

MAGNIFIKASI PERBAIKAN CITRA DIJITAL MULTI RESOLUSI DENGAN METODE GABUNGAN TAPIS LOLOS BAWAH DAN INTERPOLASI *BILINEAR*

Cahyo Darujati¹⁾, Syamsul Anam²⁾, Hasan Dwi Cahyono³⁾, Agustinus Bimo Gumelar⁴⁾

Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Narotama ^{1), 2)}

Jl. Arief Rachman Hakim No. 51, Surabaya - 60117

Email: cahyo.darujati@narotama.ac.id ¹⁾, syamsul.anam@narotama.ac.id ²⁾, hasan.dwi@narotama.ac.id ³⁾,
agustinus.bimo@narotama.ac.id ⁴⁾

ABSTRAK

Dalam teknik pengolahan citra digital (*digital image procesing*), proses magnifikasi merupakan suatu proses yang bertujuan untuk memperbesar ukuran citra. Magnifikasi citra sangat erat kaitannya dengan ukuran penyimpanan yang tinggi dan dalam media jamak merupakan subyek yang *valueable* dalam pengolahan citra. Magnifikasi juga merupakan proses pembesaran sesuatu hanya dalam penampilan, tidak dalam ukuran fisik. Beberapa penelitian sebelumnya, menggunakan teknik untuk memperbesar seluruh obyek dalam citra digital, tetapi diperlukan perbesaran pada obyek tertentu. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan algoritma untuk memagnifikasi citra digital pada citra dunia nyata yang tidak memerlukan sejumlah besar masukan dari pengguna. Sebuah citra dunia nyata yang realistis akan menjadi citra yang bebas dari artefak seperti kabur (*blurring*), berbayang (*shadowing*) dan *jaggies*. Citra harus mencakup kontur halus dan juga transisi tepi yang cepat. Proses magnifikasi citra dilakukan dengan dua tahap, yaitu proses pertama adalah proses pencuplikan citra digital, proses pencuplikan ini dilakukan secara manual, yang kemudian dilakukan proses filterisasi dan diperbesar dengan metode interpolasi secara bilinear. Keluarannya berupa nilai rata-rata keluaran dari kedua proses tersebut. Hasil penelitian menunjukkan proses perbesaran citra diatas dua kali dengan metode gabungan menghasilkan nilai *Mean Square Error* (MSE) lebih kecil dan nilai PSNR 73% lebih besar dibandingkan dengan metode non-gabungan.

Kata Kunci: Magnifikasi Citra, Interpolasi Bilinear, Metode Gabungan, Tapis Lolos Bawah

ABSTRACT

In digital image processing techniques (digital image procesing), magnification process aims to enlarge the size of the image. Image magnification is closely associated with high storage size and the media is a plural valueable subject in image processing. It also a process of enlarging something only in appearance, not in physical size. In several previous studies, many techniques used to enlarge the whole object in a digital image, but required magnification at a particular object. This study aims to implement an algorithm for digital image magnification on real-world images that do not require a large amount of user input. A realistic image of the real world will be free of artifacts such as blurring, shadowing and jaggies. The image should include smooth contours and rapid transition edge. Image magnification processes by two stages, the first process is create sampling process manually, which then conducted the filtering process and enlarged with bilinear interpolation method. The output is the average value of the output of these two processes. The results show a magnification process with combined method produces values Square Mean Error (MSE) is smaller and the PSNR value 73% greater compared to the non-combined.

Key Words: Digital Image Maginification, Combined method, Low pass filter, Bilinear Interpolation.

1. Pendahuluan

Pengolahan citra digital saat ini mengalami kemajuan yang sangat pesat, karena diikuti dengan kemajuan dibidang perangkat pengolahan citra itu sendiri. Citra digital adalah cara yang paling umum dan mudah untuk menyampaikan atau transmisi informasi. Citra digital menyampaikan informasi tentang posisi, ukuran dan inter-relasi antara obyek. Citra digital menggambarkan informasi spasial yang dapat kita kenali. Sekitar 75% dari informasi yang diterima oleh manusia adalah dalam bentuk gambar [2]. Magnifikasi citra sangat erat kaitannya dengan ukuran penyimpanan yang tinggi dan dalam media jamak merupakan subyek yang *valueable* dalam pengolahan citra. Magnifikasi citra berarti mengubah jumlah tampilan piksel per piksel gambar hanya dalam penampilan. Di Zoom=1, berarti ada satu layar piksel per piksel pada citra. Di Zoom=2, berarti ada 2 layar piksel per piksel citra di kedua koordinat x dan y. Pembesaran ini diukur oleh sejumlah digit angka yang dikalkulasi atau angka yang lebih besar dari satu, yang disebut pembesaran. Bila jumlah ini kurang dari satu mengacu pada pengurangan ukuran citra, atau yang disebut minifikasi.

