

Penentuan Letak Derau pada Citra Berderau *Salt And Pepper* Berdasarkan Sifat Ketetangaan Piksel

Sri Purwiyanti, FX Arinto Setyawan

Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung

E-mail: surint@unila.ac.id

Abstract

Salt and Pepper noise is caused by malfunctioning pixel in camera sensor, defect in memory locations of hardware or transmission in a noisy channel. The image pixel will be seen different from its neighbour pixel. For images corrupted by salt-and-pepper noise, the noisy pixels can take only the maximum and the minimum values in the dynamic range. This noise can be represented with black or white dot in the image.

The median filter was once the most popular nonlinear filter for removing salt and pepper noise, because of its good power denoising and computational efficiency. However, the median filter method caused all pixel of the restored image will be changed, so the image become not original. Restored can be done for degraded pixel to keep the originality of image. Degraded pixel determination can be determinate by seeing neighbour pixels and its compared with salt and pepper noise characteristic. Pixel has degraded if it has been black or white color and its surrounding has not the same color.

Proposed method has been tested to standard image, i.e. Lena and Mandrill with noise which has 0.01-0.7 density. The result of the Lena image is 97.7% and in the Mandrill is 98.05%.

Keywords : Salt and Pepper, median, neighbour

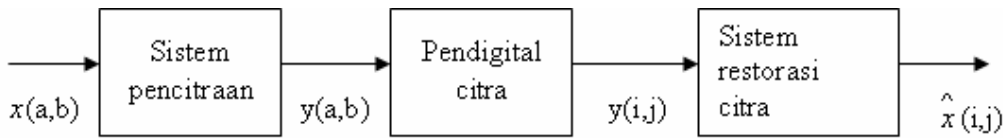
Pendahuluan

Pengolahan citra sebenarnya adalah memproses suatu citra atau gambar, sehingga menghasilkan citra lain yang lebih diinginkan. Pengolahan citra perlu dilakukan karena pada saat proses pendigitalan citra hasil yang didapatkan seringkali tidak seperti yang diinginkan. Hasil dari proses pendigitalan mengalami penurunan kualitas karena adanya faktor-faktor antara lain penyimpangan sistem optis, perubahan cuaca, gerakan, sensor-sensor pencitraan elektronik yang digunakan, dan lain sebagainya.

Operasi pengolahan citra diklasifikasikan dalam enam jenis operasi yaitu peningkatan kualitas citra, restorasi citra, kompresi citra, segmentasi citra, analisis citra dan rekonstruksi citra. Operasi pengolahan citra untuk mengatasi penurunan kualitas dapat dilakukan dengan peningkatan kualitas citra dan restorasi citra. Perbedaan kedua operasi adalah peningkatan kualitas citra bertujuan memperbaiki kualitas citra dengan cara memanipulasi nilai-nilai piksel sehingga menjadi citra baru yang memiliki nilai-nilai piksel yang berbeda dengan sebelumnya, sedangkan restorasi citra bertujuan mengembalikan atau memulihkan citra yang mengalami penurunan kualitas menjadi citra asli tanpa memanipulasi nilai-nilai piksel.

Restorasi citra merupakan bagian yang penting dalam pengolahan citra digital. Gambar 1 memperlihatkan sistem restorasi digital yang terdiri atas tiga subsistem: sistem pencitraan, pendigital citra dan sistem restorasi citra. Sistem pencitraan yang terdiri atas sistem optis dan peralatan perekaman merupakan sumber utama degradasi kualitas citra. Untuk memungkinkan

pemrosesan dengan komputer, citra dicuplik (sampling) dan dikuantisasikan dengan pendigital citra yang juga menghasilkan beberapa degradasi awal.



Gambar 1. Sistem restorasi citra digital

Keberhasilan proses restorasi akan membantu pengolahan citra tahap berikutnya. Segmentasi citra dan analisis citra dapat dilakukan dengan baik jika citra yang diolah memiliki derau yang rendah (kecil). Ketepatan hasil analisis sangat dipengaruhi oleh keberhasilan proses restorasi. Analisis citra merupakan pengolahan citra tahap akhir, dimana biasanya digunakan untuk aplikasi-aplikasi di kehidupan sehari-hari, misalnya pengenalan sidik jari, pengenalan pola wajah, pengenalan *barcode* dan lain-lain.

