tahap awal sebelum kanker mengganas.

Diagnosa gambar mamogram merupakan tahap langkah awal untuk mendeteksi keberadaan kanker payudara. Diagnosa ini dilakukan oleh radiolog. Radiolog akan menguji keberadaan kanker dengan menganalisa tanda-tanda mencurigakan pada payudara yang berupa adanya massa dan tanda-tanda tidak langsung dari kanker seperti keberadaan *microcalcification* dan ketebalan kulit. Ketidaknormalan yang ada menentukan tindakan medis selanjutnya.

Keakuratan diagnosa dapat ditingkatkan bila kualitas gambar lebih baik. Kualitas gambar dapat ditingkatkan dengan dengan teknik pengolahan citra. Deteksi massa mencurigakan pada mamogram dengan komputer dapat dikelompokkan menjadi dua tahap. Tahap pertama adalah tahap peningkatan mutu gambar dan pendeteksian daerah yang dicurigai. Tahap kedua adalah tahap penentuan apakah daerah yang dicurigai tersebut sebagai kanker atau bukan (Mehul, 2005).

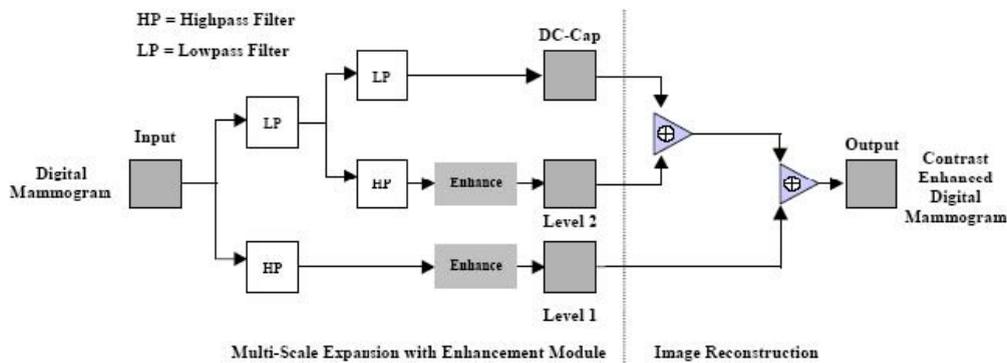
Proses perbaikan mutu gambar mamogram perlu dilakukan dengan cermat. Hal ini dikarenakan pada mamogram

beda antara gambar dan noise sangat tipis. Penguatan intensitas secara menyeluruh akan mengakibatkan noise ikut dikuatkan. Sebaliknya jika dilakukan denoising maka informasi yang penting akan ikut hilang bersama noise.

Brown (2000) dalam artikelnya menyatakan bahwa noise dalam gambar dapat direduksi dengan menggunakan *wavelet enhancement*. Dalam artikel tersebut brown mengatakan bahwa keberadaan noise dapat dideteksi dengan menganalisa komponen wavelet dan

mengkorelasikan antara komponen wavelet pada level yang berbeda.

Proses *enhancement* dengan wavelet terbagi dalam tiga tahap. Tahap pertama adalah mengaplikasikan transformasi wavelet terhadap gambar. Kedua, proses penguatan gambar detail dengan berbagai cara dan yang terakhir adalah melakukan inverse transformasi wavelet (Laine dkk, 2000). Proses *enhancement* dengan wavelet seperti dalam Gambar 1 di bawah ini.



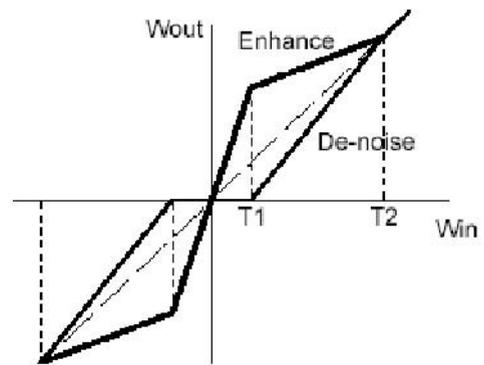
Gambar 1. Proses Enhancement gambar dengan wavelet

Indikasi adanya noise dalam gambar dapat dideteksi tidak hanya menggunakan komponen wavelet saja, akan tetapi menggunakan karakteristik komponen wavelet yang lain yang dapat digunakan untuk mengindikasikan munculnya noise. Karakteristik lain tersebut adalah derajat tingkat korelasi antara komponen wavelet pada posisi spasial yang sama dan pada level resolusi yang berurutan (Brown, 2000).