Magnifikasi citra adalah salah satu operasi pengolahan citra yang mendasar. Magnifikasi juga merupakan proses pembesaran sesuatu hanya dalam penampilan, tidak dalam ukuran fisik. Secara umum, pembesaran dibagi menjadi dua yaitu : (i). *Linear* atau perbesaran transversal - Untuk gambar yang nyata, seperti gambar yang diproyeksikan pada layar, ukuran berarti dimensi *linear* (misalnya, dalam milimeter atau inci). (ii). Perbesaran sudut - penempatan obyek lebih dekat ke mata dari mata biasanya bisa fokus. Metode standar seperti JPEG menjadi standar yang dapat diterima antara metode *lossy*, tetapi masih memiliki hasil yang berkualitas baik. Magnifikasi berkaitan dengan ukuran citra untuk dapat melihat lebih detail, meningkatkan resolusi, menggunakan optik, teknik cetak, atau pengolahan digital [3][4]. Sebagai contoh aplikasi interpolasi pada citra adalah tampilan biasa citra satelit untuk dilakukan

perbesaran yang lebih canggih dari citra aslinya.

Dalam beberapa literatur menyebutkan, sebagian besar teknik interpolasi citra telah dikembangkan oleh interpolasi piksel berdasarkan karakteristik fitur lokal seperti informasi tepi, kriteria tetangga terdekat, [3] mengusulkan teknik matematika baru untuk gambar interpolasi. Teknik ini dimodifikasi dengan algoritma *denoising* non-lokal untuk melakukan *upsampling* dan menghapus derau secara bersamaan. [11] melakukan percobaan dengan memperbesar citra sebesar 200% dengan nilai PSNR sebesar 36,31. Penelitian yang juga dilakukan oleh [11] dengan menyisipi bagian piksel yang kosong dengan metode *Edge-Adaptive* pada perbesaran citra digital, dan melakukan percobaan pada citra *gray color* dan citra berwarna RGB.

Motivasi dari penelitian ini adalah mengimplementasikan algoritma untuk memagnifikasi citra digital secara realistis pada citra dunia nyata yang tidak memerlukan sejumlah besar masukan dari pengguna. Sebuah citra dunia nyata yang realistis akan menjadi citra yang bebas dari artefak seperti kabur (*blurring*), berbayang (*shadowing*) dan *jaggies*. Citra harus mencakup kontur halus dan juga transisi tepi yang cepat.

2. Tinjauan Pustaka

Sebagai suatu disiplin ilmu, komputer visi berkaitan dengan teori di balik sistem buatan bahwa ekstrak informasi dari citra [10]. Data citra dapat mengambil banyak bentuk, seperti urutan video, pandangan dari beberapa kamera, atau data multi-dimensi dari *scanner* medis. Terdapat fungsi pendukung dalam sistem ini adalah kombinasi antara pengolahan citra (*image processing*) dan pengenalan pola (*pattern recognition*), yaitu :

1. Proses penangkapan citra (*Image Acquisition*)
2. Proses pengolahan citra (*Image Processing*)
3. Analisa data citra (*Image Analysis*)
4. Proses pemahaman data citra (*Image Understanding*)

A. Pengolahan Citra Digital (*Image Processing*)

Pada umumnya tujuan dari *image processing* adalah mentransformasikan atau menganalisis suatu gambar sehingga informasi baru tentang gambar dibuat lebih jelas. Ada banyak cara yang dapat diaplikasikan dalam suatu operasi *image processing*, yang sebagian besar dalam bentuk optikal. Berbagai bidang telah banyak menggunakan aplikasi dari *image processing* baik dibidang komersial, industri, dan medis. Bahkan bidang militer telah menggunakan perkembangan dunia *digital image processing* ini. Pada umumnya tujuan dari *image processing* adalah mentransformasikan atau menganalisis suatu gambar sehingga informasi baru tentang gambar dibuat lebih jelas.