Restorasi citra yang mengalami degradasi *Salt and Pepper* dapat dilakukan dengan menggunakan tapis median. Tetapi hasil restorasi akan memberikan nilai piksel yang berbeda dengan citra aslinya. Tapis median akan merubah semua piksel pada citra dengan nilai median dari piksel tetangga dari piksel yang ditinjau, sehingga piksel yang tidak mengalami degradasi juga akan diubah dengan nilai piksel baru.

B Tinjauan Pustaka

Citra didefinisikan sebagai fungsi intensitas cahaya dua dimensi $f(x,y)$, dimana x dan y menyatakan koordinat dan nilai f pada setiap titik (x,y) menyatakan intensitas atau kecerahan (aras kelabu) dari citra pada titik tersebut. Citra digital adalah citra $f(x,y)$ yang diubah koordinat dan kecerahannya ke dalam bentuk diskret. Citra digital dapat dianggap sebagai matriks dimana indek baris dan kolomnya menyatakan aras kelabu pada titik tersebut (Gonzalez, 2001). Titik pada citra digital disebut piksel.

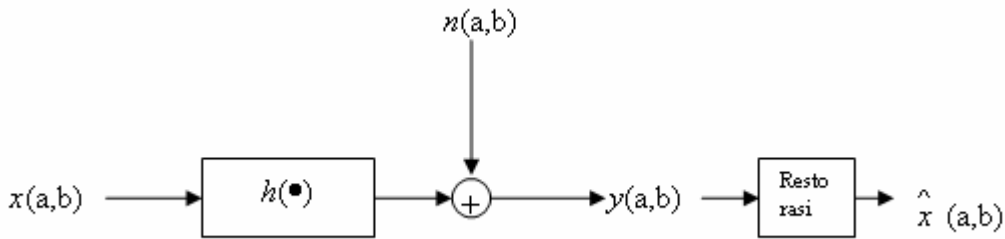
Jangkauan nilai f disebut jangkauan aras kelabu. Jika f hanya mempunyai dua nilai f maka disebut citra biner. Citra digital 1 bit merupakan citra digital yang mempunyai jangkauan aras kelabu 1 bit atau mempunyai dua nilai intensitas (2^1). Nilai 0 menyatakan warna hitam dan nilai 1 menyatakan warna putih. Citra aras kelabu memperbolehkan mempunyai lebih dari dua nilai intensitas. Jangkauan aras kelabu dinyatakan dalam bit, dimana 1 bit menyatakan citra mempunyai 2^1 atau dua nilai intensitas, 2 bit menyatakan citra mempunyai 2^2 atau empat nilai intensitas, dan seterusnya (Hong, 2002),.

Pada saat pendigitalan citra terjadi dua macam penurunan kualitas citra yaitu penurunan kualitas secara deterministik (*deterministic degradations*), seperti kabur (*blur*) yang disebabkan penyimpangan sistem optis, gerakan, kekacauan atmosfer, serta ketidak linearan film dan penurunan kualitas secara statistik (*statistical degradations*), seperti derau (*noise*) yang disebabkan sensor-sensor pencitraan elektronik, granularitas film, dan fluktuasi cahaya atmosfer (Zhou dan Rama, 1988). Kedua penurunan kualitas citra tersebut dapat terjadi secara bersamaan pada saat pendigitalan.

Restorasi citra termasuk menghilangkan kekaburan dan derau yang terjadi pada citra. Pada sistem restorasi citra, pendigital citra mengikuti sistem pencitraan (Gambar 1). Keluaran sistem pencitraan, yakni citra yang teramati pertama-tama digitalkan baik secara spatial dan dalam amplitudonya, kemudian masuk ke sistem restorasi. Sistem restorasi adalah untuk menghasilkan citra digital yang merupakan perkiraan atas pendigitalan citra asli secara sempurna.

