

Analisis Kualitas Interpolasi Terhadap Fitur Statistik pada Citra

Meirista Wulandari

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Tarumanagara, Jakarta, Indonesia
meiristaw@ft.untar.ac.id

Diterima 10 Desember 2016

Disetujui 30 Desember 2016

Abstract—There are a lot of applications of pattern recognition which need input image with a certain size. The size effect the result of pattern recognition. Determining size of image adopts interpolation technique. Interpolated image's quality depends on interpolation technique. Texture is the main feature which is used in image processing and computer vision to classify object. One of some methods that are used to characterize texture is statistical methods. Statistical methods characterize texture by the statistical distribution of the image density. This research compared 4 interpolation methods (Nearest Neighbor Interpolation, Bilinear Interpolation, Bicubic Interpolation and Nearest Neighbor Value Interpolation) and 6 features of 10 test images. Based on 6 features which are researched, skewness changes upto 800%, energy 90%, entropy 75%, smoothness 18%, standard deviation 10% and mean 0,9%

Index Terms—Interpolation, Statistical feature, NNI, Bilinear Interpolation, NNV, Bicubic Interpolation

I. Pendahuluan

Teknik pengolahan citra sudah banyak berkembang dalam berbagai bidang, termasuk dalam bidang peningkatan gambar dengan resolusi rendah menjadi gambar dengan resolusi tinggi atau pun sebaliknya [1] [2]. Kualitas gambar hasil pengolahan tergantung dari teknik interpolasi yang digunakan. Selama beberapa tahun terakhir, berbagai teknik pengolahan citra telah dikembangkan seperti teknik kompresi, teknik restorasi, teknik filter dan segmentasi. Namun teknik interpolasi masih kurang dieksplorasi [3].

Sistem *Content Based Image Retrieval* (CBIR) adalah suatu sistem yang mengaplikasikan

penggunaan analisa citra untuk mengekstrak secara otomatis sejumlah atribut citra suatu waktu pada database citra [4]. Dalam sistem CBIR [5] [6], fitur adalah suatu karakteristik yang dapat menangkap informasi visual dari suatu citra baik secara global atau local. Tekstur adalah fitur utama yang digunakan dalam pengolahan citra dan *computer vision* untuk mengklasifikasikan suatu objek. Karena Citra digital tersusun dari sejumlah piksel, tekstur dapat didefinisikan sebagai kesatuan piksel-piksel yang saling berhubungan antara satu piksel dengan yang lainnya [7]. Salah satu metode yang dapat menyatakan hubungan tersebut adalah metode statistik. Metode statistik menguraikan distribusi spasial nilai keabuan intensitas citra. Penguraian yang dimaksud adalah dengan menghitung secara lokal fitur di setiap titik dalam citra [8].

Ada beberapa aplikasi dalam pengenalan pola yang memerlukan citra masukan dengan ukuran tertentu agar proses lebih mudah dilakukan. Perubahan ukuran dalam penentuan citra masukan mengadopsi teknik interpolasi. Kualitas citra hasil interpolasi tentu tidak sama dengan kualitas citra asli. Penelitian ini membahas tentang pengaruh interpolasi terhadap tekstur suatu citra khususnya fitur statistic.

II. Interpolasi

Interpolasi (biasa disebut *resampling*) adalah sebuah metode pencitraan untuk meningkatkan (atau mengurangi) jumlah piksel dalam citra digital [9]. Interpolasi citra bekerja dalam dua arah dan mencoba untuk mencapai pendekatan yang terbaik dari sebuah piksel yang warna dan intensitasnya didasarkan pada nilai-nilai di sekitar piksel. Beberapa contoh interpolasi adalah *Nearest Neighbor Interpolation* (NNI),

bilinear interpolation, bicubic interpolation [10] dan *nearest neighbor value interpolation* [11].

A. Nearest Neighbor Interpolation (NNI)

Nearest Neighbor Interpolation (NNI) adalah metode paling sederhana dan pada dasarnya membuat piksel lebih besar. Jika Anda akan memperbesar 200% satu piksel akan diperbesar 2×2 luas dari 4 piksel dengan warna yang sama seperti aslinya piksel.

