

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

Perbaikan citra ekokardiografi menjadi fokus penelitian selaras dengan berbagai aplikasi pengolahan citra ekokardiografi. Perbaikan citra diperlukan karena adanya derau bintik yang muncul semasa proses akuisisi citra dari perangkat keras yang digunakan. Beberapa filter bintik standar telah 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 bintik.

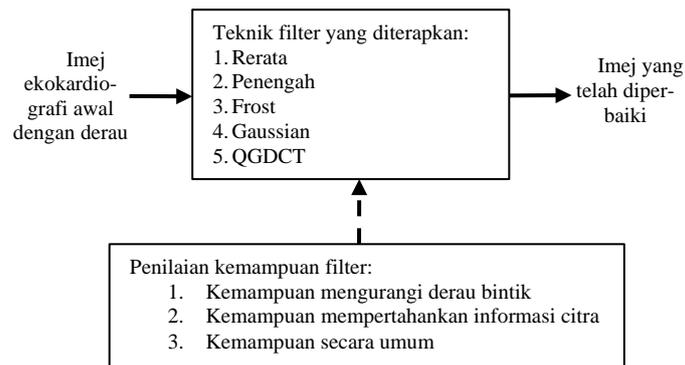
Teknik lain juga diusulkan untuk mengurangi derau bintik menggunakan filter Gaussian tak linear dan penguraian piramid Laplacian². Teknik tersebut telah diaplikasikan pada citra buatan dan ultrasound sehingga informasi struktur dan pinggir dapat dipertahankan serta derau bintik dapat dikurangi. Pengujian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

Teknik gabungan antara teknik Gaussian dan *discrete cosine 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 detil 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 mengurangi derau bintik

Kemampuan filter dalam mengurangi derau 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,

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

dengan M dan N masing-masing adalah ukuran baris dan kolom citra, 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 rasio *equivalent number look* (ENL). ENL merupakan indeks untuk mengukur intensitas relatif. Ia menunjukkan apakah citra mengandung derau bintik dan mencerminkan kemampuan filter untuk mengurangi derau bintik. Nilai ENL yang besar bermakna derau bintik telah berkurang atau rasio ENL lebih dari 1 menunjukkan bahwa filter mampu mengurangi derau 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 rerata intensitas citra sebelum dan sesudah difilter, sedangkan σ dan σ' masing-masing adalah standar deviasi citra sebelum dan sesudah difilter.

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

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

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

b. Kemampuan mempertahankan informasi citra

Selain mengurangi derau bintik, prestasi penting filter adalah kemampuan mempertahankan informasi citra yang dinilai menggunakan beberapa parameter statistik. Parameter pertama dinamakan *normalized mean* (NM) yang merupakan rasio rerata citra terturas dan citra mula-mula seperti yang diwakili oleh persamaan berikut,

$$NM = \frac{\text{Purata imej terturas}}{\text{Purata imej asal}} = \frac{\mu'}{\mu} \quad (4.4)$$

Rasio NM di atas sebenarnya mewakili derau bintik yang juga merupakan distribusi normal dengan rerata 1. Rerata derau bintik mewakili ciri kemampuan filter dalam mempertahankan nilai rerata mula-mula. Artinya, semakin dekat NM dengan nilai 1, semakin baik kemampuan filter dalam mempertahankan informasi citra⁴.

Parameter kedua yang digunakan adalah *structural content* (SC). SC mengukur tingkat keserupaan antara citra terturas dengan citra mula-mula. Suatu filter memiliki kemampuan dalam mempertahankan kandungan citra apabila SC bernilai mendekati 1. Secara statistik, SC merupakan rasio antara jumlah kuadrat dua intensitas citra terturas dan citra mula-mula atau ditulis secara persamaan¹ sebagai,

$$SC = \frac{\sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N [I'(x, y)]^2}{\sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N I'(x, y)} \quad (4.5)$$