Model Degradasi Kualitas Citra

Efektivitas teknik restorasi sebagian besar tergantung pada akurasi pemodelan citra. Model degradasi citra linear kontinu dan restorasi citra diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Model degradasi citra dan restorasi citra.

Kekaburan citra dapat dimodelkan sebagai superposisi dengan tanggapan impuls $h(\bullet)$ (Cheema, Qureshi dan Naveed, 2001). Jika sistem pencitraan adalah linear, citra dapat dimodelkan dengan persamaan:

$$y(a,b) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} h(a,b;\alpha,\beta) x(\alpha,\beta) d\alpha d\beta + n(a,b) \quad (1)$$

dengan $h(a,b;\alpha,\beta)$ adalah fungsi kaburan
 $n(a,b)$ adalah fungsi tambahan derau (*Salt and Pepper*)
 $x(a,b)$ adalah citra asli
 $y(a,b)$ adalah citra terdegradasi

Ketetangaan Pixel Citra

Ketetangaan piksel citra diperlihatkan pada Gambar 3. Sebuah titik p pada koordinat (x,y) mempunyai empat tetangga horisontal dan vertikal, dengan koordinat:

$$(x+1,y), (x-1,y), (x,y+1), (x,y-1)$$

kumpulan titik ini disebut empat tetangga dari p , yang dinyatakan dengan $N_4(p)$. Empat tetangga diagonal dari p mempunyai koordinat:

$$(x+1,y+1), (x+1,y-1), (x-1,y+1), (x-1,y-1)$$

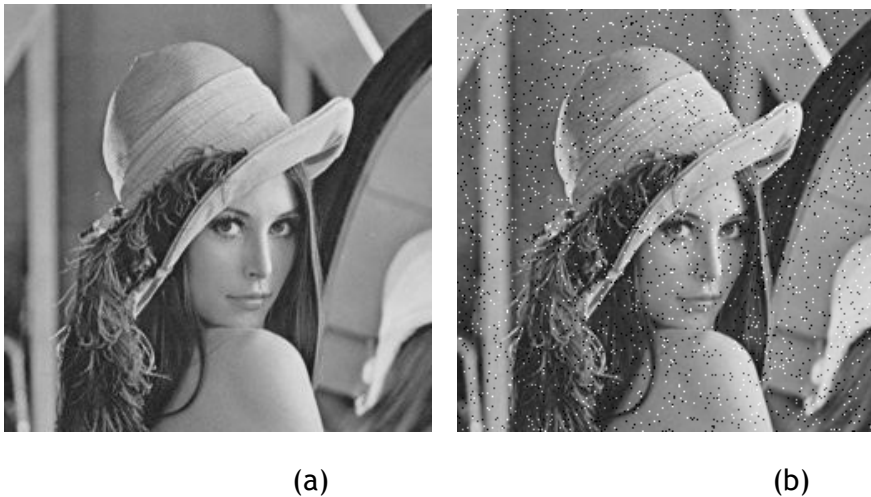
dinyatakan dengan $N_D(p)$. $N_4(p)$ bersama dengan $N_D(p)$ disebut sebagai 8 tetangga dari p , dinyatakan dengan $N_8(p)$.

$(x-1,y+1)$	$(x,y+1)$	$(x+1,y+1)$
$(x-1,y)$	$P(x,y)$	$(x+1,y)$
$(x-1,y-1)$	$(x,y-1)$	$(x+1,y-1)$

Gambar 3 Ketetangaan piksel citra

Derau Salt and Pepper

Derau salt and pepper adalah bentuk derau yang biasanya terlihat titik-titik hitam dan putih pada citra seperti tebaran garam dan merica. Derau salt and pepper disebabkan karena terjadinya error bit dalam pengiriman, piksel-piksel yang tidak berfungsi dan kerusakan pada lokasi memori (Roomi, Lakshmi, Kumar, 2006). Derau ini termasuk dalam degradasi statistik yang diakibatkan sensor-sensor pencitraan elektronis, granularitas film, dan fluktuasi cahaya atmosfer. Piksel yang mengalami degradasi ini akan terlihat berbeda dengan piksel ketetanggaannya. Citra yang mengalami degradasi *Salt and Pepper* diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. (a) Citra Asli (b). Citra berderau salt and pepper