B. Perubahan Ukuran Citra

Perubahan ukuran citra dapat dilakukan melalui dua proses utama, yaitu pembesaran ukuran citra dan pengecilan ukuran citra (*shrinking*). Perubahan ukuran citra berkaitan dengan proses *sampling* dan kuantisasi (*quantization*) pada citra, dimana proses pembesaran citra bisa dipandang sebagai *oversampling* sementara untuk pengecilan ukuran citra dipandang sebagai *undersampling*. Perbedaan antara perubahan ukuran citra dengan proses *sampling* dan kuantisasi terletak pada obyek yang diproses, dimana proses *sampling* dan kuantisasi dilakukan pada citra kontinyu asli (*original continuous image*) sementara proses pembesaran citra dan pengecilan citra dilakukan pada citra *digital*.

C. Perbesaran Citra

Pembesaran citra adalah suatu proses yang dilakukan untuk memperbesar suatu citra digital dari ukuran semula menjadi ukuran yang berbeda sesuai dengan faktor pembesaran yang diinginkan. Proses ini memiliki dua langkah yaitu pembuatan lokasi piksel yang baru dan penempatan warna yang berdasarkan kepada nilai gray level terhadap lokasi baru yang dibuat sebelumnya. Dalam hasil pembesaran tersebut tentunya terdapat *blur* dan *checkerboard* pada citra sehingga citra akan terlihat seperti kotak – kotak. Hal itu terjadi

karena dalam proses pembesaran, resolusi yang menyusun citra tersebut menjadi lebih kecil. Untuk mengurangi hal itu maka diperlukan suatu metode *resampling*. *Resampling* adalah pembuatan piksel baru untuk memperbaiki citra akibat pembesaran sehingga didapatkan tampilan yang lebih baik [3].

Metode *resampling* tersebut menambahkan piksel-piksel baru di antara piksel yang di-*resize*. Secara matematis, proses perkiraan penambahan piksel baru diantara piksel-piksel yang di dekatnya disebut interpolasi [6]. Metode interpolasi yang dijadikan dasar acuan dalam penelitian ini adalah interpolasi *bilinier*, interpolasi *theorem error*, dan derivatif Sobel empat arah. Oleh karena empat arah tersebut, diperlukannya Persamaan Diferensial Parsial (PDP). Dalam hal ini, PDP lebih digunakan untuk membantu penurunan rumus-rumus yang akan digunakan dalam metode derivatif Sobel tersebut. Penurunan tersebut dapat dilakukan secara parsial yaitu terhadap sumbu x atau sumbu y [12]. Berbagai macam cara di atas mendasari munculnya metode baru yakni *Error-Amended Sharp Edge* (EASE) [12]. Metode ini mengadopsi interpolasi *theorem error* untuk memperbaiki metode *bilinier* sekaligus mewujudkan pembesaran citra dengan sebarang faktor pembesaran (integer maupun noninteger) dan menggunakan metode *Directional Sobel*. Pada penelitian ini bertujuan untuk melakukan implementasi terhadap metode EASE pada pembesaran citra dan memberikan peninjauan ulang mengenai hasil percobaan yang dilakukan pada berbagai skala pembesaran

D. Interpolasi *Bilinier*

Pada interpolasi *bilinier*, nilai keabuan dari keempat titik yang saling bertetangga tadi memberi sumbangan terhadap nilai keabuan hasil, dengan bobot masing-masing yang linier dengan jaraknya terhadap koordinat yang dimaksud [1].

Dalam matematika, interpolasi *bilinear* adalah perluasan dari interpolasi *linear* untuk interpolasi fungsi dari dua variabel (misalnya, x dan y) pada grid regularisasi.

