

Uji Efektivitas Filter Quasi-Gaussian DCT untuk Memperbaiki Kualitas Citra Ekokardiografi

Slamet Riyadi¹, Mohd Marzuki Mustafa², Aini Hussain²

¹Jurusan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jl. Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta, Indonesia

²Jurusan Kejuruteraan Elektrik, Elektronik dan Sistem
Fakultas Kejuruteraan dan Alam Bina, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi 43600
riyadi@umy.ac.id

Abstract. Citra ekokardiografi semakin populer dalam dunia kedokteran meskipun citra yang diperoleh mengandung banyak derau sehingga terlihat kurang jelas. Untuk memperbaikinya, berbagai metode telah dikembangkan, salah satunya adalah filter Quasi-Gaussian DCT. Artikel ini bertujuan untuk menguji efektivitas filter tersebut dalam memperbaiki kualitas citra ultrasound. Pengujian dilakukan dengan mengevaluasi kemampuan filter dalam mengurangi derau menggunakan parameter *mean square error* (MSE), *equivalent number look* (ENL) dan *speckle suppression index* (SSI), mempertahankan informasi citra menggunakan parameter *normalized mean* (NM), *structural content* (SC) dan *image detail preserving index* (IDPC), dan meningkatkan kualitas citra secara umum menggunakan parameter *peak signal to noise ratio* (PSNR) dan *contrast to noise ratio* (CNS). Sebagai pembandingan, kemampuan filter lain, yaitu filter *mean*, *median*, *Frost* dan *Gaussian* juga dievaluasi dalam artikel ini. Secara keseluruhan, berdasarkan parameter-parameter yang dievaluasi, filter Quasi-Gaussian DCT menghasilkan kemampuan yang lebih baik dibanding beberapa filter lainnya.

Keywords: filter, DCT, Gaussian, citra ultrasound

1 Pendahuluan

1.1 Penelitian terdahulu

Perbaikancitra ekokardiografi menjadi fokus penelitian selaras dengan berbagai aplikasi pengolahan citra ekokardiografi. Perbaikan citra diperlukan karena adanya derau bintang yang muncul semasa proses akuisisicitradariperangkat keras yang digunakan. Beberapa filter bintang standartelah diterapkan pada citra ekokardiografi¹. Di antaranya adalah filter Lee, Kuan, Frost, median dan pendekatan maksimum *a posteriori*. Filter tersebut menjadi rujukan sekaligus teknik pembandingan dalam berbagai kajian filter bintang.

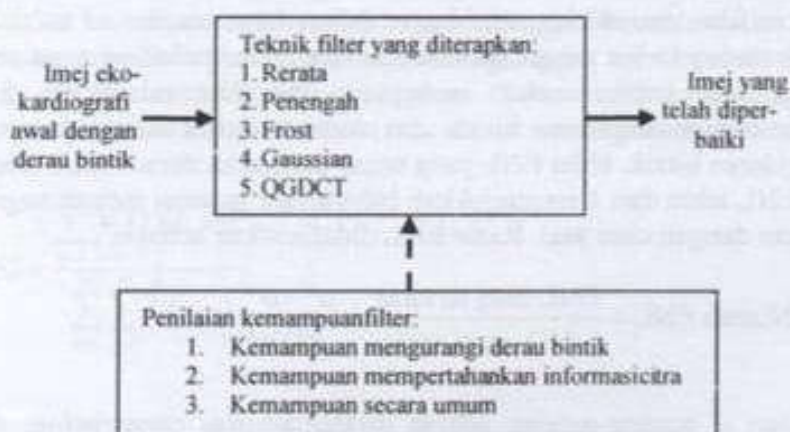
Teknik lain juga diusulkan untuk mengurangiderau bintang menggunakan filter Gaussian tak linear dan penguraian piramid Laplacian². Tekniktersebut telah diaplikasikan pada citra buatan dan ultrasound sehingga informasi struktur dan pinggir dapat dipertahankan serta derau bintang dapat dikurangi. Pengujian prestasi filter dilaksanakan secara visual, menggunakan parameter rasio kontras-derau dan indeks pemeliharaan pingir.