Dua parameter di atas mengukur kemampuan filter secara umum, yaitu keserupaan citra. Kemampuan lebih rinci dinilai dengan parameter *image detail preserving index* (IDPC). Nilai IDPC menunjukkan kemampuan filter dalam mempertahankan informasi terperinci dan struktur halus citra. IDPC ditentukan dengan menghitung konstanta korelasi antara citra terturas dan citra mula-mula menggunakan persamaan berikut,

$$IDPC = \frac{\sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N [I'(x, y) - \mu'] [I(x, y) - \mu]}{\sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N [I'(x, y) - \mu']^2 \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N [I(x, y) - \mu]^2} \quad (4.6)$$

Semakin tinggi nilai IDPC, maka semakin baik prestasi filter dalam mempertahankan informasi citra secara rinci⁵.

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.

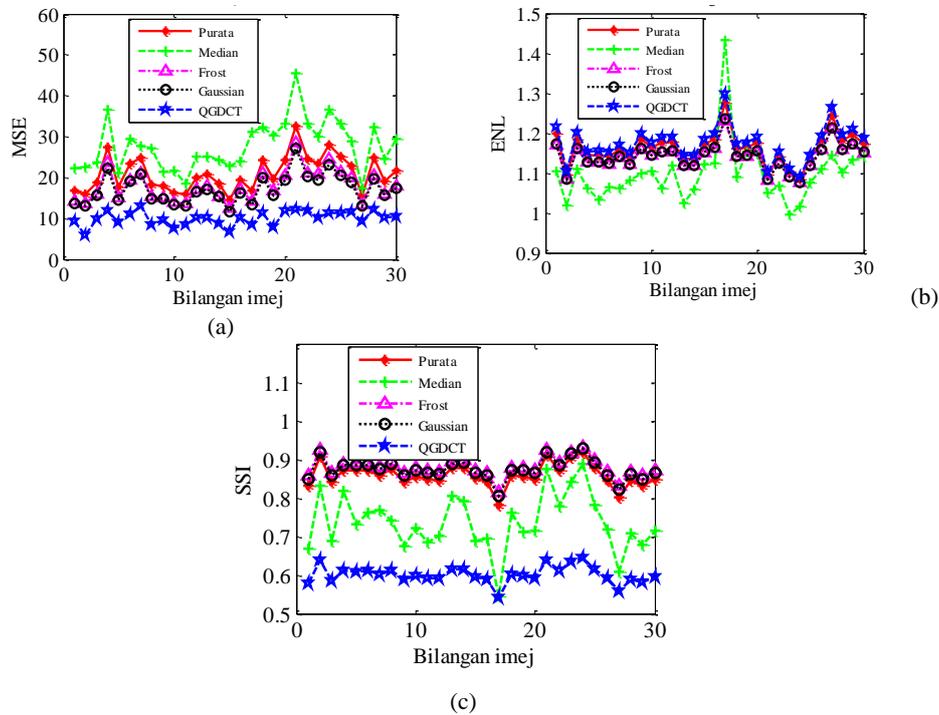
3 Hasil dan diskusi

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 derau bintik

Kemampuan filter dalam mengurangi derau 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 derau 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 derau 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 mengurangi derau bintang (a) MSE, (b) ENL dan (c) SSI