Dalam metode ini setiap piksel hasil interpolasi didapat dari nilai tetangga terdekat pada citra masukan. Kernel interpolasi dari metode NNI adalah

$$h(x) = \begin{cases} 0; & |x| > 0 \\ 1; & |x| < 0 \end{cases} \quad (1)$$

Frekuensi response dari kernel NNI adalah

$$H(\omega) = \text{sinc}(\omega/2) \quad (2)$$

Walaupun metode ini sangat sederhana, tetapi kualitas yang dihasilkan kurang baik

B. Bilinear Interpolation

Bilinear interpolation menentukan nilai piksel baru berdasarkan rata-rata (dengan memberi bobot) dari 4 piksel dari ukuran 2×2 piksel tetangga terdekat dalam gambar asli. Metode ini rata-rata memiliki efek *anti-aliasing* dan karena itu relatif mulus pada bagian tepinya. Kernel bilinear interpolasi adalah

$$u(x) = \begin{cases} 0; & |x| > 1 \\ 1 - |x|; & |x| < 1 \end{cases} \quad (3)$$

X adalah jarak diantara 2 titik yang diinterpolasi.

C. Bicubic Interpolation

Bicubic interpolation adalah interpolasi dengan metode yang lebih canggih dan hasilnya lebih halus pada bagian tepi-tepinya daripada *bilinear interpolation*. *Bicubic* menggunakan 4×4 piksel tetangga untuk mengambil informasi. *Bicubic* menghasilkan gambar yang terasa lebih tajam dari dua metode sebelumnya, dan mungkin merupakan kombinasi ideal waktu proses dan output yang berkualitas. Ini adalah metode yang paling sering digunakan oleh perangkat lunak editing. Kernel interpolasi dari *bicubic interpolation* adalah

$$w(x) = \begin{cases} (a+2)|x|^2 - (a+3)|x| + 1 & \text{untuk } |x| \leq 1 \\ a|x|^2 - 5a|x| + 8a & \text{untuk } 1 < |x| < 2 \\ 0 & \text{untuk lainnya} \end{cases} \quad (4)$$

III. Tekstur Citra

Tekstur suatu citra didefinisikan sebagai hubungan mutual antara nilai intensitas beberapa piksel yang bertetangga. Metode sederhana untuk mendapatkan tekstur adalah dengan berdasarkan pada histogram [2] [12]. Fitur pertama yang dapat dihitung secara statistik adalah rerata intensitas. Komponen fitur ini dihitung dengan persamaan:.

$$\mu = \sum_{i=0}^{L-1} i \cdot p(i) \quad (5)$$

Dalam hal ini, i adalah aras keabuan pada citra f dan $p(i)$ menyatakan probabilitas kemunculan i dan L menyatakan nilai aras keabuan tertinggi. Rumus di atas akan menghasilkan rerata kecerahan objek.

Fitur kedua berupa deviasi standar.

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^{L-1} (i - \mu)^2 p(i)} \quad (6)$$

Fitur *skewness* merupakan ukuran ketidaksimetrisan terhadap rerata intensitas.

$$\text{skewness} = \frac{\sum_{i=1}^{L-1} (i - \mu)^3 p(i)}{(L - 1)^2} \quad (7)$$

Energi adalah ukuran yang menyatakan distribusi intensitas piksel teradap jangkauan aras keabuan.

$$\text{energy} = \sum_{i=0}^{L-1} [p(i)]^2 \quad (8)$$

Entropi mengindikasikan komplrksitas citra. Semakin tinggi nilai entropi, semakin kompleks citra tersebut. Perlu diketahui, entropi dan energi cenderung berkebalikan. Entropi juga merepresentasikan jumlah informasi yang terkandung di dalam sebaran data.

$$\text{entropy} = - \sum_{i=0}^{L-1} p(i) \log_2(p(i)) \quad (9)$$

Properti kehalusan (*smoothness*) biasa disertakan untuk mengukur tingkat kehalusan intensitas pada citra

$$R = 1 - \frac{1}{1 + \sigma^2} \quad (10)$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN



Citra 1



Citra 2



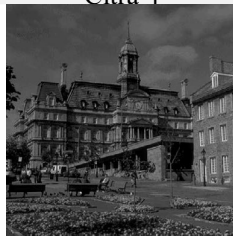
Citra 3



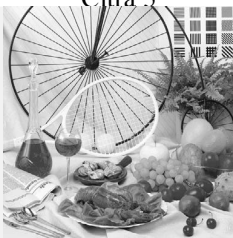
Citra 4



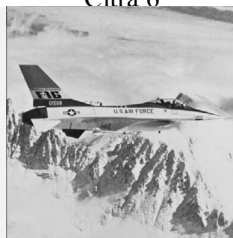
Citra 5



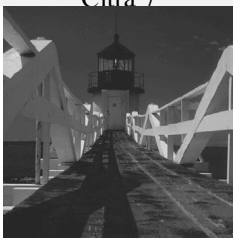
Citra 6



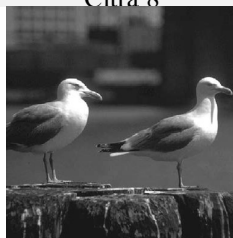
Citra 7



Citra 8



Citra 9



Citra 10

Gambar 1. Citra Asli Berskalakeabuan 512×512



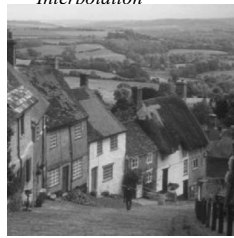
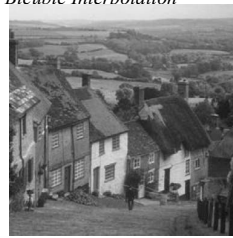
Citra 1 Hasil NNI

Citra 1 Hasil *Bilinear Interpolation*Citra 1 Hasil *Bicubic Interpolation*

Citra 1 Hasil NNV



Citra 2 Hasil NNI

Citra 2 Hasil *Bilinear Interpolation*Citra 2 Hasil *Bicubic Interpolation*

Citra 2 Hasil NNV



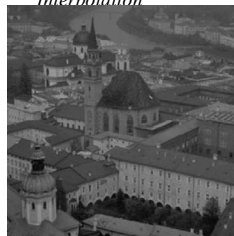
Citra 3 Hasil NNI

Citra 3 Hasil *Bilinear Interpolation*Citra 3 Hasil *Bicubic Interpolation*

Citra 3 Hasil NNV



Citra 4 Hasil NNI

Citra 4 Hasil *Bilinear Interpolation*Citra 4 Hasil *Bicubic Interpolation*

Citra 4 Hasil NNV



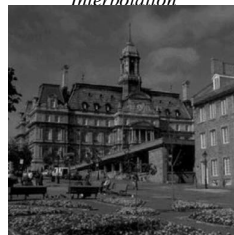
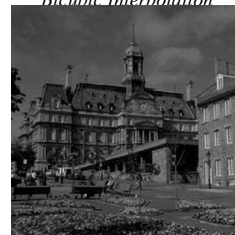
Citra 5 Hasil NNI

Citra 5 Hasil *Bilinear Interpolation*Citra 5 Hasil *Bicubic Interpolation*

Citra 5 Hasil NNV



Citra 6 Hasil NNI

Citra 6 Hasil *Bilinear Interpolation*Citra 6 Hasil *Bicubic Interpolation*

Citra 6 Hasil NNV

Gambar 2. Citra Hasil Interpolasi



Citra 7 Hasil NNI

Citra 7 Hasil *Bilinear Interpolation*Citra 7 Hasil *Bicubic Interpolation*

Citra 7 Hasil NNV



Citra 8 Hasil NNI

Citra 8 Hasil *Bilinear Interpolation*Citra 8 Hasil *Bicubic Interpolation*

Citra 8 Hasil NNV



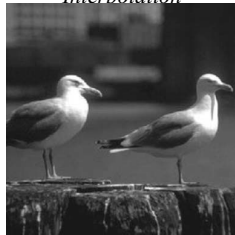
Citra 9 Hasil NNI

Citra 9 Hasil *Bilinear Interpolation*Citra 9 Hasil *Bicubic Interpolation*

Citra 9 Hasil NNV



Citra 10 Hasil NNI

Citra 10 Hasil *Bilinear Interpolation*Citra 10 Hasil *Bicubic Interpolation*

Citra 10 Hasil NNV

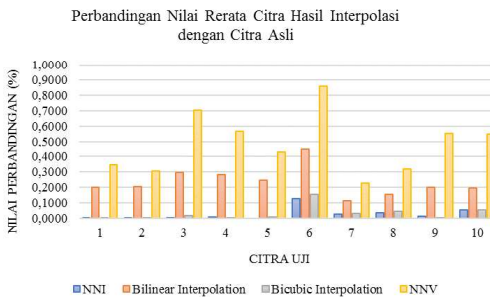
Gambar 2. Citra Hasil Interpolasi (Lanjutan)