Teknik gabungan antara teknik Gaussian dan *discrete cosinus transform* (DCT) diusulkan untuk memperbaiki citra ultrasound³. Teknik ini diberi nama Quasi-

Gaussian DCT filter yang dibuat berdasarkan perilaku DCT dalam mempertahankan isi citra dan Gaussian dalam mengurangi derau bintang. Teknik Quasi-Gaussian DCT (QGDCT) telah dievaluasi menggunakan parameter *mean square error* (MSE), *peak signal to noise ratio* (PSNR), *speckle suppression index* (SSI) dan *speckle image statistical analysis* (SISA). Teknik telah diaplikasikan pada citra buatan dan citra ultrasound dan dinyatakan efektif bekerja. Artikel ini bertujuan melakukan evaluasi lebih detail untuk menguji efektivitas teknik QGDCT filter dengan menggunakan parameter yang lebih lengkap.

2 Metode penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menerapkan beberapa filter pada citra ekokardiografi dan melakukan evaluasi atas kemampuan filter tersebut sebagaimana ditunjukkan pada diagram blok Gambar 1. Teknik filter yang diterapkan tidak didiskusikan lagi dalam artikel ini karena semua merujuk pada artikel yang telah dipublikasikan sebelumnya³.



Gambar 1 Diagram blok metode penelitian

Secara umum, penilaian kemampuan filter dapat dilakukan melalui dua cara yaitu dengan penafsiran visual dan penilaian kuantitatif. Penafsiran visual merupakan cara yang mudah dan cepat dalam menilai kemampuan filter. Akan tetapi, cara ini agak subjektif dan tergantung kepada pandangan mata serta persepsi antara satu orang dengan orang yang lain. Penilaian dengan cara kedua memberikan hasil yang lebih baku karena menggunakan parameter standar. Setiap parameter hanya digunakan untuk menilai kemampuan filter tertentu. Misalnya, suatu parameter hanya dapat digunakan untuk menilai kemampuan filter dalam mengurangi keberadaan derau, sedangkan untuk menilai kemampuan filter dalam mempertahankan kandungan informasi citra diperlukan parameter lain. Oleh karena itu, beberapa parameter perlu diuji pada masing-masing filter untuk mendapatkan hasil penilaian yang lengkap. Berikut ini diuraikan parameter standar yang digunakan untuk menilai

kemampuan filter. Sebagian parameter merujuk pada artikel yang mengusulkan teknik filter QGDCT³, sedangkan sebagian lain merujuk pada artikel lain.

a. Kemampuan mengurangiderau bintik

Kemampuan filter dalam mengurangiderau bintik dapat dinilai dengan menggunakan beberapa parameter statistik. Parameter pertama adalah *mean square error*(MSE). MSE menghitung perbedaan setiap piksel citra sebelum difilter (I) dan sesudahnya (I') dengan menggunakan persamaan,

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N [I(x, y) - I'(x, y)]^2 \quad (4.1)$$

dengan M dan N masing-masing adalah ukuran baris dan kolomcitra, sedangkan x dan y adalah baris dan kolom lokasi kedudukan piksel dalam citra. MSE yang kecil menunjukkan filter memiliki prestasi bagus dalam derau bintik .