Tapis Median

Tapis median adalah tapis orde statistik mengganti nilai pusat dalam lingkungan tetangga tapis dengan median dari nilai-nilai yang ada pada lingkungan piksel tersebut. Jika nilai-nilai dalam blok mengganti nilai pada isyarat yang akan ditapis selanjutnya, disebut tapis median rekursif. Penapisan isyarat terbatas tapis median hanya terdiri dari blok-blok (lingkungan tetangga) dan tepi-tepi yang konstan. Lingkungan tetangga yang konstan adalah daerah dengan nilai konstan sekurang-kurangnya $n+1$ (lebih dari setengah luas N) dan tepi adalah daerah datar sepanjang antara dua lingkungan tetangga konstan. Penapisan himpunan isyarat ini mengindikasikan bahwa tapis median mempertahankan secara perlahan-lahan daerah yang bervariasi dan tepi yang tajam, tetapi mengubah impuls dan osilasi yang cepat.

123	125	126	130	140
122	124	126	127	135
118	120	150	125	134
119	115	119	123	133
111	116	110	120	130

115, 119, 120, 123, 124,
125, 126, 127, 150

Nilai 124

Gambar 5. ketetanggaan 3 x 3

Kegunaan tapis ini adalah untuk memperhalus citra tetapi tidak sehalus tapis mean. Citra yang dihasilkan terlihat tidak rapi karena dilakukan dengan mencari nilai tengah dari matriks ketetanggaannya. Efek yang ditimbulkan dari tapis ini adalah berupa efek sulaman, dimana citra yang dihasilkan terlihat seperti gambar yang dilukis dengan crayon kemudian digosok-gosok hingga terlihat kabur. Gambar 5 memperlihatkan bagaimana tapis median bekerja pada penapisan dengan lingkungan tetangga 3 x 3. Caranya adalah, dengan menghitung nilai median suatu piksel tetangga, dapat dilihat bahwa piksel dengan pusat 150 agak tidak mewakili golongan yang melingkupinya dan menggantinya dengan nilai median dari ketetangaan 3 x 3 dari piksel tersebut, yaitu 124.

Penentuan status piksel

Penentuan status piksel ditentukan dengan melihat piksel yang ditinjau apakah bernilai maksimum atau minimum (hitam atau putih). Jika piksel yang ditinjau tidak bernilai maksimum atau minimum maka piksel yang ditinjau dilewati dan dianggap tidak mengalami degradasi. Jika bernilai maksimum atau minimum maka dilihat piksel-piksel tetangganya. Jika piksel tetangganya bernilai sama untuk baris sebelumnya atau sesudahnya atau jika piksel tetangganya bernilai sama untuk kolom sebelumnya atau sesudahnya maka piksel dianggap tidak mengalami degradasi, jika tidak maka piksel dianggap mengalami degradasi dan ditandai.

Metode penentuan status piksel diperlihatkan pada Gambar 6.

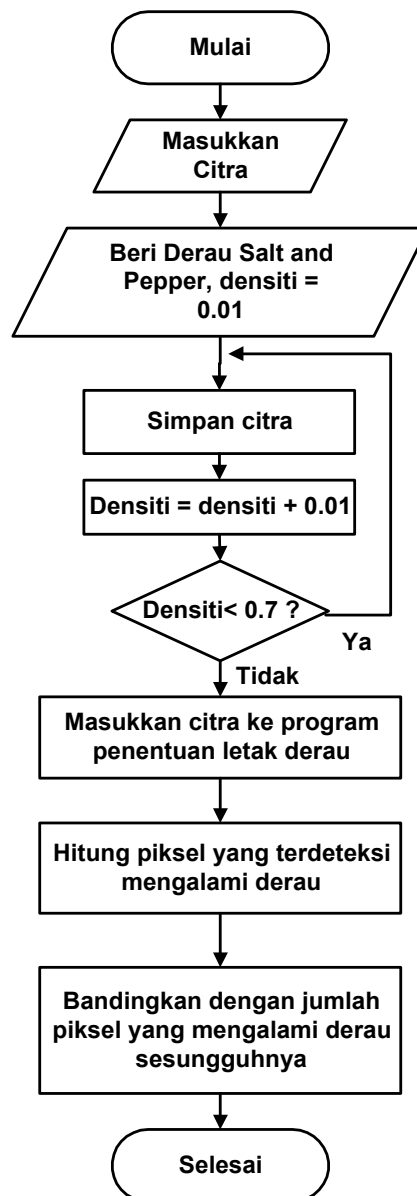
123	125	126	130	140	125
122	0	126	127	135	0
118	120	255	125	0	0
119	225	119	123	133	0
111	225	255	120	130	122
115	225	131	125	110	135