Terdapat 10 buah citra berskala keabuan dengan ukuran masing-masing 512×512 . Kesepuluh citra uji dapat dilihat pada Gambar 1. Kesepuluh citra tersebut dihitung nilai tekstur citranya sebagai nilai tekstur dari citra asli. Interpolasi dilakukan terhadap 10 buah citra berskala keabuan dengan ukuran 128×128 dan 256×256 . Empat buah teknik interpolasi diteliti. Hasil citra interpolasi dengan faktor interpolasi sama dengan 2 dapat dilihat pada Gambar 2.

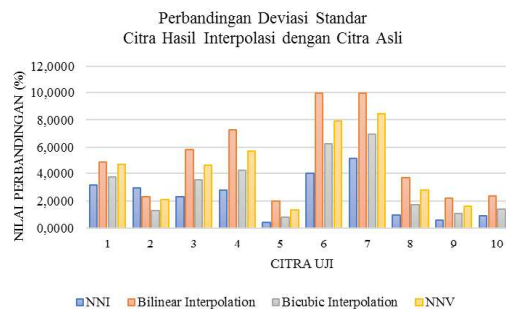
Pengaruh Interpolasi terhadap rerata citra dapat dilihat pada Gambar 3. Nilai rerata antara citra asli dengan citra hasil interpolasi berbeda-beda. Nilai perbedaan rerata dinyatakan dalam persentase. Perbedaan rerata yang ditunjukkan tidak sampai 1%. Rata-rata perbedaan dari 10 citra yang diuji yaitu metode NNI berbeda 0,03%, metode *Bilinear Interpolation* 0,23%, metode *Bicubic Interpolation* 0,03% dan metode NNV 0,49%. Perbedaan citra hasil NNI memiliki nilai yang terkecil diantara metode lainnya. Perbedaan rerata terbesar ditunjukkan oleh citra hasil metode NNV.

Pengaruh Interpolasi terhadap deviasi standar citra dapat dilihat pada Gambar 4. Nilai deviasi standar antara citra asli dengan citra hasil interpolasi berbeda-beda. Nilai perbedaan deviasi standar dinyatakan dalam persentase. Perbedaan deviasi standar yang ditunjukkan hampir mencapai 10%. Rata-rata perbedaan nilai standar deviasi dari kesepuluh citra yang diuji yaitu metode NNI berbeda 2,33%, metode *Bilinear Interpolation* 5,05%, metode *Bicubic Interpolation* 3,10% dan metode NNV 4,11%. Perbedaan nilai standar deviasi citra hasil NNI memiliki nilai yang terkecil diantara metode lainnya. Perbedaan nilai standar deviasi terbesar ditunjukkan oleh citra hasil metode *bilinear interpolation*.

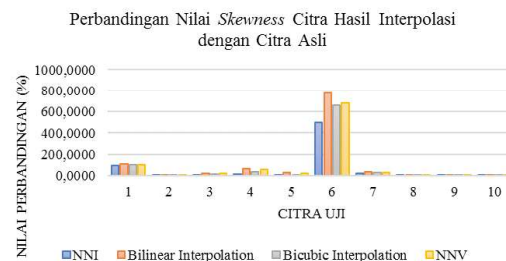
Pengaruh Interpolasi terhadap *skewness* citra dapat dilihat pada Gambar 5. Nilai *skewness* antara citra asli dengan citra hasil interpolasi berbeda-beda.