Parameter kedua yang digunakan adalah *rasioequivalent number look*(ENL). ENL merupakan indeks untuk mengukur intensitas relatif. Ia menunjukkan apakahcitra mengandungderau bintik dan mencerminkan kemampuan filter untuk mengurangiderau bintik. Nilai ENL yang besar bermakna derau bintik telah berkurang atau rasio ENL lebih dari 1 menunjukkan bahwafilter mampu mengurangiderau bintik dibandingkan dengan citra asal. Rasio ENL didefinisikan sebagai⁴,

$$\text{Nisbah ENL} = \frac{\text{ENL imej terturas}}{\text{ENL imej asal}} = \frac{\mu'^2 / \sigma'^2}{\mu^2 / \sigma^2} \quad (4.2)$$

dengan μ dan μ' masing-masing adalah rerataintensitas citrasebelum dan sesudah difilter, sedangkan σ dan σ' masing-masing adalah standar deviasi citrasebelum dan sesudah difilter.

Kaedah statistik yang biasanya digunakan untuk mengukur kekuatan derau bintik adalah varians. Dibandingkan dengan citramula-mula, citrasetelah difilter semestinya memiliki varians yang lebih kecil karena bintik telah dihaluskan. Rasio varians antara citrasetelah difilter dan citramula-mula dinamakan indeks pengurangan bintik (SSI), yang diwakili oleh persamaan berikut,

$$SSI = \frac{\text{Varians imej terturas}}{\text{Varians imej asal}} = \frac{\frac{1}{MN} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N [I'(x, y) - \mu']^2}{\frac{1}{MN} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N [I(x, y) - \mu]^2} \quad (4.3)$$

Semakin kecil nilai SSI, semakin baik prestasi filter dalam menghaluskanderau bintik⁵.

c. Kemampuan meningkatkan kualitas citra secara umum

Kemampuan filter dalam meningkatkan kualitas citra secara umum dinilai dengan menggunakan dua ukuran, yaitu *peak signal to noise ratio* (PSNR) dan *contrast to noise ratio* (CNR). PSNR mengukur kualitas citra dengan menggunakan persamaan berikut,

$$\text{PSNR} = 10 \log_{10} \left(\frac{255^2}{\text{MSE}} \right) \quad (4.7)$$

Sedangkan CNR merupakan rasio kontras yaitu

$$\text{CNR} = \frac{|\mu - \mu'|}{\sqrt{\sigma^2 + \sigma'^2}} \quad (4.8)$$

Nilai PSNR dan CNR yang tinggi menunjukkan kemampuan filter yang baik dalam meningkatkan kualitas citra¹.

