

REDUKSI DERAU GAMMA, DERAU RAYLEIGH, DAN KEKABURAN PADA CITRA HASIL KAMERA DIGITAL DAN CITRA X- RAY MENGGUNAKAN WIENER FILTER DAN LUCY-RICHARDSON

Yesi Kurniasari¹, Endina Putri Purwandari², Rusdi Efendi³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu.
Jl. WR. Supratman Kandang Limun Bengkulu 38371A INDONESIA
(tel: 0736-341022; fax: 0736-341022)

¹kurniasari.yesi@gmail.com

²endinaputri@unib.ac.id

³r_efendi@yahoo.com

Abstrak: Pada setiap pengambilan citra bisa terdapat adanya gangguan yang dapat disebabkan oleh intensitas cahaya yang tidak rata, adanya kotoran yang menempel pada lensa kamera, ataupun pergerakan selama pengambilan gambar, gangguan juga dapat dimodelkan tiruannya, seperti derau gamma, derau rayleigh, dan kekaburan pada citra. Penelitian ini bertujuan untuk membuat aplikasi reduksi derau gamma, derau rayleigh, dan kekaburan pada citra hasil kamera digital dan citra x-ray menggunakan wiener filter dan lucy-richardson. Parameter perbandingan yang digunakan adalah Peak Signal to Noise Rasio (PSNR) dan Mean Squared Error (MSE). Hasil dari penelitian ini diperoleh nilai MSE untuk metode lucy-richardson berada antara 6,40552 – 1091,16 sedangkan untuk metode wiener filter berada antara 1036,12 – 11530,7. Nilai PSNR untuk metode lucy-richardson berada antara 17,7519 – 39,6579 sedangkan nilai PSNR untuk metode wiener filter berada antara 7,51223 – 16,9966. Berdasarkan nilai MSE dan PSNR tersebut, metode lucy-richardson lebih baik dalam merestorasi citra dibandingkan metode wiener filter.

Kata kunci: Reduksi, Wiener Filter, Lucy-Richardson

Abstract: In every image acquisition, there might be disorders caused by uneven light intensity, dirt on the camera lens, or movement during image shooting. The image copy can be modeled, such as gamma noise, rayleigh noise, and blur. This paper aimed to create the reduction of gamma noise, rayleigh noise, and blur in digital image and x-ray image by using wiener filter and lucy-richardson. Comparison parameters used in this research were Peak

Signal to Noise Rasio (PSNR) and Mean Squared Error (MSE). Based on the result of this

research, MSE score for lucy-richardson method obtained in this research was between 6.40552 – 1091.16, whereas for wiener filter method was between 1036.12 – 11530.7. PSNR for lucy-richardson method was between 17.7519 – 39.6579, while PSNR for wiener filter method was between 7.51223 – 16.9966. Based on the MSE and PSNR score, lucy-richardson method better in restoring image compared wiener filter.

Keywords: Reduction, Wiener Filter, Lucy-Richardson

I. PENDAHULUAN

Pada dasarnya, pada setiap pengambilan citra bisa terdapat adanya gangguan. Gangguan ini dapat disebabkan oleh intensitas cahaya yang tidak rata, adanya kotoran yang menempel pada lensa kamera, ataupun pergerakan selama pengambilan gambar. Selain itu, dalam bidang kedokteran untuk mendeteksi adanya kerusakan-kerusakan pada organ tubuh dilakukan dengan cara pencitraan atau *x-ray*. Namun dalam beberapa kasus, kerusakan-kerusakan tersebut tidak dapat dideteksi karena rendahnya kualitas citra.

Gangguan juga dapat dimodelkan tiruannya, seperti derau gamma, derau *rayleigh*, dan kekaburan pada citra. Derau gamma adalah derau yang merupakan efek penampisan lolos-rendah terhadap citra yang mengandung derau eksponensial sebagai hasil pengambilan citra yang teriluminasi oleh laser yang koheren [1], sedangkan derau *rayleigh* adalah derau yang biasa muncul pada jangkauan radar dan citra yang bergerak [1].

Derau gamma dan derau *rayleigh* yang ada pada citra dapat menyebabkan informasi yang ada pada citra menjadi berkurang dan sulit untuk diinterpretasikan dan dapat menyebabkan penurunan pada kualitas citra tersebut. Citra yang terkena derau gamma, mengakibatkan cahaya yang tidak merata atau menyebar pada citra tersebut. Sedangkan pada citra yang terkena derau *rayleigh*, mengakibatkan citra tersebut menjadi seperti sebuah citra yang bergerak.

Berdasarkan permasalahan dan hasil lima penelitian terkait di atas, maka pada penelitian ini digunakan metode *wiener filter* dan *lucy-richardson* untuk mereduksi derau dan kekaburan agar didapatkan citra keluaran yang lebih baik daripada citra sebelumnya, khususnya untuk citra

x-ray agar kerusakan-kerusakan pada organ tubuh dapat dideteksi.

II. LANDASAN TEORI

A. Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital menyatakan pemrosesan gambar berdimensi-dua melalui komputer digital [2]. Pengolahan citra merupakan bagian penting yang mendasari berbagai aplikasi nyata, seperti pengenalan pola, penginderaan jarak jauh melalui satelit atau pesawat udara, dan *machine vision*. Pengolahan citra bertujuan memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin (dalam hal ini komputer) [3]. Teknik-teknik pengolahan citra mentransformasikan citra menjadi citra lain, dimana masukannya dan keluarannya adalah citra [4].