Metode diatas menerapkan korelasi antara bidang wavelet untuk mengestimasi masing masing komponen wavelet. Kedekatan dengan noise mempunyai nilai antara 0 dan 1. Nilai ini beserta penguatan wavelet, selanjutnya digunakan untuk menghitung penguatan akhir.

Dua buah threshold T1 dan T2 serta Upper dan lower evidence threshold E1 dan E2 merupakan parameter parameter

dari metode ini. Nilai dari evidence threshold adalah 0.75 untuk E1 dan 0.9 untuk E2. (Brown,2000). Fungsi perbaikan gambar dengan strategi adaptif ditun-



Gambar 2. Fungsi Perbaikan dengan Adaptif Strategi

Setiap komponen detail gambar dari wavelet dihitung korelasinya dengan komponen detail gambar pada level diatasnya.

Jika satu set detail gambar pada level n , dan level di atasnya ($n+1$), korelasi antara ke dua set detail gambar tersebut adalah sebagai berikut (Brown,2000):

$$\text{Corrn} = W_n + W_{n+1}$$

Nilai korelasi set tersebut selanjutnya dinormalisasi (skala) dengan total power corelasi (Pcorr) dan total power pada set komponen detail wavelet (Pw);

$$\begin{aligned} \text{Pcorr} &= (\text{Corrn} * \text{Corrn}) \\ \text{Pw} &= (W_n * W_n) \end{aligned}$$

Penjumlahan tersebut diterapkan pada semua set detail gambar. Nilai korelasi selanjutnya diskalakan (normalisasi) dengan menerapkan Pcorr dan Pw sehingga diperoleh rumus sebagai berikut:

$$\text{Corr2n} = \text{Corrn} + (\text{Pw} / \text{Pcorr})$$

Nilai minimum dari korelasi yang telah di normalisasi dapat ditentukan sebagai berikut :

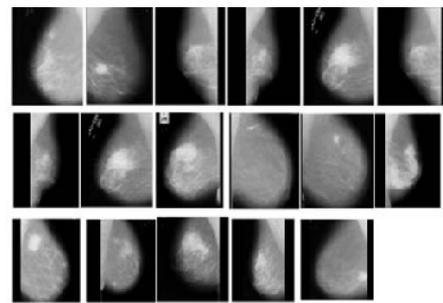
$$\text{Corr2min} = \text{minimum} \{|\text{Corr2n}|\}$$

Nilai evident of noise selanjutnya dapat ditentukan dengan memanfaatkan Pcorr, Pw, Corr2n dan Corr2min. Apabila nilai absolut Corr2n sama dengan Corr2min maka berarti keberadaan noise nyata dan di beri nilai 1. Jika nilai absolute Corr2n lebih dari atau sama dengan absolut W_n maka keberadaan noise tidak nyata dan nilai evident di set 0. Sedangkan jika bukan kedua kondisi tersebut maka keberadaan noise ditentukan dengan menghitung selisih absolute W_n dengan absolut Corr2n di bagi selisih absolute W_n dengan Corr2min.

$$\begin{aligned} &\text{If}(\text{abs}(\text{Corr2n}) \geq \text{abs}(W_n)) \\ &\quad E = 0; \\ &\text{Else if}(\text{abs}(\text{Corr2n}) == \text{Corr2min}) \\ &\quad E = 1; \\ &\text{Else} \\ &\quad E = (\text{abs}(W_n) - \text{abs}(\text{Corr2n})) / (\text{abs}(W_n) - \text{Corr2min}) \end{aligned}$$

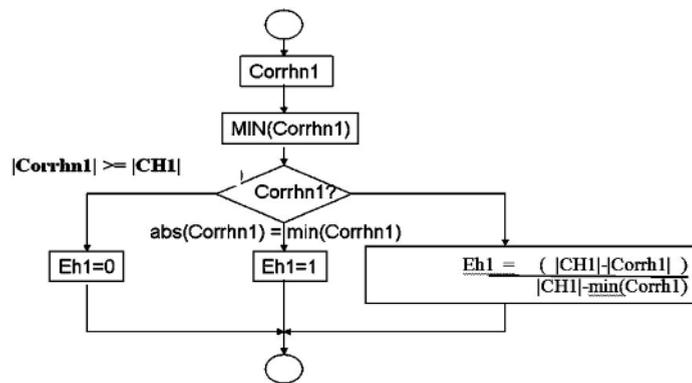
METODE

Secara garis besar metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) dekomposisi gambar menjadi detail-detail gambar menggunakan transformasi wavelet keluarga daubeches02 sampai level 4 tanpa *down sampling*, (2) mencari korelasi, Power korelasi dan normalisasi antar level wavelet pada setiap detail gambar, (3) menentukan keberadaan *noise* pada tiap pixel pada detail gambar, (4) menentukan penguatan tiap pixel dalam detail gambar, (5) melakukan *inverse wavelet transform* terhadap detail gambar yang telah dikuatkan menjadi gambar baru, dan (6) melakukan pengukuran standart deviasi, con-tras dan waktu eksekusi.