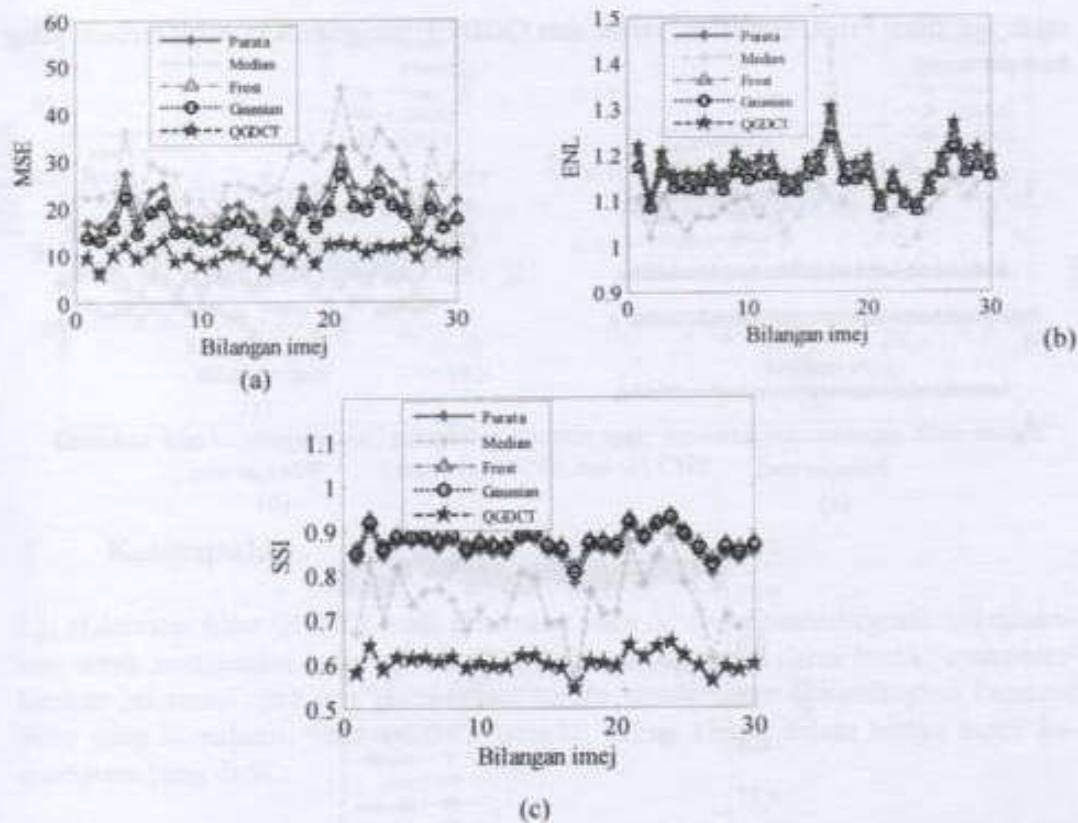
3 Hasil dan diskusi

Filter rerata, median, Frost dan Gaussian diterapkan dengan menggunakan ukuran jendela filter 3x3 dan filter QGDCT juga menggunakan ukuran jendela 3x3 dengan konstanta $\alpha = 0.80$. Setiap filter diuji pada 30 citra ekokardiografi dan dinilai berdasarkan parameter statistik untuk setiap aspek kemampuan filter.

3.1 Kemampuan dalam mengurangi iderau bintik

Kemampuan filter dalam mengurangi iderau bintik dinilai dengan menggunakan tiga ukuran statistik, yaitu MSE, ENL dan SSI. MSE merupakan perbedaan setiap piksel citra sebelum dan sesudah difilter. Nilai MSE terendah menunjukkan kemampuan mengurangi iderau yang paling baik. Pada ujian ini, filter QGDCT menghasilkan nilai MSE paling rendah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2(a).

Selaras dengan hasil MSE, rasio intensitas citra setelah difilter yang diwakili oleh nilai ENL juga menunjukkan bahwa QGDCT mampu menghasilkan hasil terbaik. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2(b), filter QGDCT menghasilkan nilai ENL tertinggi yang bermakna filter ini memiliki kemampuan paling baik dalam mengurangi iderau bintik. Hasil yang sama juga diperoleh dari prestasi yang ditunjukkan oleh nilai SSI pada Gambar 2(c). Filter QGDCT menghasilkan nilai SSI terendah yang menunjukkan konstanta varians citra setelah difilter telah berkurang akibat penghalusan citra oleh filter.



Gambar 2 Perbandingan hasil parameter statistik dalam mengurangiderau bintik (a) MSE, (b) ENL dan (c) SSI