B. Derau Gamma

Derau Gamma atau Erlang merupakan efek penapisan lolos-rendah terhadap citra yang mengandung derau eksponensial sebagai hasil pengambilan citra yang teriluminasi oleh laser yang koheren [1]. Rerata dan varians derau gamma berupa:

$$\mu = \frac{b}{a} \quad (1)$$

$$\sigma^2 = \frac{b}{a^2} \quad (2)$$

Dalam hal ini, μ = rerata, σ^2 = varians, $a > 0$ dan b berupa bilangan bulat positif.

Pembangkit bilangan acak untuk membangkitkan derau gamma berupa [5]:

$$\text{derau} = \text{derau} + k * \log(1 - \text{rand}) \quad (3)$$

Dimana:

$$k = -1/a$$

C. Derau Rayleigh

Derau *rayleigh* biasa muncul pada jangkauan radar dan citra bergerak [1]. Pembangkit bilangan acak diperoleh melalui [6]:

$$z = a + \sqrt{b \ln(1 - rand)} \quad (4)$$

D. Wiener Filter

Wiener filter adalah metode restorasi yang berdasarkan pada *least square*. Penapis ini meminimumkan galat restorasi, yaitu selisih antar citra restorasi dengan citra sebelumnya. Dalam domain transform, penapis *Wiener* berbentuk sebagai berikut [3]:

$$Hw(u, v) = \frac{H^*(u, v)}{|H(u, v)|^2 + \frac{S_n(u, v)}{S_f(u, v)}} \quad (5)$$

Dimana:

$Hw(u, v)$ = penapis *wiener*

$H * (u, v)$ = perubahan lengkap pada $H(u, v)$

$|H(u, v)|^2 = H^*(u, v)H(u, v)$

$S_n(u, v)$ = kekuatan *spectrum noise*

$S_f(u, v)$ = kekuatan *spectrum* citra yang belum didegradasi

Cara yang umum memperoleh *power spectra* adalah dengan menggunakan transformasi *Fourier* dan mengambil kuadrat dari magnitudo koefisien kompleksnya. Dengan menggunakan penapis *Wiener*, maka citra restorasi diperoleh dengan mengalikan penapis tersebut dengan citra masukan [3], yaitu:

$$F(u, v) = Hw(u, v). G(u, v) \quad (6)$$

Dimana:

$Hw(u, v)$ = penapis *wiener*.

$G(u, v)$ = citra masukan / citra sebelum restorasi.

E. Lucy-Richardson

Algoritma *Lucy-Richardson* (L-R) pada mulanya digunakan untuk merestorasi citra astronomi, sebelum akhirnya digunakan juga secara luas untuk merestorasi sembarang citra yang

mengalami kekaburan. Esensi dari iterasi adalah sebagai berikut: estimasi ke-($n + 1$) dari citra restorasi adalah estimasi ke- n citra restorasi dikali dengan citra koreksi. Persamaan iterasinya adalah:

$$f_{n+1} = f_n \left(\frac{g}{f_n * PSF} \right) * reflect(PSF) \quad (7)$$

Dalam hal ini:

operator $*$ = konvolusi.

PSF (*Point Spread Spectrum*) = operator distorsi.

f_n = estimasi citra restorasi.

g = citra masukan (yang mengalami degradasi).

$reflect(PSF)$ = pencerminan PSF, yaitu $reflect((PSF(x, y)) = PSF(-x, -y)$.

$\left(\frac{g}{f_n * PSF} \right) * reflect(PSF)$ = citra koreksi.

Nilai awal iterasi adalah $f_0 = g * PSF$.

F. Mean Squared Error (MSE)

Pengamatan baik tidaknya suatu pendekatan untuk melakukan reduksi citra biasanya dilakukan dengan menggunakan mata. Namun, cara seperti itu bersifat subjektif. Agar biasa diukur secara kuantitatif, keberhasilan penghilangan derau dapat dilakukan dengan menggunakan [2]:

$$MSE = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (f_a(i, j) - f_b(i, j))^2 \quad (8)$$

Dimana:

M = Panjang citra

N = Lebar citra

$f_a(i, j)$ = Intensitas (i, j) sebelum *filtering*

$f_b(i, j)$ = Intensitas (i, j) setelah *filtering*

Semakin kecil nilai MSE, kinerja reduksi citra semakin baik [2].

G. Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)

Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) dihitung untuk mengukur perbedaan antara citra sebelumnya dengan citra hasil reduksi [4]. Adapun PSNR dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$PSNR = 20 \times \log_{10} \left[\frac{255}{\sqrt{\frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (f_a(i,j) - f_b(i,j))^2}} \right] \quad (9)$$

Dimana:

M= Panjang citra

N = Lebar citra

$f_a(i, j)$ = Intensitas (i,j) sebelum *filtering*

$f_b(i, j)$ = Intensitas (i,j) setelah *filtering*

Semakin besar nilai PSNR, kinerja reduksi citra semakin baik [7].

H. Running Time

Running time adalah waktu dari awal proses dimulai hingga akhir proses [8]. Waktu mulai dan waktu akhir bekerja secara bersamaan untuk menghitung total waktu yang diperlukan yang ditampilkan dalam satuan detik. Semakin kecil nilai *running time* semakin cepat waktu yang digunakan untuk proses, dan semakin besar nilai *running time* semakin lama waktu yang digunakan untuk proses [8]. *Running time* digunakan untuk mengetahui total waktu yang diperlukan untuk sebuah proses.

III. METODOLOGI

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian aplikasi reduksi derau dan keaburan termasuk dalam jenis penelitian terapan (*applied research*).

B. Metode Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan cara menelaah buku referensi dan jurnal yang

berhubungan dengan aplikasi yang akan dibangun.

2. Observasi

Observasi dilakukan dengan mengambil gambar secara langsung menggunakan kamera digital Canon Powershot A810 HD dari lingkungan sekitar Universitas Bengkulu.