Fungsi interpolasi tidak selalu menggunakan istilah x_2 dan y_2 tapi xy , yang merupakan bentuk *bilinear* dari interpolasi x dan y . *Bilinear* menganggap nilai-nilai piksel terdekat 2×2 dari lingkungan disekitar piksel yang diketahui. Makin dekat titik tetangga tersebut, makin besar bobotnya, dan sebaliknya makin jauh akan makin kecil bobotnya. Bobot ditentukan dengan menetapkan nilai yang alih-alih (*weighted*) dari 4-tetangga piksel yang terdekat untuk menghasilkan keluaran piksel. Setiap nilai berat sebanding dengan jarak dari setiap piksel yang ada. Metode ini memiliki keuntungan dari perhitungan sederhana. Dan keluaran citra yang menggunakan interpolasi *bilinear* lebih baik daripada replikasi tetangga terdekat [5]. Namun, efek kabur yang terjadi dengan rata-rata piksel yang mengelilingi.

$$K_0 = \sum w * K_i \tag{1}$$

bobot ke arah horisontal untuk koordinat $x=3$ dan $x=4$ masing-masing adalah :

$$w_x(3) = 0.2 \text{ dan } w_x(4) = 0.8 \tag{2}$$

Koordinat $x = 3.8$ lebih dekat ke $x = 4$ dibandingkan ke $x = 3$. sementara bobot ke arah vertikal untuk koordinat $y = 9$ dan $y = 10$ masing-masing adalah:

$$w_y(9) = 0.6 \text{ dan } w_y(10) = 0.4 \tag{3}$$

Jumlah bobot untuk tiap arah adalah 1. Kombinasi antara bobot horisontal dan vertikal memberikan bobot untuk tiap titik:

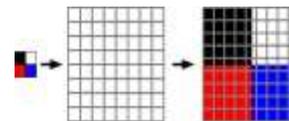
$$\begin{aligned} w(3,9) &= w_x(3) * w_y(9) = 0.2 * 0.6 = 0.12 \\ w(3,10) &= w_x(3) * w_y(10) = 0.2 * 0.4 = 0.08 \\ w(4,9) &= w_x(4) * w_y(9) = 0.8 * 0.6 = 0.48 \\ w(4,10) &= w_x(4) * w_y(10) = 0.8 * 0.4 = 0.32 \end{aligned} \tag{4}$$

Terlihat bahwa titik yang paling dekat dengan koordinat titik asal hasil transformasi balik memiliki bobot yang paling besar (0,48), sedangkan titik terjauh memiliki bobot yang paling kecil (0,08). Total bobot untuk keempat titik tersebut adalah 1. Setelah semua bobot pada keempat titik bertetangga tersebut diperoleh, nilai keabuan hasil dihitung sesuai dengan persamaan.

Karena nilai keabuan merupakan bilangan bulat, apabila hasil penjumlahan berbobot

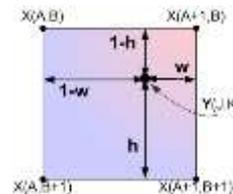
tersebut berupa bilangan pecah, maka harus dilakukan pembulatan ke bilangan terdekat.

$$\begin{aligned} K_0 &= \sum w * K_i = w(3,9) * K_i(3,9) + w(3,10) * K_i(3,10) \\ &+ w(4,9) * K_i(4,9) + w(4,10) * K_i(4,10) \\ &= 0.12 * 100 + 0.08 * 160 + 0.48 * 120 + 0.32 * 200 \\ &= 146.4 \approx 146 \end{aligned} \tag{5}$$



Gambar 1. Contoh perbesaran

Untuk melakukan hal ini, seperti yang kita lakukan dengan interpolasi tetangga terdekat, kita perlu mendefinisikan transformasi antara koordinat dari gambar sumber dan akhir kita (*upsampled*) output gambar. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 .



Gambar 2. Koordinat sistem

Pada gambar 2, ketika *upsampling* menggunakan interpolasi bilinear, kita hanya menciptakan piksel baru di gambar target dari rata-rata 6 piksel tetangga terdekat di sumber gambar. yaitu: $h, 1 - h, w, 1 - w$, ditentukan oleh posisi relatif dari piksel baru dibandingkan dengan piksel-piksel tetangganya. Juga mencatat bahwa ini merupakan garis berat dalam dua dimensi.

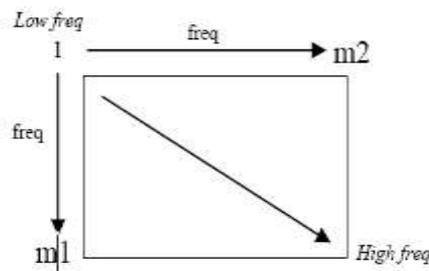
E. Filtering

Filtering adalah suatu proses dimana diambil sebagian sinyal dari frekwensi tertentu, dan membuang sinyal pada frekwensi yang lain. *Filtering* pada citra juga menggunakan prinsip yang sama, yaitu mengambil fungsi citra pada frekwensi-frekwensi tertentu dan membuang fungsi citra pada frekwensi-frekwensi tertentu [7]. Berdasarkan sifat transformasi *fourier* dari suatu citra dan format koordinat frekwensi seperti Gambar 3.