Gambar 3. Input Mamogram

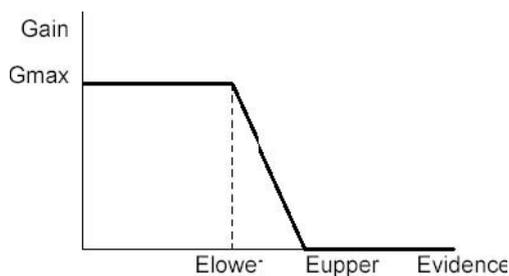
Gambar input diperoleh dari database *Mammographic Image Analysis Society* (MIAS) seperti dalam Gambar 3 (<http://peipa.essex.ac.uk/ipa/pic/mias>). Penguatan detail gambar menggunakan skenario sebagai berikut: (1) detail gambar level 3 penguatan dilakukan menggunakan *single soft thresholding*, dan (2) detail gambar level 2 dan 1 dilakukan penguatan berdasarkan nilai evident of noise. Dengan penguatan maksimum 20 dan minimum 0. Korelasi dilakukan terhadap gambar detail yang meliputi detail vertikal, horisontal, dan detail diagonal terhadap level-level dibawahnya. Korelasi dilakukan dengan perkalian langsung pixel yang bersesuaian antara detail suatu level dengan satu level dibawahnya.



Gambar 4. Penghitungan evident of noise detail horizontal level 1

Evident of noise berfungsi untuk menghitung keberadaan noise pada tiap pixel data detail gambar. Keberadaan noise diketahui dari data korelasi detail-detail gambar. Semakin kecil nilai korelasi semakin besar keberadaan noisanya. Diagram alir perhitungan keberadaan noise untuk detail horizontal level 1 ditunjukkan dalam Gambar 4. Keberadaan noise dihitung pada setiap detail gambar. Sehingga diperoleh data evident of noise pada semua detail gambar yang terdiri dari **Eh1, Eh2, Eh3, Ev1, Ev2, Ev3, Ed1, Ed2 dan Ed3**.

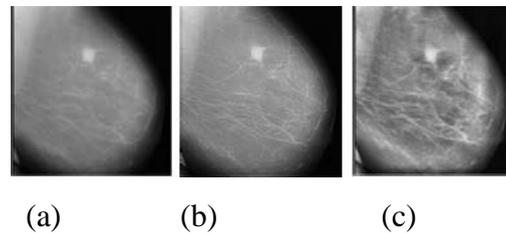
Penguatan detail gambar didasarkan pada nilai evident of noise. Jika evident of noise dibawah nilai Elower maka penguatan maksimum diberikan. Jika nilai evident of noise diatas nilai Eupper maka penguatan sama dengan nol. Jika penguatan diantara Elower dan Eupper maka penguatannya menurun secara linear seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Desain penguatan detail gambar

Nilai terbaik untuk Eupper adalah 0.9 sedangkan nilai Elower adalah 0.75 (Brown,2000)

