

APLIKASI PENINGKATAN RESOLUSI CITRA MOTIF BATIK MENGUNAKAN METODE INTERPOLASI SPLINE KUADRATIK (STUDI KASUS: CITRA MOTIF BATIK BESUREK KOTA BENGKULU)

Dike Bayu Magfira¹, Ernawati², Desi Andreswari³

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

¹dikebeem@gmail.com,
²wier_na@yahoo.com,
³deziandrez@yahoo.co.id

Abstrak: Dibutuhkan biaya yang besar untuk memperoleh citra berkualitas tinggi, misalnya untuk memperoleh gambar berkualitas tinggi diperlukan kamera berkualitas tinggi yang mahal seperti DSLR. Oleh karena itu diperlukan aplikasi peningkatan resolusi citra untuk menekan biaya yang tinggi dalam memperoleh citra yang baik. Aplikasi yang dibangun menggunakan metode Interpolasi Spline Kuadratik. Cara kerja aplikasi adalah dengan memasukkan citra (*input*) ke aplikasi, citra ini kemudian diproses untuk memperoleh hasil yang dapat merepresentasikan citra yang lebih detail dengan meningkatkan resolusi citra asli. Hasil peningkatan resolusi citra masukan dapat diukur dengan parameter *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR), semakin besar nilai PSNR yang dihasilkan maka lebih baik citra yang dihasilkan. Pengukuran dapat dilakukan dengan membandingkan dengan nilai *Mean Square Error* (MSE) dari citra yang diproses dengan hasil PSNR. Citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra motif batik besurek kota Bengkulu dengan jenis citra warna. Aplikasi ini dibangun dengan MatLab R2011a. Sedangkan metode pengembangan sistem yang digunakan adalah model *Waterfall* dan *Data Flow Diagram* (DFD) sebagai perancangan sistem. Pada penelitian ini citra yang diuji coba berukuran 300 x 300, 250 x 250, 225 x 225 *pixel*. Citra yang digunakan diambil dari hasil *cropping*, citra hasil perputaran 90° dengan jarak *camera* keobjek kurang lebih 30 Cm, citra hasil *camera* VGA, *data base* dari penelitian sebelumnya, hasil *download* dari *internet*, hasil *scanner* yang telah *dicropping* dan citra yang diambil dari jarak yang lebih dari 4 meter. Nilai *PSNR* yang diperoleh dari aplikasi ini dimulai dari kisaran angka 10,03 keatas dengan waktu proses 11.235 detik. Hasil akhir dari penelitian ini adalah sebuah aplikasi peningkatan resolusi citra batik besurek.

Kata Kunci: Peningkatan Resolusi Citra, *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR), *Mean Square Error* (MSE), *Interpolasi Spline Kuadratik*

Abstract. A high quality image, require a high cost to produce, for example to get picture with better quality, an expensive camera like DSLR is needed. Because of that, to press the high cost from producing a high quality image, image resolution application is needed. This application use Spline Quadratic Interpolation method. The way of work of this application is, first input an image, this image will be processed to get a better image that can represented original image with more detailed using resolution enhancement. The result from image resolution enhancement can be measured using Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)

parameter, the higher PSNR result, the better image is produced. Image measurement can be done using comparison between PSNR result and Mean Square Error (MSE) value from the processed image. Image that used in this research are colored image of Batik Besurek from Bengkulu as Bengkulu's traditional fabric. This application is built using Matlab R2011a. System development method that used is Waterfall model and Data Flow diagram (DFD). In this research, image dimension that used for application testing consist of 300 x 300 pixel, 250 x 250 pixel, 225 x 225 pixel. Imagesthat used are image from cropping

result, image that have been rotate 90° with camera distance less than 30 cm, image from VGA camera, image from previous research, downloaded image from internet, image from scanner result that have been cropped, and image that taken from distance 4 meters. PSNR result that come out from this application begin from point 10.03 upward, with average time process 11.235 seconds. Final result from this research is Batik Besurek Image Resolution Enhancement Application.