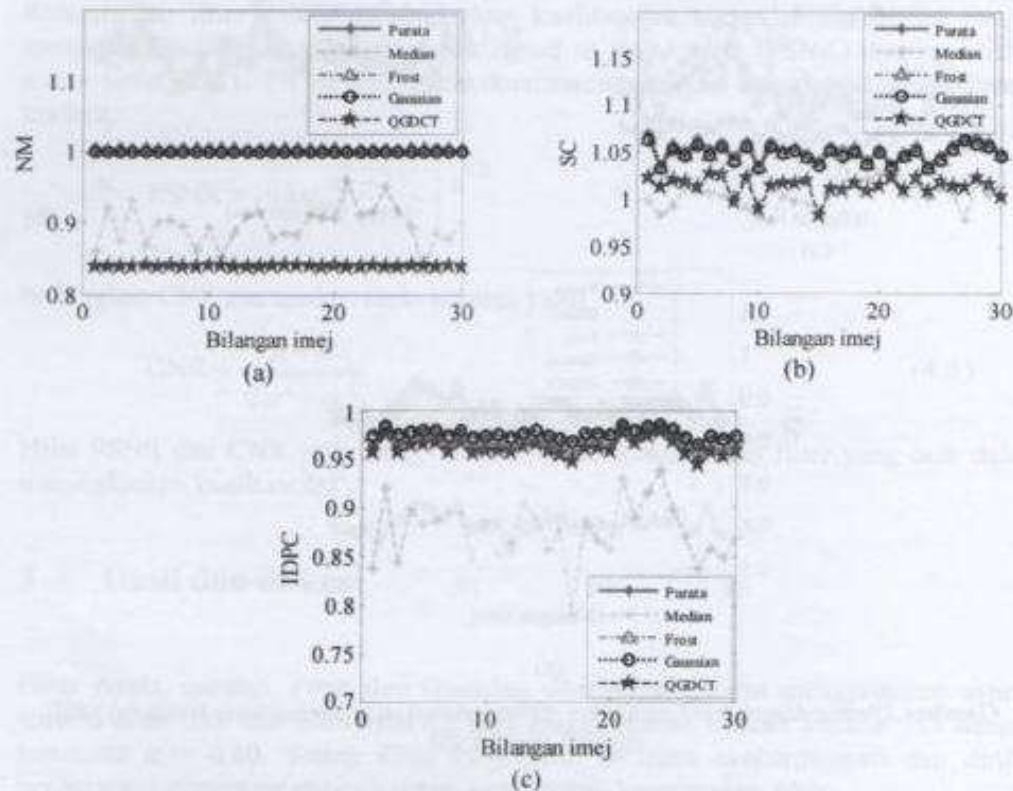
3.2 Kemampuan dalam mempertahankaninformasicitra

Penilaian prestasi filter dalam mempertahankaninformasicitradilakukan dengan menghitung tiga parameter statistik, iaitu NM, SC dan IDPC. NM merupakan rasiore-ratacitrasetelah difilter dan citramula-mula yang menunjukkan kemampuan filter-mempertahankaninformasicitra. Semakin mendekati 1, semakin baik prestasi filter. Gambar 3(a) menunjukkan perbandingan nilai NM untuk semua filterdimanafilte-rerata, Frost dan Gaussian menunjukkan prestasi yang paling baik dalam memperta-hankaninformasicitra.

Parameter NM merupakan ukuran yang menunjukkan kemampuan filter secara umum dengan menggunakan nilai reratacitra sebelum dan sesudah difilter. Berbeda dengan NM, parameter SC mewakili ukuran keserupaan citra yang diperoleh dari rasio keamatan citra. Dari aspek ini, filtermedian menunjukkan prestasi terbaik dan diikuti oleh filter QGDCT dengan perbedaan yang cukup kecil. Perbandingan nilai SC antara filter yang diuji ditunjukkan pada Gambar 3(b).

Kemampuan filter dalam mempertahankaninformasicitra secara terperinci di-wakili oleh nilai IDPC seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3(c). IDPC merupakan pekali korelasi antar citra terturas dan citramula-mula. Nilai IDPC yang semakin mendekati nilai 1 menunjukkan bahwa kemampuan filter semakin baik. Berdasarkan