HASIL

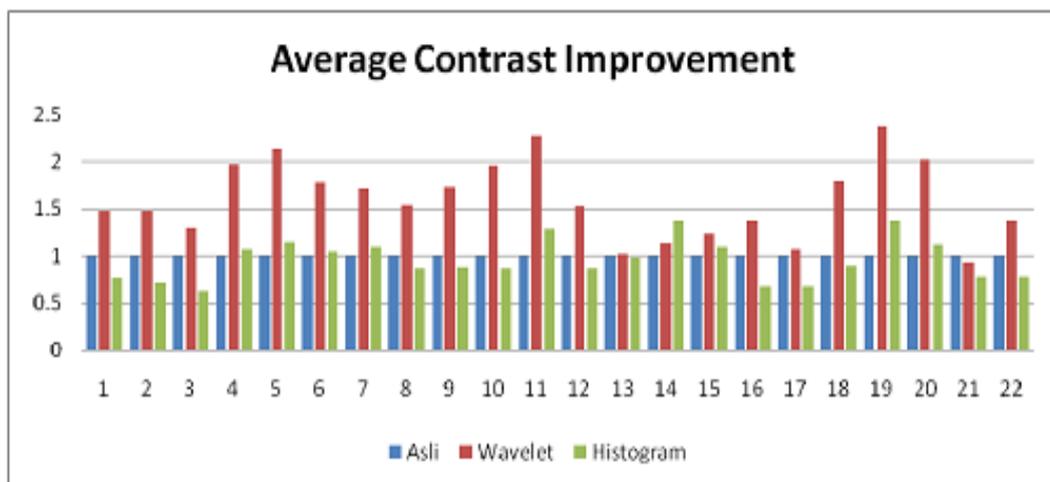
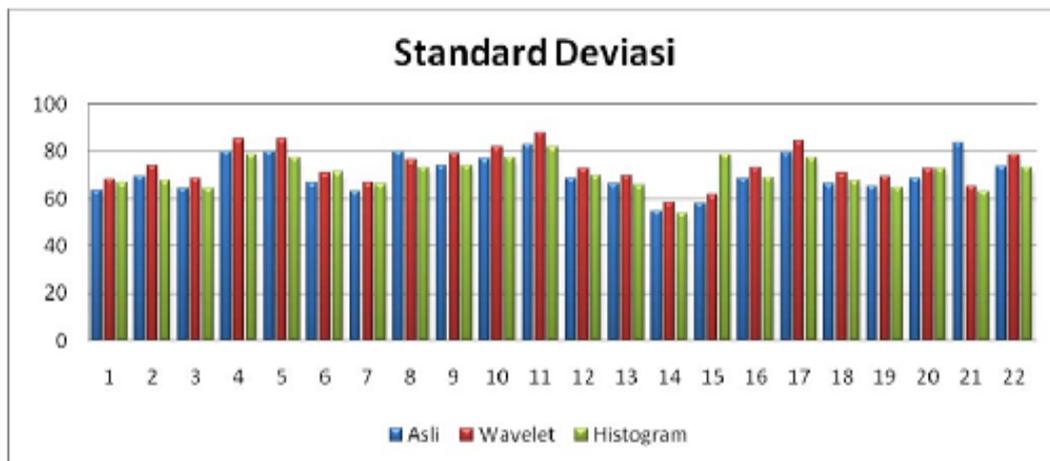
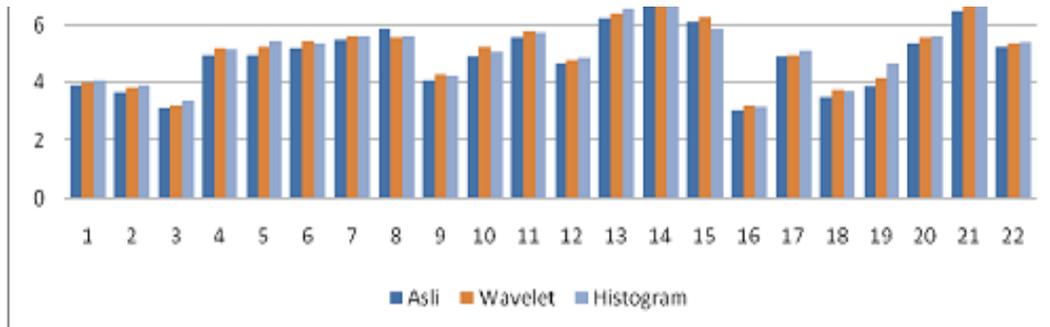


Gambar 6. Gambar Hasil Enhancement

Proses perbaikan kualitas gambar menghasilkan keluaran yang lebih tajam dengan detail gambar lebih kelihatan dibandingkan dengan gambar asli. Perbandingan perbaikan gambar dengan *adaptif wavelet enhancement* dan *adaptif histogram equalization* pada sampel data mdb-134 ditunjukkan dalam gambar 6. Pada Gambar 6.b tampak perbaikan dengan menggunakan *adaptif wavelet enhancement* menghasilkan gambar keluaran dengan penguatan detail-detail gambar terutama pada mass dan pita jaringan (*ligamentum cooper*) yang lebih jelas dibandingkan gambar asli. Dari sample gambar mdb134 dan 150 diperoleh nilai entropy, standard deviasi dan rata-rata local contrast sebagai ditunjukkan dalam Tabel 1.