3. Dokumentasi

Dokumentasi dilakukan dengan cara mengambil ulang hasil *rontgen* (citra *x-ray*) menggunakan kamera digital Canon Powershot A810 HD, mengambil dari situs *webpage* LITFL (*Life in the Fast Lane Medical Blog*) (<http://lifeinthefastlane.com/table/radiology-database/>) dan situs LASIP (*Local Approximations in Signal and Image Processing*) (<http://www.cs.tut.fi/~lasip/cfai/>).

C. Metode Pengujian Sistem

Proses pengujian yang dilakukan pada aplikasi yang dibuat menggunakan metode pengujian *white box*. Pengujian *white box* digunakan untuk meyakinkan semua perintah dan kondisi pada saat sistem berjalan dieksekusi secara minimal. Pengujian *white box* pada penelitian ini menggunakan teknik *execution time* untuk mengukur waktu proses reduksi.

D. Uji Kelayakan Sistem

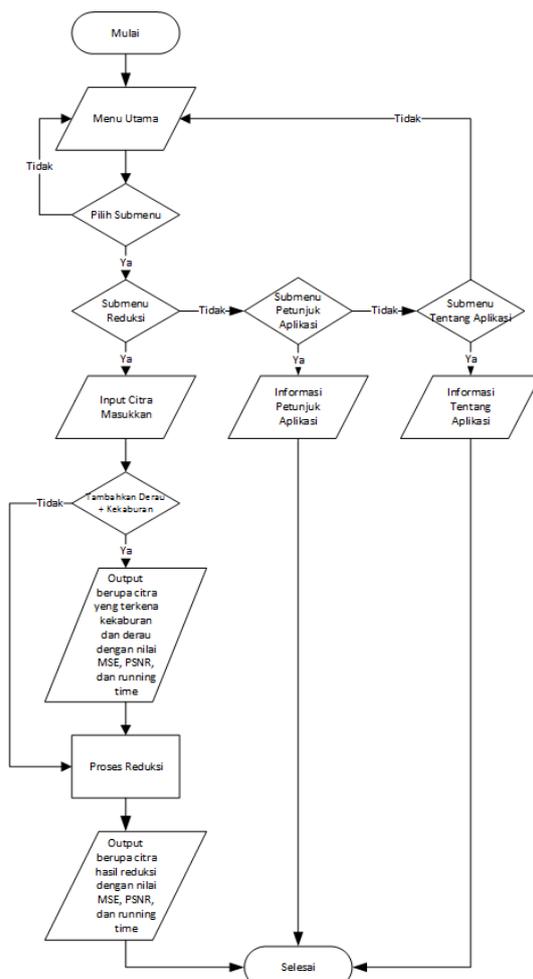
Uji kelayakan pada penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan nilai *Mean Square Error* (MSE) dan nilai *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) yang dihasilkan oleh aplikasi dari citra hasil reduksi menggunakan metode *wiener filter* dan citra hasil reduksi menggunakan metode *lucy-richardson*. MSE dan PSNR digunakan untuk mengukur perbedaan antara citra sebelum dengan citra hasil reduksi.

IV. ANALISIS DATA DAN PERANCANGAN

A. Identifikasi Masalah

Pada setiap pengambilan citra bisa terdapat adanya gangguan. Gangguan ini dapat disebabkan oleh intensitas cahaya yang tidak rata, adanya kotoran yang menempel pada lensa kamera, ataupun pergerakan selama pengambilan gambar. Gangguan juga dapat dimodelkan tiruannya, seperti derau *gamma*, derau *rayleigh*, dan keaburan pada citra. Untuk mengatasi gangguan-gangguan tersebut, diperlukan adanya langkah-langkah perbaikan. Salah satu langkah perbaikan itu adalah dengan menggunakan teknik menapis dan iterasi seperti *wiener filter* dan *lucy-richardson*.

B. Alur Kerja Sistem



Gambar 1 Diagram Alir Sistem

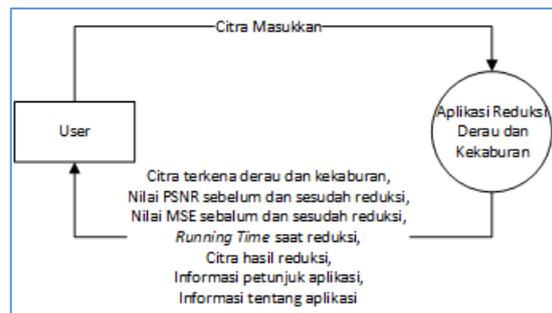
Alur sistem merupakan analisis tahapan kerja sistem yang akan dibangun. Alur ini dimulai dari *user* memasukkan *input*-an berupa citra masukan sampai dengan menghasilkan *output* berupa citra hasil reduksi beserta dengan nilai MSE, PSNR, dan *running time*. Secara garis besar tahapan perancangan sistem yang akan dibangun dapat dilihat pada Gambar 1.

C. Perancangan Data Flow Diagram (DFD)

Perancangan *Data Flow Diagram* (DFD) ini dilakukan untuk memberikan gambaran secara umum tentang aplikasi yang akan dibangun dalam penelitian ini. Perancangan ini dibuat dalam tiga bagian level, yaitu diagram konteks, diagram level 1 dan diagram level 2.

1. Diagram Konteks

Diagram konteks menggambarkan sistem yang akan dibuat sebagai suatu entitas tunggal yang berinteraksi dengan orang maupun sistem lain. Diagram konteks ini digunakan untuk menggambarkan interaksi antara sistem yang akan dikembangkan dengan entitas luar.