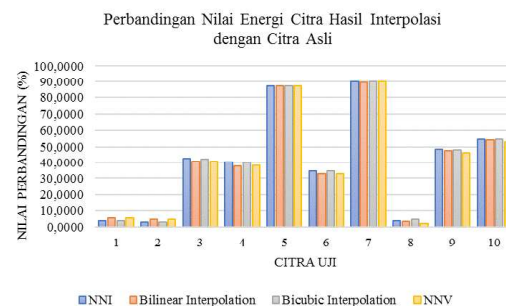
Gambar 3. Perbandingan Nilai Rerata Citra Hasil Interpolasi dengan Citra Asli



Gambar 4. Perbandingan Deviasi Standar Citra Hasil Interpolasi dengan Citra Asli



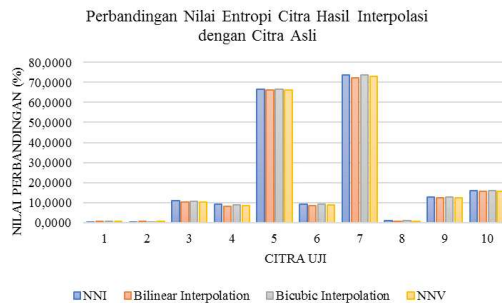
Gambar 5. Perbandingan Nilai *Skewness* Citra Hasil Interpolasi dengan Citra Asli



Gambar 6. Perbandingan Nilai Energi Citra Hasil Interpolasi dengan Citra Asli

Hasil Interpolasi dengan Citra Asli

Nilai perbedaan *skewness* dinyatakan dalam persentase. Perbedaan *skewness* yang ditunjukkan sangat besar bahkan melebihi 100% dan hampir mencapai 800%. Perbedaan ini terlihat pada citra uji 6.



Gambar 7. Perbandingan Nilai Entropi Citra Hasil Interpolasi dengan Citra Asli

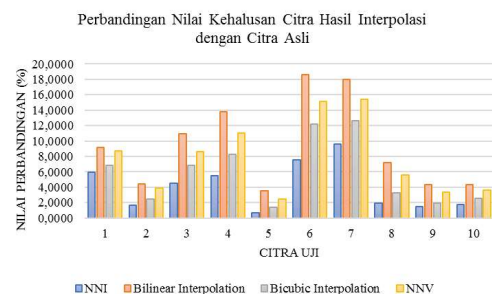
Hal ini disebabkan citra uji 6 mempunyai frekuensi distribusi piksel yang cukup tinggi diantara yang lainnya. Rata-rata perbedaan nilai *skewness* dari kesepuluh citra yang diuji yaitu metode NNI berbeda 65,75%, metode *Bilinear Interpolation* 107,24%, metode *Bicubic Interpolation* 87,15% dan metode NNV 93,91%. Perbedaan nilai *skewness* citra hasil NNI memiliki nilai yang terkecil diantara metode lainnya. Perbedaan nilai *skewness* terbesar ditunjukkan oleh citra hasil metode *bilinear interpolation*.

Pengaruh Interpolasi terhadap energi citra dapat dilihat pada Gambar 6. Nilai energi antara citra asli dengan citra hasil interpolasi berbeda-beda. Nilai perbedaan energi dinyatakan dalam persentase. Perbedaan energi yang ditunjukkan cukup besar hampir mencapai 90%. Rata-rata perbedaan nilai energi dari kesepuluh citra yang diuji yaitu metode NNI berbeda 40,93%, metode *Bilinear Interpolation* 40,45%, metode *Bicubic Interpolation* 40,86% dan metode NNV 40,11%. Perbedaan nilai energi citra hasil NNV memiliki nilai yang terkecil diantara metode lainnya. Perbedaan nilai energi terbesar ditunjukkan oleh citra hasil metode NNI.

Pengaruh Interpolasi terhadap entropi citra dapat dilihat pada Gambar 7. Nilai entropi antara citra asli dengan citra hasil interpolasi berbeda-beda. Nilai perbedaan entropi dinyatakan dalam persentase. Perbedaan entropi yang ditunjukkan cukup besar hampir mencapai 80%. Rata-rata perbedaan nilai entropi dari kesepuluh citra yang

diuji yaitu metode NNI berbeda 20,02%, metode *Bilinear Interpolation* 19,50%, metode *Bicubic Interpolation* 19,92% dan metode NNV 19,67%. Perbedaan nilai entropi citra hasil *Bilinear Interpolation* memiliki nilai yang terkecil diantara metode lainnya. Perbedaan nilai entropi terbesar ditunjukkan oleh citra hasil metode NNI.