Table 1. Hasil Analisis Gambar Hasil pada data mdb0134

Gambar	Entropy	Standard Deviasi	Rata Local Contras	Contrast Improvement
Mdb134	6.24	66.03	0.046	1
Enhancement dg wavelet	6.38	70.0	0.04	1.02
Enhancement dg histogram	6.55	65.5	0.04	0.97



Gambar 7 Grafik Kualitas Gambar

Pada Tabel 1 nampak bahwa pada gambar sampel mdb 134 yang diproses dengan *adaptif wavelet enhancement* terjadi peningkatan baik nilai entropi, standar deviasi maupun rata local contrast. Sedangkan perosesan dengan adaptif histogram equalization menghasilkan keluaran dengan *entropy* dan meningkat tetapi standar deviasi dan rata-rata local contrast menurun. Nilai entropi, standar deviasi dan local contrast improvement dari keseluruhan data sampel ditunjukkan dalam Gambar 7.

PEMBAHASAN

Secara umum perbaikan gambar dengan *adaptif wavelet enhancement* menghasilkan perbaikan nilai entropi, *standard deviasi* dan *average contrast improvement*.

Sedangkan pada perbaikan gambar dengan menggunakan *adaptif histogram equalization* mengakibatkan terjadi penguatan entropi pada semua sample akan tetapi standar deviasinya cenderung konstan dan *average contrast improvement* cenderung lebih rendah dibandingkan gambar asli. Peningkatan standart deviasi, entropy dan kontras menunjukkan bahwa ada perbaikan terhadap gambar asli.

Eksekusi program dilakukan pada Komputer P4 Dualcore 1.8 dengan memori 512 Megabyte dan operating System windows XP. Ukuran gambar 256 x 256 pixel. Waktu eksekusi yang diperlukan untuk sampel mdb028 adalah 10,83562 detik, sedangkan jika menggunakan perbaikan gambar dengan menggunakan *adaptif histogram equalization* sebesar 9,00693 detik. Jadi waktu eksekusi dengan menggunakan *adaptif wavelet enhancement* lebih lama 1,83 detik dibandingkan *adaptif histogram equalization*

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan: (1) perbaikan gambar dengan *adaptif wavelet enhancement* menghasilkan penguatan intensitas pada massa dan *ligamentum cooper*, (2) Komputasi untuk mendeteksi massa dengan preprosesing *adaptif wavelet enhancement* lebih lama 1,83 detik dibandingkan *adaptif histogram equalization*.

DAFTAR RUJUKAN

- Brown.2000. *An Adaptif strategy for wavelets based Image Enhancement*. Proceeding of IMVIP 2000. 67-81.
- Brown.200). *Differential Image Enhancement via Wavelet Foveation*. School of Computer Science. The Queens University of Belfast. Belfast
- Daubechies I 1990, *The Wavelet Transform, Time Frequency Localization and Signal Analysis*, IEEE Trans. Information Theory, vol. 36, pp. 961-1004, 1990.
- Gonzales Rafael, Woods Richard. 2002. *Digital Image Processing*. Second Edition. Prentice Hall. New Jersey
- Jin Yinpeng, Angelini Elsa, and Line Andrew.2004. *Wavelets In Medical Image Processing: Denoising, Segmentation and Registration*. Department of Biomedical Engineering. Columbia Unversity. New York. USA
- Lain Andrew, Fan Jian and Yang Wuhai.1995 *Wavelets for Contrast Enhancement of Digital Mammography*. Departement of Computer and Information Science. Computer Science and Engineering Building. Room 301. University of Florida. Gainesville. FL 3611.
- Laine Andrew dkk.2000. *Evaluation of a Multi-Scale Enhance-ment Protocol for Digital Mammography*. Department of Bio-medical Engineering,

- Columbia University
Mehul P. Sampat, Mia K. Markey, dan Alan C. Bovik 2005. *Computer-Aided Detection and Diagnosis in Mammography*
Mathlab 2005. *Mathlab Toolbox User's Guide*. Mathlab 7.0.4. 365 (R14) Service Pack 2
Ristanto Wiwien. 2003. *Pelatihan Khusus Keterampilan Pemeriksaan Payudara untuk Dokter Umum: Prosedur Diagnostik Keluhan Payudara*. Klinik Onkologi. Surabaya
Sameer Singh dan Reem Al-Mansoori. 2000. *Identifikation of Region of Interest in Digital Mammograms*. Departement of Computer Science School of Engineering and Computer Science. University of Exeter. United Kingdom.
Sheshadri HS dan Kandaswamy A. 2005. *Detection of Breast Cancer by Mammogram Image Segmentation*. Journal of Cancer Research and Therapeutics. Departement of Electronics & Communication Engineering. PSG College of Technology. Coimbatore. India volume 1 issue 4 halaman 232-234.
www.cancer.org. 2006. *Breast Cancer Facts and Figures 2005-2006*. American Cancer Society. Diakses 27 Maret 2007