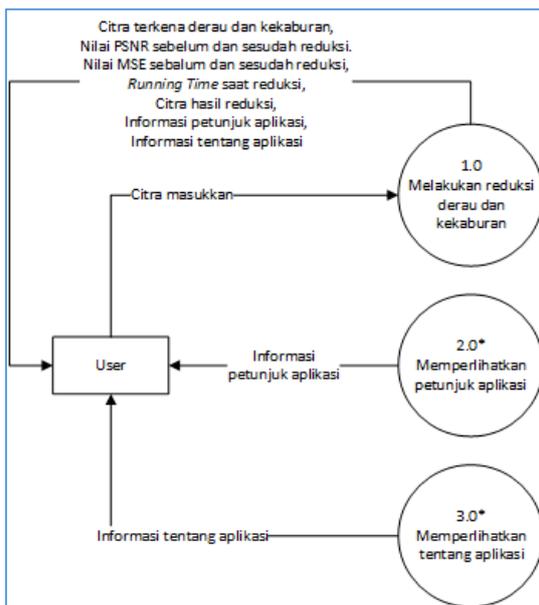
Gambar 2 Diagram Konteks Aplikasi Reduksi Derau dan Kekaburan

Gambar 2 menggambarkan diagram konteks dari aplikasi reduksi derau dan keaburan yang akan dibangun. Terdapat satu entitas pada diagram ini, dimana entitas merupakan orang atau pihak yang berinteraksi secara langsung dengan sistem yang akan dibangun. Entitas pada sistem ini adalah *user*. *User* dapat memasukkan citra masukan ke

dalam sistem dan mendapatkan *feedback* berupa citra terkena derau dan kekaburan, nilai PSNR sebelum dan sesudah reduksi, nilai MSE sebelum dan sesudah reduksi, *running time* saat reduksi, dan citra hasil reduksi. Selain itu, *user* juga dapat mengetahui informasi petunjuk aplikasi dan informasi tentang aplikasi tanpa perlu memasukkan apapun ke dalam sistem.

2. Diagram Level 1

Diagram level 1 digunakan untuk menggambarkan modul-modul yang ada dalam sistem yang akan dikembangkan. DFD level 1 merupakan hasil *breakdown* diagram konteks. Diagram level 1 dari aplikasi reduksi derau dan kekaburan dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3 Diagram Level 1 Aplikasi Reduksi Derau dan Kekaburan

Gambar 3 memperlihatkan diagram level 1 dari aplikasi reduksi derau dan kekaburan yang akan dibangun. Dimana terdapat tiga proses yang menggambarkan aplikasi, yaitu:

a. Proses 1.0 Melakukan Reduksi Derau dan Kekaburan

Pada proses ini, *user* dapat memilih untuk melakukan reduksi derau dan kekaburan menggunakan *wiener filter* atau *lisy-*

richardson. Setelah itu, *user* dapat meng-*input*-kan citra masukkan ke dalam sistem untuk dilakukan proses penambahan derau dan kekaburan setelah itu dilakukan proses reduksinya.

b. Proses 2.0* Memperlihatkan Petunjuk Aplikasi

Pada proses ini, *user* mendapatkan informasi mengenai petunjuk dalam menjalankan aplikasi reduksi derau dan kekaburan.

c. Proses 3.0* Memperlihatkan Tentang Aplikasi

Pada proses ini, *user* mendapatkan informasi mengenai aplikasi reduksi derau dan kekaburan.

3. Diagram Level 2

Diagram level 2 merupakan pemecahan dari diagram level 1. Pada diagram ini dijelaskan proses-proses secara lebih jelas dan rinci dari diagram level 1. Diagram level 2 yang akan dibangun adalah diagram level 2 proses 1 yaitu melakukan reduksi. Diagram level 2 proses 1 dari aplikasi reduksi derau dan kekaburan dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.

Gambar 4 memperlihatkan diagram level 2 proses 1 dari aplikasi reduksi derau dan kekaburan yang akan dibangun. Dimana terdapat lima proses yang menggambarkan aplikasi, yaitu:

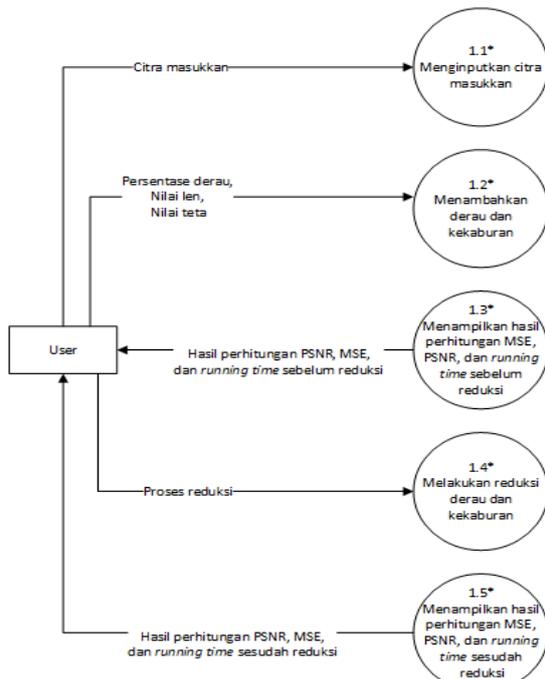
a. Proses 1.1* Meng-*input*-kan Citra Masukkan

Pada proses ini, *user* meng-*input*-kan citra masukkan ke dalam sistem.

b. Proses 2.1* Menambahkan derau dan kekaburan

Pada proses ini, *user* memasukkan nilai *len*, *teta*, memilih jenis derau, dan persentase derau untuk menambahkan derau dan kekaburan pada citra masukkan.