Dengan memanfaatkan hasil dari transformasi *fourier*. Dimana frekwensi

pada citra dipengaruhi oleh gradiasi warna yang ada pada citra tersebut. Dari sifat-sifat citra pada bidang frekwensi, maka prinsip-prinsip filtering dapat dikembangkan adalah sebagai berikut:

1. Bila ingin mempertahankan gradiasi atau banyaknya level warna pada suatu citra, maka yang dipertahankan adalah frekwensi rendah dan frekwensi tinggi dapat dibuang atau dinamakan dengan *Low Pass Filter*. Di dalam *Low Pass Filter* terdapat *filter* rata – rata ataupun *filter gaussian*. Hal ini banyak digunakan untuk *reduksi noise* dan proses *blur*.
2. Bila ingin mendapatkan *threshold* atau citra biner yang menunjukkan bentuk suatu gambar maka frekwensi tinggi dipertahankan dan frekwensi rendah dibuang atau dinamakan dengan *High Pass Filter*. Hal ini banyak digunakan untuk menentukan garis tepi (*edge*) dari citra.
3. Bila ingin mempertahankan gradiasi dan bentuk, dengan tetap mengurangi banyaknya bidang frekwensi (*bandwidth*) dan membuang sinyal yang tidak perlu maka frekwensi rendah dan frekwensi tinggi dipertahankan, sedangkan frekwensi tengahan dibuang atau dinamakan dengan *Band Stop Filter*.



Gambar 3. Format koordinat frekwensi pada citra.

F. Tapis Lolos Bawah (Low Pass Filter)

Konvolusi adalah perkalian total dari dua buah fungsi *f* dan *f* yang didefinisikan dengan persamaan (6).

$$f * h = \int_0^T f(t)h(T - t)dt \tag{6}$$

Untuk fungsi *f* dan *h* yang berdimensi dua, maka konvolusi dua dimensi didefinisikan dengan Persamaan (7).

$$f * h = \int_0^{T_x} \int_0^{T_y} f(x,y)h(T_x - x, T_y - y)dy \tag{7}$$

Konvolusi 2D inilah yang banyak digunakan pengolahan citra digital, sayangnya rumus diatas sangat sulit diimplementasikan menggunakan komputer, karena pada dasarnya komputer hanya bisa melakukan perhitungan pada data yang diskrit sehingga tidak dapat digunakan untuk menghitung intregral pada persamaan (7) [7]. Konvolusi pada fungsi diskrit *f(n,m)* dan *h(n,m)* didefinisikan dengan Persamaan (8).

$$y(k1, k2) = \sum_{n=1}^{T_n} \sum_{m=1}^{T_m} f(k1 + n, k2, m)h(n, m) \tag{8}$$

Low Pass Filter adalah proses filter yang mengambil citra dengan gradiasi intensitas yang halus dan perbedaan intensitas yang tinggi akan dikurangi atau dibuang. Ciri-ciri dari fungsi 1 *Low Pass Filter* adalah Persamaan (9).

$$\sum_j \sum_i H(i, j) = 1 \tag{9}$$

G. MSE dan PSNR

Secara obyektif, citra diukur dari (*Mean Square Error*) MSE dan variasi nilai ini. Kelebihan teknik pengukuran ini dibandingkan dengan cara subyektif adalah: sederhana, kurang bergantung opini individu dan mudah ditangani secara matematis. Kekurangannya adalah nilai yang diperoleh tidak selalu mencerminkan apa yang dilihat oleh mata manusia.