I. PENDAHULUAN

Pengolahan citra merupakan proses pengolahan dan analisis secara *visual* dan berbagai proses secara *digital*. Proses ini mempunyai ciri data masukan dan informasi keluaran yang berbentuk citra. Istilah pengolahan citra *digital* secara umum didefinisikan sebagai pemrosesan citra dua dimensi dengan komputer. Dalam definisi yang lebih luas, pengolahan citra *digital* juga mencakup semua data dua dimensi. Citra digital adalah barisan bilangan nyata maupun *kompleks* yang diwakili oleh *bit-bit* tertentu [1].

Pengolahan citra secara *digital* dapat mengubah ukuran suatu citra melalui perbesaran ukuran *pixel* atau resolusi yang sering diperlukan untuk memperlihatkan citra secara *detail*. Proses perbesaran adalah sebuah proses yang dilakukan untuk memperbesar sebuah citra *digital*. Proses ini memiliki dua buah langkah yaitu pembuatan lokasi *pixel* yang baru dan penempatan warna yang berdasarkan kepada nilai *gray level* terhadap lokasi baru yang dibuat sebelumnya [2].

Paper ini membahas tentang perbesaran *resolusi* citra dengan menggunakan metode Interpolasi *Spline* Kuadratik. Metode menambahkan *pixel* baru diantara *pixel-pixel* yang ada di dekatnya disebut dengan interpolasi. *Interpolasi* ialah menghubungkan titik-titik data diskret dalam suatu cara yang masuk akal sehingga dapat diperoleh

taksiran layak dari titik-titik data di antara titik-titik yang diketahui atau dengan kata lain *Interpolasi* merupakan menambahkan *pixel-pixel* baru diantara *pixel* yang diperbesar, proses penambahan *pixel* baru di antara *pixel-pixel* yang didekatnya itulah yang disebut dengan *interpolasi*. Kurva *interpolasi* melalui semua titik data. *spline* merupakan suatu kurva yang dibangun dari potongan-potongan *polynomial (picewise polynomial)* dengan titik-titik belok disebut *knot*. Salah satu model *Interpolasi spline* yang dapat di terapkan dalam mencari titik-titik belok ialah Interpolasi *spline* Kuadratik. Interpolasi *spline* Kuadratik digunakan untuk mencari 3 buah titik data yang terletak di antara beberapa titik yang terdeteksi, misalnya: $P1(x1,y1)$, $P2(x2,y2)$ dan $P3(x3,y3)$ dengan menggunakan pendekatan fungsi kuadrat [3].

Dalam proses pengolahan citra yang telah dilakukan dalam sebuah aplikasi pengolahan citra *digital* perlu dilakukan sebuah pengujian keberhasilan terhadap kualitas citra yang dihasilkan tersebut (*output*). Kualitas citra diukur dengan dua besaran, yaitu MSE (*Mean Square Error*) dan PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*). MSE menyatakan tingkat kesalahan kuadrat rata-rata dari *codebook* yang dihasilkan terhadap citra *input*. Semakin kecil nilai MSE menunjukkan semakin baik citra yang dihasilkan dan parameter PSNR bernilai sebaliknya, semakin besar PSNR semakin bagus *codebook* yang dihasilkan [4].

II. LANDASAN TEORI

A. Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra adalah pemrosesan citra, khususnya dengan menggunakan komputer, menjadi citra yang kualitasnya lebih baik.

Umumnya, operasi-operasi pada pengolahan citra diterapkan pada citra bila perbaikan atau memodifikasi citra perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas penampakan atau untuk menonjolkan beberapa aspek informasi yang terkandung di dalam citra, kemudian elemen di dalam citra perlu dikelompokkan, dicocokkan, atau diukur, sebagian citra perlu digabung dengan bagian citra yang lain. Sebelum melakukan pengolahan citra, citra yang akan diolah perlu dilakukan *image pre-processing*. Salah satu *image pre-processing* adalah mengubah citra berwarna menjadi citra keabuan [5].