Pengaruh Interpolasi terhadap kehalusan citra dapat dilihat pada Gambar 8. Nilai kehalusan antara citra asli dengan citra hasil interpolasi berbeda-beda. Nilai perbedaan kehalusan dinyatakan dalam persentase. Perbedaan kehalusan yang ditunjukkan cukup besar hampir mencapai 80%. Rata-rata perbedaan nilai kehalusan dari kesepuluh citra yang diuji yaitu metode NNI berbeda 4,07%, metode *Bilinear Interpolation* 9,42%, metode *Bicubic Interpolation* 5,84% dan metode NNV 7,77%.



Gambar 8. Perbandingan Nilai Kehalusan Citra Hasil Interpolasi dengan Citra Asli

Perbedaan nilai kehalusan citra hasil NNI memiliki nilai yang terkecil diantara metode lainnya. Perbedaan nilai kehalusan terbesar ditunjukkan oleh citra hasil metode *Bilinear Interpolation*.

V. Simpulan

Interpolasi mengubah tekstur citra. Setiap interpolasi menghasilkan citra dengan tekstur yang berbeda antara satu teknik dengan teknik lainnya. Penelitian ini membandingkan 4 buah metode interpolasi dan 6 buah fitur tekstur citra dengan 10 buah citra yang diuji. Dari keenam tekstur citra yang diteliti, fitur *skewness* adalah fitur yang mengalami perubahan yang sangat besar hampir mencapai 800%, diikuti dengan fitur energi yang mengalami perubahan maksimum

hampir mencapai 90%, entropi 75%, kehalusan 18%, deviasi standar 10% dan rerata 0,9%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Han, "Comparison of Commonly Used Image Interpolation Methods," *Proceedings of the 2nd International Conference on Computer Science and Electronics Engineering (ICCSEE 2013)*, pp. 1556-1559, 2013.
- [2] R.C. Gonzales and R.E. Woods, *Digital Image Processing* 2nd edition, Prentice Hall, 2002.
- [3] C. Khare and K. K. Nagwanshi, "Image Restoration Techniques with Non Linear Filter," *International Journal of Advanced Science and Technology*, vol. 39, Februari 2012.
- [4] M. H. I. K. E. P. Ida Hastuti, "Content Based Image Retrieval Berdasarkan Fitur Bentuk Menggunakan Metode Gradient Vector Flow Snake," *Seminar Nasional Informatika 2009 (semnasIF 2009) UPN "Veteran" Yogyakarta, 23 Mei 2009*, Vols. ISSN: 1979-2328, pp. A-140 - A-145, 2009.
- [5] C. S. a. H. A., "Image Information Systems: Where Do We Go From Here?," *IEEE Trans. On Knowledge and Data Engineering*, vol. 5, no. 5, pp. 431-442, 1992.
- [6] W. M. S. A. G. a. R. J. Smulders A.M.W, "Content-Based Image Retrieval at The End of The Early Years," *IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 22, no. 12, pp. 1349-1380, 2000.
- [7] S. S. d. S. Kodituwakku, "Analysis and Comparison of Texture Features for Content Based Image Retrieval," *International Journal of Latest Trends in Computing*, vol. 2, no. 1, pp. 108-113, 2011.
- [8] B. jahne, *Digital Image Processing*, Germany: Springer-Verlag Berlin, 2005.
- [9] R. C. G. d. R. E. Woods, *Digital Image Processing*, New Jersey: Prentice-Hall Inc., 2002.
- [10] S. Fadnavis, "Image Interpolation Techniques in Digital Image Processing: An Overview," *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, vol. 4, no. 10 (Part-1), pp. 70-73, October 2014.
- [11] Rukundo Olivier , Cao Hanqiang, "Nearest Neighbor Value Interpolation," *IJACSA (International Journal of Advanced Computer Science and Applications)* vol. 3, No. 4, pp. 1-6, 2012.
- [12] M. Levine, *Vision in Man and Machine*, McGraw-Hill, 1985.