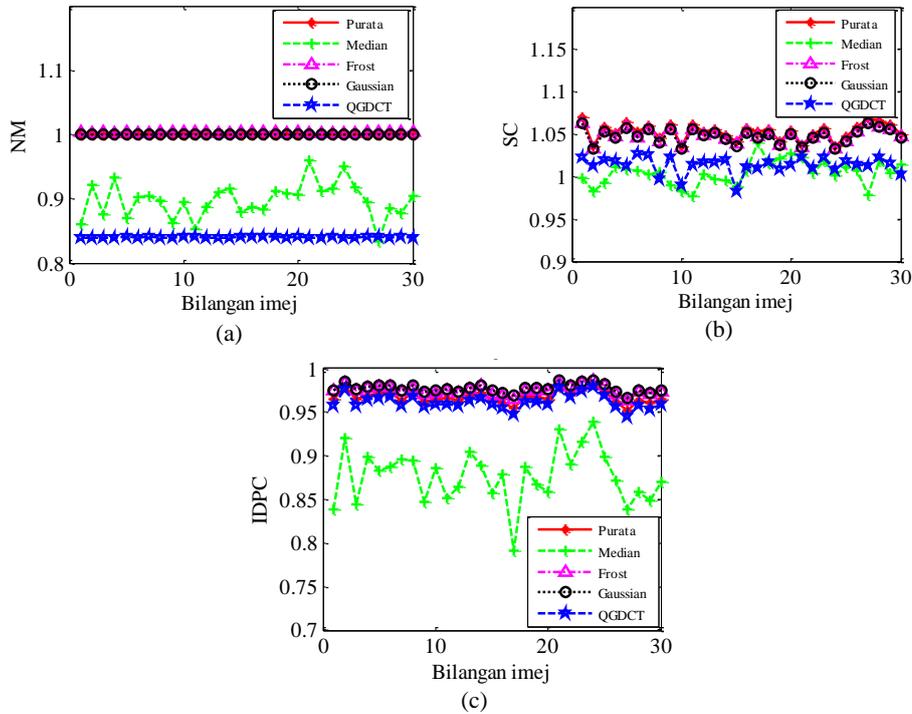
3.2 Kemampuan dalam mempertahankan informasi citra

Penilaian prestasi filter dalam mempertahankan informasi citra dilakukan dengan menghitung tiga parameter statistik, yaitu NM, SC dan IDPC. NM merupakan rasio rerata citra setelah difilter dan citra mula-mula yang menunjukkan kemampuan filter mempertahankan informasi citra. Semakin mendekati 1, semakin baik prestasi filter. Gambar 3(a) menunjukkan perbandingan nilai NM untuk semua filter dimana filter rerata, Frost dan Gaussian menunjukkan prestasi yang paling baik dalam mempertahankan informasi citra.

Parameter NM merupakan ukuran yang menunjukkan kemampuan filter secara umum dengan menggunakan nilai rerata citra sebelum dan sesudah difilter. Berbeda dengan NM, parameter SC mewakili ukuran keserupaan citra yang diperoleh dari rasio keamatan citra. Dari aspek ini, filter median 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 mempertahankan informasi citra secara terperinci diwakili oleh nilai IDPC seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3(c). IDPC merupakan pekali korelasi antar citra terturas dan citra mula-mula. Nilai IDPC yang semakin mendekati nilai 1 menunjukkan bahwa kemampuan filter semakin baik. Berdasarkan

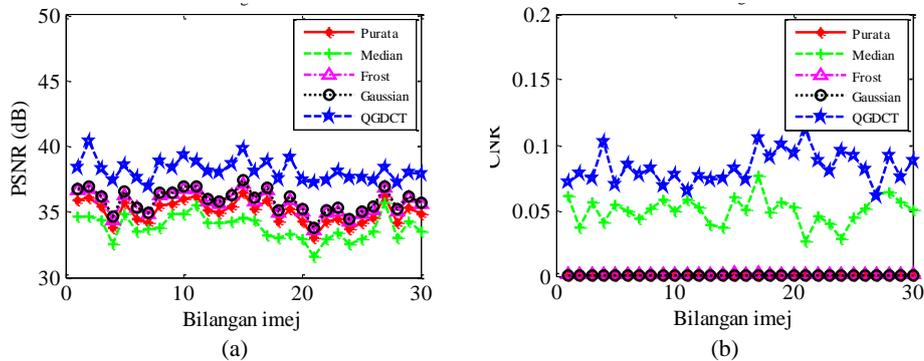
rajab ini, filter Frost, Gaussian, merata dan QGDCT menghasilkan hasil terbaik yang hampir sama.



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 antar filter 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.