- c. Proses 1.3* Menampilkan Hasil Perhitungan MSE, PSNR, dan *Running Time* Sebelum Reduksi
Pada proses ini, sistem menampilkan nilai MSE, PSNR, dan *running time* dari citra yang terkena derau dan kekaburan.
- d. Proses 1.4* Melakukan Reduksi Derau dan Kekaburan
Pada proses ini, sistem melakukan proses reduksi derau dan kekaburan menggunakan *wiener filter* dan *lucy-richardson*.
- e. Proses 1.5* Menampilkan Hasil Perhitungan MSE, PSNR, dan *Running Time* Sesudah Reduksi
- f. Pada proses ini, sistem menampilkan nilai MSE, PSNR, dan *running time* dari citra hasil reduksi.



Gambar 4 Diagram Level 2 Proses 1 Aplikasi Reduksi Derau dan Kekaburan

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Sistem

Setelah dilakukan analisis dan perancangan sistem, selanjutnya adalah tahap implementasi. Berikut ini adalah hasil implementasi pada sistem:

1. Halaman Utama

Halaman utama merupakan halaman pertama yang akan diakses saat aplikasi dijalankan. Pada halaman utama ini terdapat judul dari aplikasi yang telah dibuat ini yaitu “Reduksi Derau Gamma, Derau *Rayleigh*, dan Kekaburan Pada Citra Hasil Kamera Digital dan Citra *X-Ray* Menggunakan *Wiener Filter* dan *Lucy-Richardson*”. Pada halaman ini juga terdapat gambar yang digabungkan yang merupakan gambar dari citra asli, citra kabur, citra yang terkena derau gamma, dan citra yang terkena derau *rayliegh*. Pada halaman ini juga terdapat dua menu yaitu menu *File* dan menu *Help*. Dimana pada menu *file* terdapat dua submenu yaitu reduksi dan keluar, sedangkan pada menu *help* juga terdapat dua submenu yaitu petunjuk aplikasi dan tentang aplikasi. Halaman utama dari aplikasi reduksi derau dan kekaburan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Halaman Utama

2. Halaman Reduksi

Halaman reduksi merupakan submenu dari menu *file*. Pada halaman ini terdapat empat panel, yaitu panel untuk citra asli, panel untuk citra yang terkena derau dan kekaburan, panel citra hasil menggunakan *wiener filter*, dan panel citra hasil menggunakan *lucy-richardson*. Panel citra asli digunakan untuk meng-*load* gambar yang akan diproses ke dalam halaman reduksi dan me-*reset* halaman reduksi. Panel citra yang

terkena derau dan kekaburan digunakan untuk memberikan kekaburan dan derau pada cira asli, untuk memberikan kekaburan pada citra asli dilakukan dengan memasukkan nilai len dan teta, sedangkan untuk memberikan derau gamma dan derau *rayleigh* pada citra asli dapat memasukkan nilai persentase deraunya, kemudian klik *button* derau gamma dan derau *rayleigh*. Pada Panel citra yang terkena derau dan kekaburan, juga dapat diketahui nilai MSE, PSNR, dan *running time* dari citra yang telah terkena kekaburan dan derau. Panel citra hasil menggunakan *wiener filter* digunakan untuk melakukan reduksi pada citra yang telah terkena kekaburan dan derau serta citra asli menggunakan *wiener filter*, kemudian juga dapat diketahui nilai MSE, PSNR, dan *running time* dari citra hasil reduksi menggunakan *wiener filter* tersebut. Terakhir, panel citra hasil menggunakan *lucy-richardson* digunakan untuk melakukan reduksi pada citra yang telah terkena kekaburan dan derau serta citra asli menggunakan *lucy-richardson*, kemudian juga dapat diketahui nilai MSE, PSNR, dan *running time* dari citra hasil reduksi menggunakan *lucy-richardson* tersebut. Halaman reduksi dari aplikasi reduksi derau dan kekaburan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Halaman Reduksi

3. Halaman Tentang

Halaman tentang merupakan submenu dari menu *help*. Halaman ini menampilkan judul

aplikasi, tujuan dibuatnya aplikasi ini, dan nama pembuat aplikasi. Halaman petunjuk dari aplikasi reduksi derau dan kekaburan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Halaman Tentang Aplikasi

B. Hasil Pengujian

1. Lima Puluh Citra Hasil Kamera Digital Dengan Derau dan Kekaburan (Len=15 pixel, Teta=15 derajat, Derau Gamma=10%, Derau Rayleigh=10%)

Tabel 1 Hasil Pengujian Lima Puluh Citra Hasil Kamera Digital Dengan Derau Dan Kekaburan

Hasil Reduksi <i>Wiener Filter</i>	
Jumlah	MSE: 410168,39 dB PSNR: 451,796633 dB <i>Running Time</i> : 51,0284392 s
Rata-rata	MSE: 8203,368 dB PSNR: 9,035933 dB <i>Running Time</i> : 1,0284392 s
Hasil Reduksi <i>Lucy-Richardson</i>	
Jumlah	MSE: 9136,9407 dB PSNR: 1294,9328 dB <i>Running Time</i> : 819,9209 s
Rata-rata	MSE: 182,7388 dB PSNR: 25,898656 dB <i>Running Time</i> : 16,398418 s