B. Resolusi Citra

Resolusi citra merupakan tingkat detilnya suatu citra. Semakin tinggi resolusinya semakin tinggi pula tingkat detil dari citra tersebut. Satuan dalam pengukuran resolusi citra dapat berupa ukuran fisik (jumlah garis per mm/jumlah garis per *inchi*) ataupun dapat juga berupa ukuran citra menyeluruh (jumlah garis per tinggi citra). Resolusi citra dapat diukur dengan berbagai cara sebagai berikut : (1) Resolusi *pixel*, (2) Resolusi *spasial*, (3) Resolusi *spectrum*, (4) Resolusi *temporal*, (5) Resolusi *radiometric*. [6].

C. Jenis Citra

Nilai suatu *pixel* memiliki nilai dalam rentang tertentu, dari nilai minimum sampai nilai maksimum. Jangkauan yang digunakan berbeda-beda tergantung dari jenis warnanya. Namun secara umum jangkauannya adalah 0 – 255. Citra dengan penggambaran seperti ini digolongkan dalam citra *integer* [7].

D. Batik

Batik merupakan warisan budaya Nusantara (Indonesia) yang mempunyai nilai dan perpaduan

seni yang tinggi, sarat dengan makna *filosofis* dan simbol penuh makna yang memperlihatkan cara berpikir masyarakat pembuatnya. Batik adalah kerajinan yang telah menjadi bagian dari budaya Indonesia (khususnya Jawa) sejak dahulu. Keterampilan membatik digunakan sebagai mata pencaharian dan pekerjaan *eksklusif* bagi perempuan-perempuan Jawa hingga sampai ditemukannya batik cap yang memungkinkan masuknya laki-laki dalam pekerjaan membatik ini.

Tradisi membatik pada mulanya merupakan tradisi turun temurun, sehingga motif batiknya pun dapat dikenali dan menjadi corak atau motif dari keluarga atau daerah tertentu. Motif batikan juga dapat menunjukkan status sosial di masyarakat, karena berdasarkan periode perkembangannya, batik Indonesia berkembang pada zaman Kerajaan Majapahit, yang *notabene* hanya digunakan oleh keluarga kerajaan.

Perkembangan batik di Indonesia memuncak pada tanggal 2 Oktober 2009, yakni *United Nation Educational Scientific and Cultural Organization* (UNESCO) menetapkan Batik Indonesia sebagai sebuah keseluruhan teknik, teknologi, pengembangan motif dan budaya yang terkait dengan batik tersebut sebagai karya agung warisan kemanusiaan untuk budaya lisan dan nonbendawi (*Masterpiece of The Oral and Intangible Heritage of Humanity*) yaitu pengakuan internasional bahwa batik Indonesia adalah bagian kekayaan peradaban manusia.

Batik, dari sisi *etimologi* cabang ilmu linguistik yang mempelajari asal-usul suatu kata, batik merupakan gabungan dari dua kata bahasa Jawa, yaitu “*amba*” yang berarti menulis, dan “*titik*” yang berarti titik (tanda kata, disimbolkan). Kata batik merujuk pada dua hal, yaitu; Teknik

pembuatan corak dan Pewarnaan kain dengan malam (lilin). Berdasarkan literatur tekstil Internasional, rujukan dua hal tersebut memberikan definisi batik sebagai *wax-resist dyeing*, yaitu bagian kain tertentu yang ditutupi malam/lilin, sehingga zat pewarna tidak akan terserap pada bagian kain pada saat pewarnaan. Adanya keragaman corak atau motif yang berasal dari daerah-daerah tertentu di Indonesia, batik telah didefinisikan dengan berbagai ungkapan yang berbeda-beda walaupun memiliki tujuan yang sama. Berikut ini adalah beberapa pendapat yang mengungkapkan definisi-definisi batik yang ada :

1. K. Kuswadi, seorang pelopor seni modern lukisan batik Batik berasal dari bahasa Jawa, yaitu “mbatik”, yang terdiri dari dua kata yaitu “mbat” yang dapat diartikan dengan melontarkan atau melemparkan dan “tik” yang diartikan dengan titik. Kata “mbatik” dapat diartikan melemparkan titik berkali-kali pada selembar kain.
2. Soedjoko (Babad Sengkala, 1633 dan Pandji Djaja Lengka, 1770) Batik berasal dari bahasa Sunda, yang berarti menyungging pada kain dengan proses pencelupan.
3. Yudoseputro Batik adalah gambar yang ditulis pada kain dengan mempergunakan malam sebagai media sekaligus penutup kain batik [8].