Disamping MSE, dua ukuran obyektif yang sering dipakai dalam pengolahan citra adalah SNR dan PSNR. Nilai SNR dan PSNR disukai karena skornya menunjukkan kualitas dari sinyal atau citra, artinya, citra dengan SNR atau PSNR yang tinggi memiliki kualitas yang lebih baik dari pada yang memiliki SNR atau PSNR rendah. Hal ini berlawanan dengan MSE. SNR dan PSNR didefinisikan : [8]

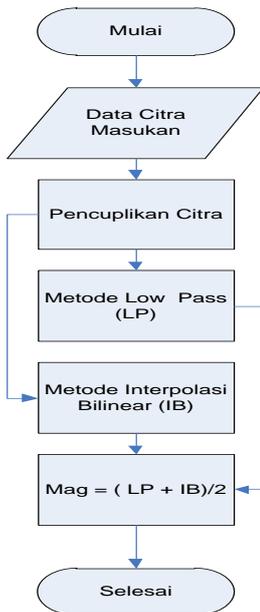
$$MSE = \frac{1}{N \times M} \sum (f(n_1, n_2) - y(n_1, n_2))^2 \tag{10}$$

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{255^2}{MSE} \right) \tag{11}$$

3. Metode

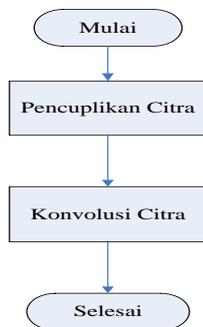
Secara garis besar algoritma perbesaran data citra digital hasil *cropping* dengan

menggunakan metode gabungan tampak pada Gambar 4.



Gambar 4. Rancangan proses dalam diagram alir sistem

Data citra yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data citra yang berformat JPG, BMP, PNG, GIF, TIFF. Data citra tersebut dilakukan proses yang pertama yaitu proses pencuplikan citra dengan wilayah yang dikehendaki oleh pengguna, dalam arti wilayah mana dalam citra masukan tersebut yang akan dilokalisasi untuk dilakukan proses magnifikasi. Setelah proses pencuplikan dilakukan maka proses penyaringan citra dengan metode tapis lolos bawah dan interpolasi *bilinear*. Kemudian diperoleh hasil magnifikasi dari rata-rata hasil proses penyaringan tapis lolos bawah dan interpolasi bilinear.

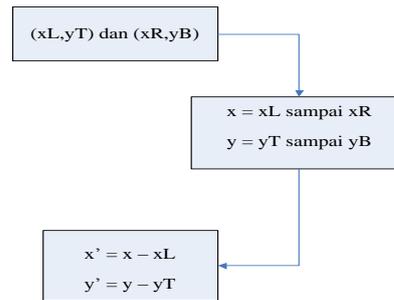


Gambar 5. Diagram alir pencuplikan citra

Proses pencuplikan citra merupakan satu tahap dari proses yang digunakan untuk dapat menghasilkan perbesaran yang baik.

Proses pencuplikan yang digunakan adalah *cropping*, dan proses *konvolusi* citra digital dengan metode *low pass filter*.

Dari proses pencuplikan citra menggunakan (x_L, y_T) dan (x_R, y_B) = koordinat titik pojok kiri atas dan pojok kanan bawah citra yang akan dicuplik, dalam hal ini, proses pencuplikan yang dilakukan adalah memotong sebagian dari citra asli.



Gambar 6. Proses pencuplikan citra

Setelah proses pencuplikan adalah dilakukan proses *konvolusi* citra dengan metode *low pass filter*, dimana dalam proses ini menggunakan filter rata – rata. Tujuan dari proses yang dilakukan adalah memperbaiki kualitas citra asli. Untuk membuang titik yang berbeda dengan titik-titik tetangganya (proses reduksi *noise*) maka dilakukan *Low-Pass Filter* (LPF), suatu bentuk filter yang mengambil data pada frekwensi rendah dan membuang data pada frekwensi tinggi. Algoritma proses konvolusi dijabarkan sebagai berikut :

```

    For x=0 to picture1.ScaleWidth-1
      For y=0 to picture1.ScaleHeight-1
        z(x,y)=0
        for k1=0 to nFilterX-1
          for k2=0 to nFilterY-1
            (x,y)=z(x,y)+H(k1,k2)*I(x+k1,y+k2)
          next k2
        next k1
      next y
    Next x
  
```

Pada umumnya analisa suatu citra dalam domain frekuensi didasarkan pada teknik konvolusi. Keluaran dari sebuah sistem *linear* dapat diperoleh dari operasi konvolusi antara respon impuls sistem dengan sinyal masukan. Operasi konvolusi dilakukan dengan menggeser *kernel* konvolusi piksel per piksel,

menghitung piksel keluaran $f(i,j)$, lalu menyimpannya dalam matriks baru. Konvolusi sangat berguna untuk melakukan operasi penapisan (*filtering*) pada citra. Pada pengolahan citra digital, konvolusi dilakukan secara dua dimensi pada sebuah citra

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil uji coba penelitian ini melalui beberapa tahapan yaitu perbesaran citra yang dicuplik yang dilakukan pada dua belas kali uji coba yang berbeda. Uji coba pertama yaitu, pada citra dengan ekstensi berkas *jpg*, *png*, dan *bmp*. Skala pembesaran serta ukuran citra yang berbeda.