Tabel 2 Perbandingan Citra Hasil Reduksi

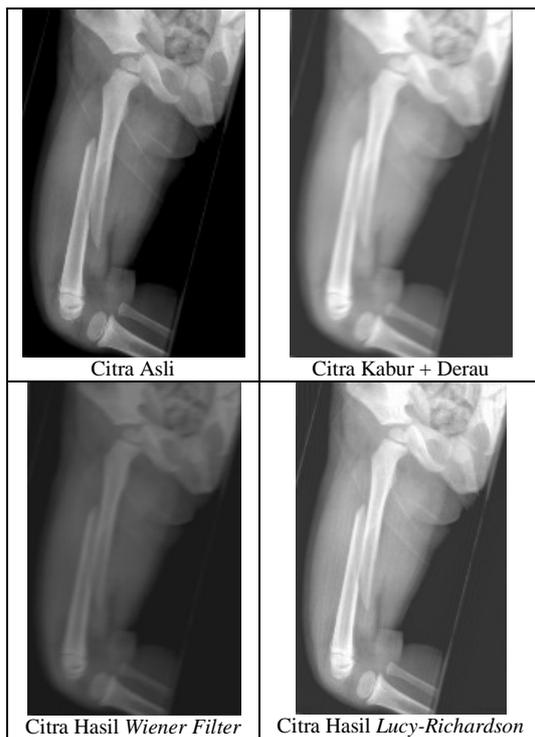


2. Lima Puluh Citra *X-Ray* yang diambil dari *database* LITFL Dengan Derau dan Kekaburan (Len=15 pixel, Teta=15 derajat, Derau Gamma=10%, Derau *Rayleigh*=10%)

Tabel 3 Hasil Pengujian Lima Puluh Citra *X-Ray* Dari Database LITFL Dengan Derau Dan Kekaburan

Hasil Reduksi <i>Wiener Filter</i>	
Jumlah	MSE: 296244,18 dB PSNR: 533,0381 dB <i>Running Time</i> : 204,79701 s
Rata-rata	MSE: 5924,884 dB PSNR: 10,66076 dB <i>Running Time</i> : 4,09594 s
Hasil Reduksi <i>Lucy-Richardson</i>	
Jumlah	MSE: 3129,83706 dB PSNR: 1629,9619 dB <i>Running Time</i> : 2935,63718 s
Rata-rata	MSE: 62,59674 dB PSNR: 32,59924 dB <i>Running Time</i> : 58,71274 s

Tabel 4 Perbandingan Citra Hasil Reduksi



3. Lima Puluh Citra Hasil Kamera Digital Tanpa Derau dan Kekaburan

Tabel 5 Hasil Pengujian Lima Puluh Citra Hasil Kamera Digital Tanpa Derau Dan Kekaburan

Hasil Reduksi <i>Wiener Filter</i>	
Jumlah	MSE: 274414,99 dB PSNR: 536,06237 dB <i>Running Time</i> : 54,000105 s

Rata-rata	MSE: 5488,3 dB PSNR: 10,72125 dB <i>Running Time</i> : 1,0800021 s
Hasil Reduksi <i>Lucy-Richardson</i>	
Jumlah	MSE: 14352,006 dB PSNR: 1204,555 dB <i>Running Time</i> : 179,17232 s
Rata-rata	MSE: 287,0401 dB PSNR: 24,0911 dB <i>Running Time</i> : 3,583446 s

Tabel 6 Perbandingan Citra Hasil Reduksi



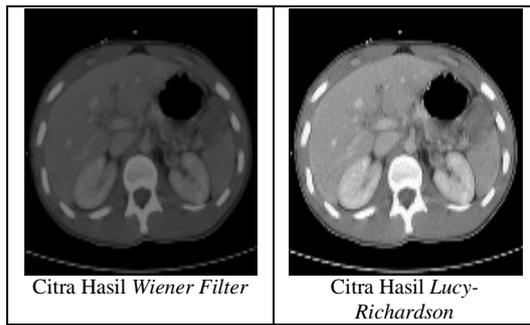
4. Lima Puluh Citra *X-Ray* yang diambil dari *database* LITFL Tanpa Derau dan Kekaburan

Tabel 7 Hasil Pengujian Lima Puluh Citra *X-Ray* Dari Database LITFL Tanpa Derau Dan Kekaburan

Hasil Reduksi <i>Wiener Filter</i>	
Jumlah	MSE: 185692,55 dB PSNR: 627,14137 dB <i>Running Time</i> : 216,7657 s
Rata-rata	MSE: 3713,851 Db PSNR: 12,54283 dB <i>Running Time</i> : 4,335314 s
Hasil Reduksi <i>Lucy-Richardson</i>	
Jumlah	MSE: 4070,23898 dB PSNR: 1583,3152 dB <i>Running Time</i> : 676,0941 s
Rata-rata	MSE: 81,40478 dB PSNR: 31,6663 dB <i>Running Time</i> : 13,52188 s

Tabel 8 Perbandingan Citra Hasil Reduksi



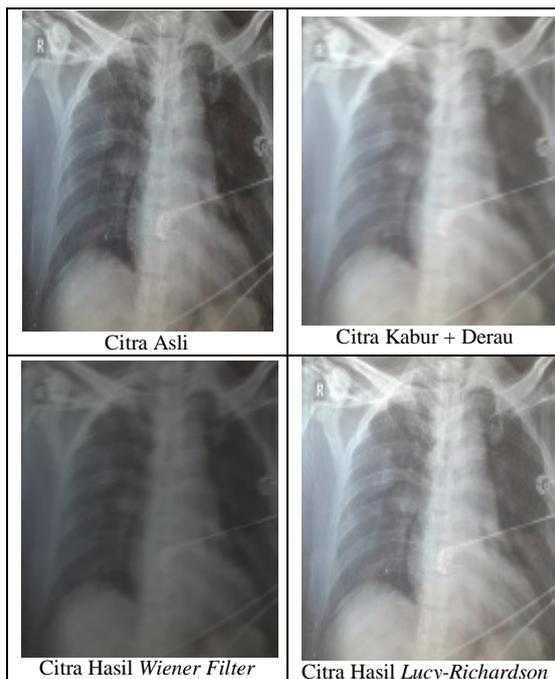


5. Enam Citra *X-Ray* yang diambil dari Kamera Digital Dengan Derau dan Kekaburan (Len=15 pixel, Teta=15 derajat, Derau Gamma=10%, Derau Rayleigh=10%)