E. Batik Besurek

Kain Batik Besurek adalah batik tulis tradisional khas Bengkulu yang termasuk batik pesisir dengan motif dominan kaligrafi Arab dihiasi perpaduan *flora* dan *fauna* yang sarat akan makna simbolis, melambangkan hubungan

manusia dan alam dengan sang pencipta. Besurek (surat) berarti menulis atau melukis kaligrafi dan relief alam pada bidang kain, yang digunakan untuk kebutuhan sandang dalam tradisi masyarakat Bengkulu. Warna dasar yang dominan kain besurek adalah merah, biru, coklat dan kuning sesuai dengan kebutuhan dan penggunaannya.

Pada awalnya kain besurek lebih banyak digunakan sebagai perlengkapan upacara adat (daur hidup) seperti upacara kelahiran (cukur rambut anak), perkawinan, kematian dan upacara adat lainnya. Pada upacara kelahiran, kain batik besurek digunakan sebagai ayunan anak. Kain besurek digunakan sebagai penutup kepala (destar) oleh pengapit (pendamping) pengantin laik-laik saat pelaksanaan akad nikah, juga oleh pemuka adat dalam acara *Mufakat Rajo Penghulu* (rapat panitia persiapan upacara pernikahan). Sedangkan pengantin wanita menggunakan selendang kain besurek pada waktu acara *bedabung* (mengikir gigi), mandi-mandi dan ziarah ke kuburan sebelum menikah. Dengan demikian maka kain *surek* merupakan ciri budaya Bengkulu [9].

F. Interpolasi Spline

Interpolasi menghubungkan titik-titik data diskret dalam suatu cara yang masuk akal sehingga dapat diperoleh taksiran layak dari titik-titik data di antara titik-titik yang diketahui. Dicatat bahwa *kurva interpolasi* melalui semua titik data. Mengenai *interpolasi* titik-titik data (x_0, y_0) sampai (x_n, y_n) menggunakan suatu polinomial berderajat n . Namun terdapat kasus dimana fungsi-fungsi ini memberikan hasil yang salah. Pendekatan alternatifnya adalah menerapkan polinomial-polinomial berderajat lebih rendah pada sebagian

titik data. Polinomial penghubung tersebut dinamakan fungsi-fungsi *spline*

G. *Spline* Kuadratik

Spline kuadratik tidak didefinisikan sepenuhnya oleh nilai nilai di x_i . Berikut ini kita perhatikan alasannya. *Spline kuadratik* didefinisikan oleh

$$S_i(x) = ax^2 + bx + c_i$$

Jadi terdapat $3n$ parameter untuk mendefinisikan $S(x)$.

Diperhatikan titik-titik data:

x_0	x_1	x_2	x_n
y_0	y_1	y_2	y_n

Syarat-syarat untuk menentukan $3n$ parameter dijelaskan seperti berikut ini.

1. Setiap subinterval $[x_i, x_{i+1}]$, untuk $i = 0, 1, 2, \dots, n-1$, memberikan dua persamaan berkaitan dengan $S_i(x)$, yaitu

Dan

$$S_i(x_i) = y_i \quad \text{Jadi}$$

dari sini dipunyai $2n$ persamaan.

2. Syarat pada kontinuitas dari $S'(x)$ memberikan suatu persamaan tunggal untuk setiap titik dalam $x_i, i = 1, 2, \dots, n-1$, yaitu

$$S'_{i-1}(x_i) = S'_i(x_i)$$

Jadi dari sini dipunyai $n-1$ persamaan. Sekarang totalnya terdapat $3n-1$ persamaan, tetapi karena terdapat $3n$ parameter yang tidak diketahui maka system mempunyai kekurangan ketentuan.