Gambar 6. Contoh matriks piksel citra

Piksel dengan nilai 0 diperiksa dengan melihat matriks tetanggaannya, karena baris dan kolom tidak bernilai 0 maka dianggap piksel tersebut mengalami degradasi. Piksel dengan nilai 255 diperiksa dengan melihat matriks tetanggaannya, karena baris dan kolom tidak bernilai 255 maka dianggap piksel tersebut mengalami degradasi. Dengan mengetahui piksel-piksel mana saja yang mengalami degradasi maka restorasi dapat dilakukan pada piksel-piksel tersebut.

C. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dipergunakan diperlihatkan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 7.



Gambar 7 Diagram alir penelitian.

Pemberian derau pada citra, penyimpanan citra, penentuan letak derau dan perhitungan prosentase keberhasilan pendeteksian dibuat menggunakan bahasa pemrograman Matlab.

Algoritma program penentuan letak derau adalah sebagai berikut:

- Langkah 1. Memasukkan citra yang telah mengalami degradasi dengan densiti diketahui. Jumlah piksel yang mengalami degradasi adalah: $\text{Jumlah piksel} = \text{Jumlah piksel total} * \text{densiti}$
- Langkah 2. memeriksa piksel pada posisi baris pertama dan kolom pertama, apakah piksel bernilai maksimum (putih) atau bernilai minimum (hitam).
- Langkah 3. Jika piksel bernilai maksimum atau minimum memeriksa tetangga dari piksel tersebut apakah bernilai sama dengan piksel yang ditinjau atau tidak. Jika bernilai sama maka piksel tidak mengalami derau, jika tidak piksel mengalami derau dan menandai piksel tersebut.

Langkah 4. Ulangi langkah 2 jika baris dan kolom belum mencapai nilai maksimum dari baris dan kolomnya.

Langkah 5. Jika semua piksel sudah diperiksa maka menghitung prosentase dari piksel yang mengalami degradasi sesungguhnya dengan jumlah piksel yang ditandai sebagai piksel yang mengalami degradasi.

Hasil dan Pembahasan

Citra uji yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah citra Lena dan Mandrill (Baboon) yang dianggap sebagai citra standard untuk pengolahan citra. Kedua citra diberi derau Salt and Pepper dengan densiti mulai dari 0,01 hingga 0,7. Hasil penentuan piksel yang mengalami degradasi untuk masing-masing citra dengan variasi densiti diperlihatkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Hasil perhitungan penentuan letak piksel berderau pada citra Lena.

Var	Jumlah piksel berderau sebenarnya	Jumlah piksel terdeteksi mengalami derau	Prosentase
0,01	655	656	99,85
0,02	1310	1227	93,66
0,03	1965	1906	96,95
0,04	2620	2512	95,84
0,05	3275	3173	96,86
0,06	3930	3762	95,68
0,07	4585	4480	97,67
0,08	5240	5130	97,86
0,09	5895	5720	96,99
0,1	6550	6544	99,86
0,2	13107	13043	99,51
0,3	19660	19305	98,19
0,4	26216	25841	98,58
0,5	32768	32266	98,47
0,6	39321	38738	98,52
0,7	45875	45258	98,66
Rata-rata keberhasilan deteksi			97,70

Tabel 1 memperlihatkan bahwa masih terdapat piksel-piksel yang berderau tetapi tidak terdeteksi sebagai piksel berderau ini terbukti bahwa nilai prosentasenya tidak ada yang bernilai 100 %. Pada derau dengan densiti 0.01 bahkan terdapat piksel yang bukan berderau dianggap sebagai piksel yang berderau, terlihat bahwa jumlah piksel terdeteksi sebagai derau lebih besar daripada jumlah piksel berderau yang sesungguhnya.