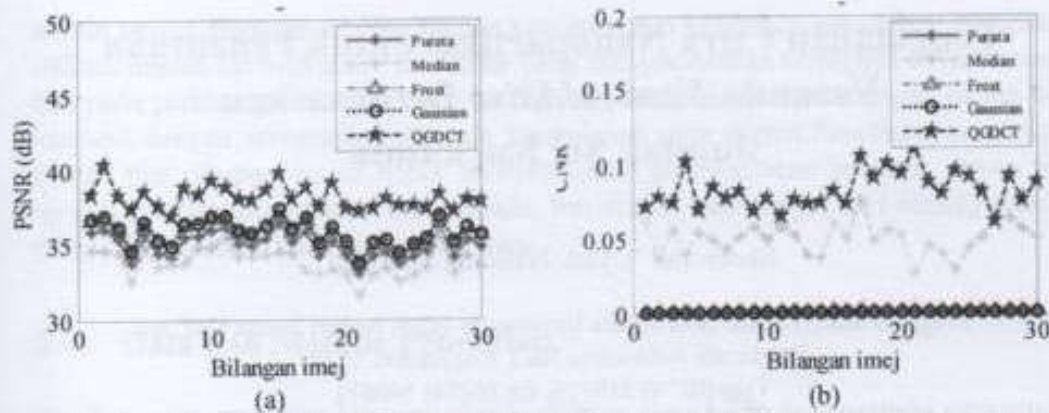
rajab ini, filter Frost, Gaussian, rerata dan QGDCT menghasilkan hasil terbaik yang hampir sama.



Gambar 3 Perbandingan hasil parameter statistik dalam mempertahankan informasi citra (a) NM, (b) SC dan (c) IDPC

3.3 Kemampuan secara umum

Prestasi filter secara umum diwakili oleh dua parameter statistik, yaitu PSNR yang merupakan rasio isyarat puncak dan derau, dan CNR yang diperoleh daripada rasio kontras dan derau. Perbandingan nilai PSNR antarfilter pada Gambar 4(a) menunjukkan bahwa filter QGDCT menghasilkan hasil PSNR tertinggi secara konsisten. Ini bermakna, secara umum filter QGDCT memiliki kemampuan terbaik dalam meningkatkan kualitas citra. Selaras dengan hasil parameter PSNR, hasil parameter CNR pada Gambar 4(b) juga menunjukkan kesimpulan yang sama.



Gambar 4 Perbandingan hasil parameter statistik yang mewakili kemampuan filter secara umum (a) PSNR dan (b) CNR

4 Kesimpulan

Uji efektivitas filter QGDCT telah dilakukan pada 30 citra ekokardiografi. Uji dilakukan untuk mengetahui kemampuan filter dalam mengurangi derau bintik, mempertahankan informasi citra dan kemampuan secara keseluruhan. Dibandingkan keempat filter yang dievaluasi, filter QGDCT terbukti paling efektif dalam ketiga aspek kemampuan yang diuji.

5 Penghargaan

Penulis memberikan penghargaan kepada Universiti Kebangsaan Malaysia (Kode Proyek UKM-GUP-TKP-08-24-080) dan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta atas dukungan biaya dalam pelaksanaan penelitian dan publikasi artikel ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Oteh Maskon dan Ika Faizura Mohd Noh dari Pusat Perubatan UKM atas penyediaan data citra ekokardiografi dan diskusi tentang citra terkait.

1. Sivakumar, R., M.K. Gayathri, and D. Nedumaran, *Speckle Filtering of Ultrasound B-Scan Images - A Comparative Study of Single Scale Spatial Adaptive Filters, Multiscale Filter and Diffusion Filters*. International Journal of Engineering and Technology, 2010. **2**(6): p. 514 - 523.
2. Ramachandran, S. and M.G. Nair, *Ultrasound Speckle Reduction using Nonlinear Gaussian filters in Laplacian Pyramid domain*, in *3rd International Congress on Image and Signal Processing*. 2010.
3. Riyadi, S., et al., *Quasi-Gaussian DCT Filter for Speckle Reduction of Ultrasound Images*. Lecture Note on Computer Science, 2009. **5857**: p. 136 - 147.
4. Shi-qi, H., et al., *A novel method for speckle noise reduction and ship target detection in SAR images*. Pattern Recognition, 2009. **42**(7): p. 1533-1542.
5. Fang, Q., et al., *Speckle noise reduction in SAR imagery using a local adaptive median filter*. GIScience and Remote Sensing, 2004. **41**(3): p. 244-266.