3. Pilihan-pilihan yang mungkin untuk melengkapi kekurangan ketentuan yaitu

$$S'(x_0) = 0 \text{ atau } S''(x_0) = 0:$$

Sekarang dimisalkan $z_i = S'_i(x_i)$. Karena $S_i(x_i) = y_i, S'_i(x_i) = z_i$, dan $S'_i(x_{i+1}) = z_{i+1}$, maka kita dapat mendefinisikan

$$S_i(x) = \frac{z_{i+1} - z_i}{2(x_i - x_i)} (x - x_i)^2 + z_i(x - x_i) + y_i$$

Selanjutnya, dengan pengambilan $x = x_{i+1}$ diperoleh

$$y_{i+1} = S_i(x_{i+1}) = \frac{z_{i+1} - z_i}{2(x_{i+1} - x_i)} (x_{i+1} - x_i)^2 + z_i(x_{i+1} - x_i) + y_i$$

$$y_{i+1} - y_i = \frac{z_{i+1} - z_i}{2} (x_{i+1} - x_i) + z_i(x_{i+1} - x_i)$$

$$y_{i+1} - y_i = \frac{z_{i+1} + z_i}{2} (x_{i+1} - x_i)$$

Jadi, kita dapat menentukan z_{i+1} dari z_i :

$$z_{i+1} = 2 \frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i} - z_i$$

[10].

H. Pengujian Keberhasilan

Pengujian keberhasilan metode yang diterapkan pada aplikasi pengolahan citra *digital* dapat dilakukan dengan menghitung *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) citra *digital* yang telah ditingkatkan resolusinya.

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{255^2}{MSE^2}$$

atau

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{255^2}{\frac{1}{MN} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{M-1} ((x[i, j] - y[i, j]))^2}$$

Dimana :

PSNR = nilai PSNR citra (dalam dB)

MSE = nilai MSE

Perhitungan MSE dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} ((x[i, j] - y[i, j])^2)$$

Dimana :

$x[i,j]$ adalah citra asal dengan dimensi $M \times N$, dan

$y[i,j]$ adalah citra hasil yang telah mengalami proses.

Sedangkan untuk menghitung nilai MSE dari citra perbesaran

$x[i,j]$ adalah citra asli, dan

$y[i,j]$ adalah citra yang telah mengalami proses perbesaran [11].

I. Matrix Laboratory (MATLAB)

Matrix Laboratory (MATLAB) [12] adalah sebuah bahasa pemrograman dengan kemampuan tinggi untuk komputasi teknis. MATLAB menggabungkan komputasi, visualisasi, dan pemrograman dalam satu kesatuan yang mudah digunakan dimana masalah dan penyelesaiannya dijelaskan dalam suatu notasi, pemakaian MATLAB.

III. METODOLOGI

A. Metode Pengumpulan Data

Objek penelitian dari paper ini adalah menggunakan data primer dan sekunder, dengan jumlah keseluruhan 35 data. Yang dibagi dalam tiga format citra (JPG, BMP dan PNG) dan 2 data dari hasil *editing photoshop* dengan penambahan *noise* dengan rasio 14.21% dan *blur more*.

Tabel 1. Sumber data

Sumber Data	Jenis Data	Cara Pengambilan Data
Primer	Citra batik besurek Kota Bengkulu	Pengambilan secara langsung dengan kamera Sony DSC-W35, Nokia 10

		(VGA), Nikon D3200
Sekunder	Citra batik besurek Kota Bengkulu	Diambil dari Internet dan data penelitian sebelumnya oleh Fathin Ulfah Karimah

Sumber data primer pada penelitian ini adalah citra hasil pengambilan secara langsung ke perusahaan industri Batik Besurek. Sedangkan sumber data sekundernya adalah citra batik selain batik besurek yang diambil dari internet, penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan citra motif batik besurek yang dilakukan pada penelitian sebelumnya.

B. Metode Pengembangan Sistem

Pengembangan aplikasi dampak reduksi sampel untuk pengenalan angka tulisan tangan dalam Tugas Akhir ini menggunakan model *waterfall*. Adapun penjelasan langkah-langkah yang dilakukan dalam pengembangan sistem ini secara garis besar adalah sebagai berikut.