Tabel 2 Hasil perhitungan penentuan letak piksel berderau pada citra Mandrill.

Var	Jumlah piksel berderau sebenarnya	Jumlah piksel terdeteksi mengalami derau	Prosentase
0,01	400	409	97,75
0,02	800	776	97,00
0,03	1200	1192	99,33
0,04	1600	1577	98,56
0,05	2000	1985	99,25
0,06	2400	2341	97,54
0,07	2800	2680	95,71

Var	Jumlah piksel berderau sebenarnya	Jumlah piksel terdeteksi mengalami derau	Prosentase
0,08	3200	3145	98,28
0,09	3600	3522	97,83
0,1	4000	3949	98,73
0,2	8000	7797	97,46
0,3	12000	11731	97,76
0,4	16000	15824	98,90
0,5	20000	19811	99,06
0,6	24000	23530	98,04
0,7	28000	27331	97,61
Rata-rata keberhasilan deteksi			98,05

Tabel 2 memperlihatkan kasus yang sama dengan Tabel 1, yaitu masih terdapat piksel-piksel yang berderau tetapi tidak terdeteksi sebagai piksel berderau ini terbukti bahwa nilai prosentasenya tidak ada yang bernilai 100 %. Pada derau dengan densiti 0.01 bahkan terdapat piksel yang bukan berderau dianggap sebagai piksel yang berderau, terlihat bahwa jumlah piksel terdeteksi sebagai derau lebih besar daripada jumlah piksel berderau yang sesungguhnya sama dengan kasus pada tabel 1.

Dengan prosentase keberhasilan yang lebih besar dari 90% maka hasil penentuan letak piksel berderau pada citra berderau salt and Pepper dianggap berhasil. Proses selanjutnya yaitu restorasi dapat dilakukan pada piksel-piksel yang dianggap mengalami derau menggunakan metode ini. Artinya sekitar 90% lebih piksel yang mengalami derau dapat dikenali dan dilakukan proses restorasi. Proses restorasi tidak mengubah seluruh piksel seperti menggunakan metode tapis median tetapi hanya pada piksel yang dianggap berderau menggunakan metode ini.

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pembahasan penelitian ini adalah Metode yang diusulkan terbukti memberikan hasil yang baik dalam menentukan posisi piksel yang mengalami derau, yaitu rata-rata keberhasilan untuk citra Lena sekitar 97,7% dan citra Mandrill sekitar 98,05%.

Daftar Pustaka

- Cheema, T. A., Qureshi, I. M., Naveed, A., 2001, "Artificial Neural Network For Blur Identification And Restoration Of Nonlinearly Degraded Images", International Journal of Neural Systems, Vol. 11, No. 5 p. 455-461
- Gonzalez, R., C., and Richard E., W., 2001, "Digital Image Processing", Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey
- Hong, Canaan, S., Hornsey, R., 2002, "On-chip binary image processing with CMOS image sensors", Proc. SPIE Vol. 4669, p. 125-136, Sensors and Camera Systems for Scientific, Industrial, and Digital Photography Applications III, Morley M. Blouke; John Canosa; Nitin Sampat; Eds
- Roomi, M., Lakshmi, Kumar, V. A, 2006, "A Recursive Gaussian Weighted Filter For Impulse Noise Removal", GVIP Jurnal , Vol. 6, Issue 3, p 33-37
- Zhou, Y.T. dan Rama Chellapa, 1988,"Image Restoration using a Neural Network", IEEE Trans. Acoustic, Speech, Signal Processing, vol. 36. p.1141-1151