Tabel 9 Hasil Pengujian Enam Citra *X-Ray* Dari Kamera Digital Dengan Derau dan Kekaburan

Hasil Reduksi Wiener Filter	
Jumlah	MSE: 41959,85 dB PSNR: 57,83444 dB Running Time: 0,648438 s
Rata-rata	MSE: 6993,30833 dB PSNR: 9,639073 dB Running Time: 0,64844 s
Hasil Reduksi Lucy-Richardson	
Jumlah	MSE: 481,9467 dB PSNR: 30,76668 dB Running Time: 15,96877 s
Rata-rata	MSE: 80,3245 dB PSNR: 30,76668 dB Running Time: 15,9688 s

Tabel 10 Perbandingan Citra Hasil Reduksi

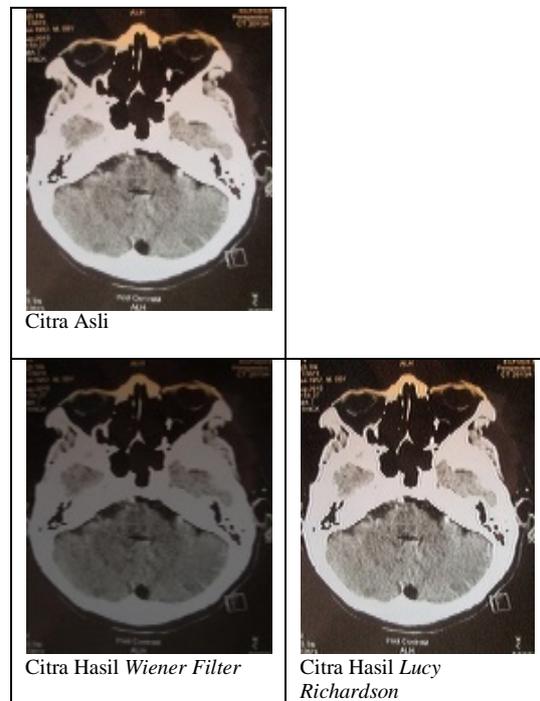


6. Enam Citra *X-Ray* yang diambil dari Kamera Digital Tanpa Derau dan Kekaburan

Tabel 11 Hasil Pengujian Enam Citra *X-Ray* Dari Kamera Digital Tanpa Derau dan Kekaburan

Hasil Reduksi Wiener Filter	
Jumlah	MSE: 24736,06 dB PSNR: 70,6993 dB Running Time: 4,21875 s
Rata-rata	MSE: 4122,676667 dB PSNR: 11,7832167 dB Running Time: 0,703125 s
Hasil Reduksi Lucy-Richardson	
Jumlah	MSE: 531,3309 dB PSNR: 180,4645 dB Running Time: 20,29689 s
Rata-rata	MSE: 88,55515 dB PSNR: 30,077417 dB Running Time: 3,382815 s

Tabel 12 Perbandingan Citra Hasil Reduksi

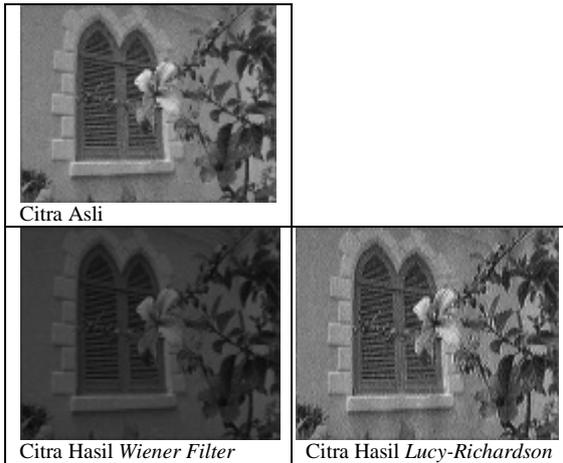


7. Lima Citra Dengan Derau Gaussian yang diambil dari Database LASIP

Tabel 13 Hasil Pengujian Lima Citra Dengan Derau Gaussian Dari Database LASIP

	Hasil Reduksi Wiener Filter	Hasil Reduksi Lucy-Richardson
Jumlah	MSE: 21165,59 dB PSNR: 59,5228 dB Waktu: 4,51563 s	MSE: 3865,52 dB PSNR: 19,1139 dB Waktu: 4,356252 s
Rata-rata	MSE: 4233,12 dB PSNR: 11,9046 dB Waktu: 0,90313 s	MSE: 773,104 dB PSNR: 19,4228 dB Waktu: 4,35625 s

Tabel 14 Perbandingan Citra Hasil Reduksi



Tabel 17 Hasil Pengujian Sepuluh Citra Dengan Hasil Kamera Digital Dengan Derau Dan Kekaburan

	Hasil Reduksi Wiener Filter	Hasil Reduksi Lucy-Richardson
Jumlah	MSE: 80313,47 dB PSNR: 91,21502 dB Running Time: 6,4375 s	MSE: 5249,201 dB PSNR: 211,6415 dB Running Time: 162,0626 s
Rata-rata	MSE: 8031,347 dB PSNR: 9,121502 dB Running Time: 0,64375 s	MSE: 524,9201 dB PSNR: 21,16415 dB Running Time: 16,20626 s