1. Analisis Kebutuhan

- a. Kebutuhan data masukan
- b. Kebutuhan data keluaran
- c. Kebutuhan *interface*

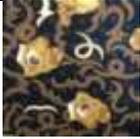
2. Perancangan Aplikasi

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses peningkatan resolusi dengan perbesaran *pixel* dimaksimalkan sampai 5 kali perbesaran dengan citra *input* :

Tabel 2. Citra simulasi (*input*)

Ukuran Pixel	Citra Simulasi (JPG)
300 x 300	 A1.jpg
250 x 250	 B1.jpg

225 x 225	 C1.jpg
300 x 300	 D1.jpg
225 x 225	 E1.jpg
250 x 250	 F1.jpg
200 x 200	 G1.jpg

Dengan memproses citra simulasi diatas diperoleh nilai PSNR sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil citra simulasi dengan 2 kali perbesaran

Nama Citra	R	G	B	Rata-rata	Waktu
A1	8.811	9.478	10.300	9.530	8.48938
B1	13.990	11.362	11.509	12.287	4.79917
C1	12.543	12.875	12.955	12.791	4.88698
D1	13.774	12.866	11.885	12.842	5.5635
E1	14.913	10.081	8.225	11.073	5.31367
F1	12.510	11.457	11.646	11.871	5.36089
G1	11.513	9.273	14.138	11.642	3.67312

Dari hasil pengujian dengan 2 kali perbesaran dengan tujuh data uji diperoleh nilai PSNR seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 diatas, dimana hasil pengujian dibagikan dalam tiga bagian warna RGB, seperti pada data yang diatampilkan diatas selisih warna yang ada dalam satu citra untuk masing-masing lapisan warna memiliki selisih yang tak jauh berbeda, dan rata-rata yang diperoleh

dari ketujuh pengujian tersebut menunjukkan angka yang hampir sama dari tiap hasil pengujian, untuk waktu yang dibutuhkan dalam memproses citra input tidak begitu lama, dari beberapa pengujian yang telah dilakukan terlihat bahwa berapa banyak aplikasi yang dibuka dalam satu computer dapat mempengaruhi waktu proses yang digunakan.

Tabel 4. Hasil citra simulasi dengan 3 kali perbesaran

Nama Citra	R	G	B	Rata-rata	Waktu
A1	8.726	9.316	10.151	9.398	4.79917
B1	13.846	11.088	11.203	12.046	4.88698
C1	12.168	12.716	12.806	12.563	5.5635
D1	13.626	12.739	11.782	12.716	5.31367
E1	14.843	9.951	8.077	10.957	5.36089
F1	12.285	11.264	11.459	11.669	2.17344
G1	10.760	8.537	13.538	10.945	1.93243

Tabel 2 merupakan tabel hasil perbesaran citra sebesar 3 kali perbesaran. Dari masing-masing lapisan warna yang ditampilkan untuk masing-masing lapisan memiliki selisih angka yang sedikit dan begitu juga untuk nilai rata-rata yang diperoleh. Dan untuk waktu proses yang dibutuhkan dalam memproses sebuah citra bervariasi, hal ini dapat dipengaruhi oleh ukuran citra dan berapa banyak aplikasi yang dibuka dalam satu *computer*.

Tabel 5. Hasil citra simulasi dengan 4 kali perbesaran

Nama Citra	R	G	B	Rata-rata	Waktu
A1	8.6138	9.2528	10.093	9.3199	2.9495
B1	13.806	11.0084	11.1079	11.9741	3.57638
C1	12.0401	12.6534	12.7604	12.4846	3.67312
D1	13.5796	12.6984	11.7483	12.6754	3.40523
E1	14.8208	9.906	8.0229	10.9166	3.48704
F1	12.2126	11.1633	11.3984	11.5914	4.88698
G1	10.5412	8.2827	13.332	10.7186	5.5635

Tabel 3 diatas merupakan tabel nilai PSNR yang diperoleh dari hasil perbesaran citra sebesar 4 kali

perbesaran. Masing-masing nilai dibagi dalam tiga lapisan warna yaitu RGB, dari masing-masing lapisan memiliki nilai yang tak jauh berbeda dari tiap lapisannya, begitu juga untuk rata-rata dan waktu yang dibutuhkan untuk memproses citra.