Tabel 1. Hasil perhitungan MSE untuk citra berekstensi jpg, png dan bmp

| No | Zoom | Ukuran Citra | Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) | | |
|----|------|--------------|-----------------------------------|---------|---------|
| | | | JPG | PNG | BMP |
| 1. | 2x | 500 x | 51.4446 | 51.5122 | 51.4694 |
| | 3x | | 51.4561 | 51.5569 | 51.4659 |
| | 4x | | 51.4594 | 51.5583 | 51.4635 |
| | 5x | | 51.4664 | 51.5278 | 51.4619 |
| 2. | 2x | 309 x | 51.4530 | 51.5984 | 51.4706 |
| | 3x | | 51.4539 | 51.5733 | 51.4665 |
| | 4x | | 51.4585 | 51.5669 | 51.4640 |
| | 5x | | 51.4521 | 51.5109 | 51.4624 |
| 3. | 2x | 1600 x | 55.5323 | 57.2355 | 57.2354 |
| | 3x | | 56.1244 | 57.3243 | 57.6347 |
| | 4x | | 56.4123 | 56.9997 | 57.5365 |
| | 5x | | 56.7465 | 57.3257 | 57.7545 |

Tabel 2. Hasil perhitungan PSNR untuk citra berekstensi jpg, png dan bmp

| No | Zoom | Ukuran Citra | Mean Square Error (MSE) | | |
|----|------|--------------|-------------------------|---------|---------|
| | | | JPG | PNG | BMP |
| 1. | 2x | 500 x | 0.44333 | 0.45214 | 0.44353 |
| | 3x | | 0.44339 | 0.45783 | 0.44356 |
| | 4x | | 0.44339 | 0.45636 | 0.44357 |
| | 5x | | 0.44340 | 0.45634 | 0.44358 |
| 2. | 2x | 309 x | 0.46529 | 0.45945 | 0.44353 |
| | 3x | | 0.46528 | 0.45894 | 0.44356 |
| | 4x | | 0.46480 | 0.45919 | 0.44357 |
| | 5x | | 0.46510 | 0.45908 | 0.44358 |
| 3. | 2x | 1600 x | 0.44339 | 0.63435 | 0.62345 |
| | 3x | | 0.44340 | 0.65234 | 0.68784 |
| | 4x | | 0.46529 | 0.63552 | 0.61423 |
| | 5x | | 0.46528 | 0.65235 | 0.63457 |

Dari hasil uji coba pada Tabel 1, dapat diketahui bahwa citra masukan yang digunakan adalah citra asli yang sudah mengalami proses pemotongan terlebih dahulu dengan ukuran yang berbeda-beda.

Skala pembesaran yang digunakan untuk melakukan proses pembesaran pada setiap citra juga berbeda. Dari tabel 1 diatas dapat dilihat perbandingan nilai *Mean Square Error (MSE)* pada tiap ekstensi berkas citra yang diuji.

Lokasi pencuplikan dilakukan juga pada lokasi yang berbeda pula.



Gambar 7. Hasil magnifikasi 3 kali dari citra yang dicuplik

Dengan dilakukannya uji coba yang berbeda ini, diharapkan dapat memperoleh hasil atau kesimpulan yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan atau dapat digunakan sebagai sintesa, terutama untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari metode perbesaran citra digital ini. Pada uji coba magnifikasi citra, besar ukuran citra yang berbeda serta untuk mengetahui nilai MSE dan PSNR dari citra hasil cuplik yang telah dimagnifikasi. Pada Tabel 2 juga dapat dilihat bahwa nilai *Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)* yang mana semakin kecil nilai MSE dan semakin besar nilai PSNR maka citra yang dihasilkan makin baik. Pada Tabel 1 maupun 2 juga dapat dilihat bahwa semakin besar magnifikasi yang dilakukan maka nilai MSE semakin kecil dan nilai PSNR nya semakin tinggi.