Tabel 18 Perbandingan Citra Hasil Reduksi

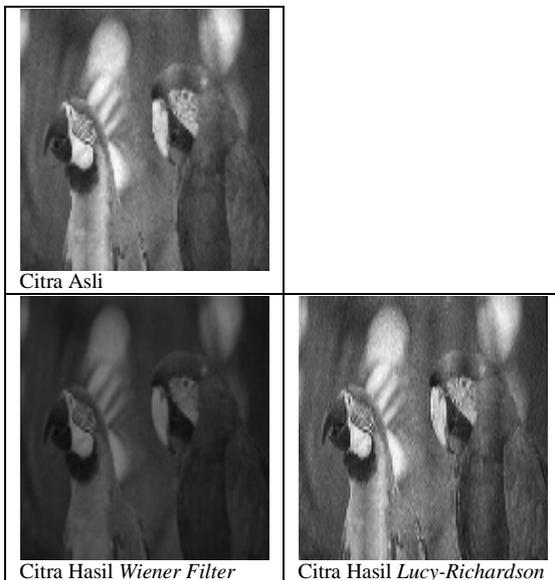


8. Lima Citra Dengan Derau Poisson yang diambil dari Database LASIP

Tabel 15 Hasil Pengujian Lima Citra Dengan Derau Gaussian Dari Database LASIP

	Hasil Reduksi Wiener Filter	Hasil Reduksi Lucy-Richardson
Jumlah	MSE: 21232,31 dB PSNR: 59,4463 dB Waktu: 4,34375 s	MSE: 3892,012 dB PSNR: 96,9214 dB Waktu: 21,10939 s
Rata-rata	MSE: 4246,46 dB PSNR: 11,8893 dB Waktu: 0,86875 s	MSE: 778,402 dB PSNR: 19,3843 dB Waktu: 4,222188 s

Tabel 16 Perbandingan Citra Hasil Reduksi



9. Sepuluh Citra Hasil Kamera Digital Dengan Derau dan Kekaburan (Nilai parameter yang berbeda) (Len=90 pixel, Teta=135 derajat, Derau Gamma=20%, Derau Rayleigh=20%)

VI. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa perancangan sistem, implementasi, dan pengujian aplikasi, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Semakin kecil nilai MSE dari citra hasil reduksi daripada nilai MSE dari citra sebelum reduksi, berarti semakin baik pula kualitas citra tersebut. Sebaliknya pada PSNR, semakin tinggi nilai PSNR dari citra hasil reduksi daripada nilai MSE dari citra sebelum reduksi, berarti semakin baik pula kualitas suatu citra daripada citra sebelumnya citra tersebut.
2. Dari 232 percobaan yang telah dilakukan dengan nilai len, nilai teta, persentase derau gamma, dan persentase derau rayleigh yang

berbeda, dimana terdapat 116 citra masukkan yang terbagi menjadi empat, yaitu lima puluh citra hasil kamera digital, lima puluh citra *x-ray* dari *database* LITFL, enam citra *x-ray* dari kamera digital, dan sepuluh citra dari *database* LASIP diperoleh nilai MSE untuk metode *lucy-richardson* berada antara 6,40552 – 1091,16 sedangkan untuk metode *wiener filter* berada antara 1036,12 – 11530,7 dan nilai PSNR untuk metode *lucy-richardson* berada antara 17,7519 – 39,6579 sedangkan nilai PSNR untuk metode *wiener filter* berada antara 7,51223 – 16,9966. Dari nilai MSE dan PSNR tersebut dapat dilihat metode *lucy-richardson* lebih baik dalam melakukan perbaikan citra dibandingkan dengan metode *wiener filter*.

3. Berdasarkan *running time*, metode *wiener filter* berada antara 0,484375 – 13,9375 sedangkan metode *lucy-richardson* berada antara 1,6875 – 176,531. Dari nilai tersebut dapat dilihat metode *wiener filter* lebih cepat dalam melakukan perbaikan citra dibandingkan dengan metode *lucy-richardson*.

VII SARAN

Berdasarkan analisa perancangan sistem, implementasi, dan pengujian aplikasi, maka untuk pengembangan penelitian selanjutnya diharapkan:

1. Aplikasi ini dapat terus dikembangkan lebih lanjut dalam hal metode yang digunakan, seperti dengan menggunakan metode *Retinex*, metode *Exposure Based Sub-Image Histogramequalization* (ESIHE), ataupun metode lainnya.
2. Dapat melakukan percobaan dengan menggunakan iterasi yang lainnya pada

metode *lucy-richardson* untuk menghasilkan citra yang lebih baik.

REFERENSI

- [1] R. Myler and A. R. Weeks, *The Pocket Handbook of Image Processing Algorithms in C*, New Jersey: Prentice Hall, 1993.
- [2] Kadir and A. Susanto, *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*, Yogyakarta: ANDI, 2013.
- [3] R. Munir, "Restorasi Citra Kabur Dengan Algoritma Lucy-Richardson Dan Perbandingannya Dengan Penapis Wiener," Bandung, 2006.
- [4] Purwandari, E. P. (2015). IMAGE SPLICING DETECTION BASED ON DEMOSAICKING AND WAVELET TRANSFORMATION. *Jurnal Ilmu Komputer dan Informasi*, 8(1), 26-34.
- [5] Deepak, "Adding Noise and Image Restoration," 2010. [Online]. Available: <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/28986-adding-noise-and-image-restoration/content/imnoise2.m>. [Accessed 28 11 2016].
- [6] R. C. Gonzalez, R. E. Woods and S. L. Eddins, *Digital Image Processing Using MATLAB*, Pearson LPE, 2004.
- [7] G. Juanda, "Perancangan Aplikasi Reduksi Noise Pada Citra Digital Dengan Metode Vector Median Filtering (VMF)," *Pelita Informatika Budi Darma*, vol. VIII, pp. 132-137, 2014.
- [8] Yuwono, "Image Smoothing Menggunakan Mean Filtering, Median Filtering, Modus Filtering, Dan Gaussian Filtering," *TELEMATIKA*, vol. 7, pp. 65-75, 2010.