Hasil evaluasi dari uji coba penelitian ini adalah upaya pembesaran citra yang telah dilakukan bahwa aplikasi dan metode yang digunakan dapat beroperasi dengan baik sesuai dengan fungsinya. Meskipun nilai MSE dan PSNR citra yang berekstensi jpg lebih baik dari pada citra yang berekstensi bmp. Hal ini dikarenakan citra yang berekstensi jpg merupakan format *lossy*, sedangkan citra yang berekstensi bmp merupakan format *lossless*, sehingga kualitas citra lebih baik. Meskipun apabila dilihat sekilas akan tidak terlihat sama sekali. Selain itu, pembesaran citra yang

dilakukan memiliki kualitas citra yang lebih tinggi. Metode ini memang dibuat untuk mengurangi kekontrasan citra hasil perbesaran.

5. Kesimpulan

Kesimpulan terhadap penelitian yang dilakukan adalah bahwa nilai MSE lebih kecil dan nilai PSNR lebih besar dibandingkan dengan metode yang lain, kualitas citra setelah perbesaran 73 % lebih baik. Dengan menggunakan metode gabungan ini menghasilkan citra lebih halus namun tidak terlalu muncul kesan *blurring*. Pada penelitian ini dalam melakukan proses perbesaran waktu yang diperlukan sangat dipengaruhi oleh besar kecilnya citra yang dilakukan proses pencuplikannya. Pada tahap selanjutnya, penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggunakan metode yang lebih *robust* dalam menangani citra dengan kedalaman warna yang lebih tajam. Kecepatan proses juga salah satu ukuran yang digunakan saat memproses citra dengan kondisi yang beragam. Aplikasi juga dapat dikembangkan menjadi aplikasi yang *unsupervised* atau otomatis, baik dari awal proses hingga keluaran yang diharapkan. Selain *robust*, metode juga dapat dikembangkan menjadi metode yang lebih adaptif, misal dengan menggunakan metode yang berbasis kecerdasan buatan.

Daftar Pustaka

- [1] Bilinear Interpolation, [http://www.GIASSA.NET/Bilinear Interpolation/](http://www.GIASSA.NET/Bilinear%20Interpolation/).
- [2] Notoatmodjo. Prof. Dr. Soekidjo.[2003], *Prinsip-Prinsip Dasar Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Cet. ke-2, Mei. Jakarta : Rineka Cipta.
- [3] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, [2002] *Digital Image Processing*, 2nd ed., Prentice Hall.
- [4] LI Zhiwei, ZHANG Min and WANG Jiechao [2006], "An Image Zooming Technique Based on the Relative Color Difference of Pixels", *IEEE Transactions On Image Processing*, Vol. 15, No.2.
- [5] Philippe Thévenaz, Thierry Blu and Michael Unser, "Image Interpolation and Resampling".
- [6] Sakamoto, Tadashi, dkk, [1998] "Software Pixel Interpolation For Digital Still Cameras Suitable For A 32-Bit MCU, *IEEE Transactions on Consumer Electronics*,. 1998.
- [7] Werbos, P. [1974], "New Tools For Prediction And Analy In The Behavioral Sciences," Ph.D. Thesis, Harvard University Committee on Applied Mathematics.
- [8] Itoh, O., K. Gotoh, T. Nakayama, and S. Takamizawa [1987], "Application Of Fuzzy Control To Activated Sludge Process," *Proc. 2nd IFSA Congress*, Tokyo, Japan, pp. 282-285
- [9] Turner, H., *Did Intuitive Downplay Risks Associated with daVinci Robot?* <http://www.lawyersandsettlements.com/articles/da-Vinci-robot/operating-room-injuries-davinci-lawsuit-2-19173.html>, diakses tanggal 25 Oktober 2013
- [10] <http://eziekim.wordpress.com/2011/11/23/computer-vision/>, diakses tanggal 25 Oktober 2013
- [11] S. Battiato, G. Gallo, F. Stanco, [2002], "A Locally-Adaptive Zooming Algorithm for Digital Images", Elsevier Science Inc. - *Image and Vision Computing Journal* , vol. 20, n. 11, pp. 805-812, September.
- [12] Y. Cha and S. Kim,[2006]. "Error-Amended Sharp Edge Schemes For Image Interpolation", *IEEE Trans. Image Process*, vol. 16, no. 6, pp. 1496–1505,.