Tabel 6. Hasil citra simulasi dengan 5 kali perbesaran

Nama Citra	R	G	B	Rata-rata	Waktu
A1	8.588	9.222	10.065	9.292	1.79674
B1	13.786	10.973	11.098	11.952	2.21185
C1	11.977	12.624	12.736	12.445	2.00485
D1	13.5601	12.681	11.733	12.658	2.17344
E1	14.812	9.885	7.997	10.898	1.93243
F1	12.181	11.175	11.371	11.576	5.36089
G1	0.448	8.16	13.237	10.615	2.17344

Tabel 4 diatas merupakan tabel dari hasil perbesaran citra sebesar 5 kali perbesaran Masing-masing citra dibagi dalam tiga lapisan warna yaitu RGB. Masing-masing nilai yang diperoleh dari pengujian yang dilakukan, dapat dilihat bahwa selisih lapisan yang diperoleh untuk tiap lapisan warna tidak begitu jauh selisih maupun perbedaannya, begitu juga untuk rata-rata dan waktu yang dibutuhkan dalam memproses citra.

Dari hasil perbesaran yang dilakukan diperoleh citra *output* sebagai berikut :

Tabel 7. Hasil citra *otput*

Citra Hasil Peningkatan			
2 Kali	3 Kali	4 Kali	5 Kali
			
600 X 600	900 X 900	1200 X 1200	1500 X 1500

			
500 X 500	750 X 750	1000 X 1000	1250 X 1250
			
450 X 450	675 X 675	900 X 900	1125 X 1125
			
600 X 600	900 X 900	1200 X 1200	1500 X 1500
			
450 X 450	675 X 675	900 X 900	1125 X 1125
			
500 X 500	750 X 750	1000 X 1000	1250 X 1250
			
400 X 400	600 X 600	800 X 800	1000 X 1000

Dari hasil perbesaran yang dilakukan jika dilihat dari warna, hasil dari perbesaran yang diproses mengalami perubahan yang lebih cera dari citra *input*, hal ini dikarenakan pada saat pemrosesan diterapkannya penajaman dan kontras.

Impelementasi dari persamaan *interpolasi spline kuadartik* mempunyai beban komputasi penambahan/pengurangan dan perkalian/pembagian yang dinyatakan dalam $m \times n$.

Untuk citra warna, proses tersebut dikerjakan untuk tiga lapis warna, yaitu *Red*, *Green* dan *Blue*. Sehingga citra warna membutuhkan proses penambahan/pengurangan dan proses perkalian/pembagian 3 kali dari proses sebelumnya.

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas citra yang telah dilakukan pada beberapa citra simulasi sebagai citra *input*, maka sistem ini terbukti dapat meningkatkan resolusi citra. Peningkatan resolusi yang dilakukan dimulai dari 2 kali hingga 5 kali citra *input*.

VI. SARAN

Berikut saran yang penulis ajukan guna pengembangan sistem peningkatan resolusi citra :

1. Aplikasi ini dapat dikembangkan dengan menggunakan dan menerapkan fitur operasi titik dengan metode *Image Enhancement* yang lebih banyak untuk meningkatkan resolusi citra dan kualitas citra seperti *Brightness Adjustment* (kecerahan), *Bit Extraction* (pemisahan bit), *Image Substraction* (*pengurangan*) dan *Avaraging* (rata-rata), dan lain-lainnya. Dalam sistem ini digunakan 2 fitur oprasi titik yaitu *sharpening* (penajaman) dan *contrast*
2. Aplikasi ini dapat terus dikembangkan lebih lanjut dalam hal metode yang digunakan, kedepannya diharapkan untuk dapat mengembangkan penggunaan metode *Interpolasi Bicubic* dalam peningkatan resolusi citra.

REFERENSI

- [1] Hartati. (2010). *Pembesaran Citra Grayscale menggunakan Metode Error-Amended Sharp Edge(Ease)* . Jawa Timur: Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”.
- [2] Monika, J. P., & Haryani, N. S. (2012). *Perbandingan Teknik Interpolasi DEM SRTM dengan Metode Inverse Naighbor dan Spline*. Jakarta: Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, LAPAN. [Online] Available at: <http://jurnal.lapan.go.id> [September 2014].
- [3],[10] Nugroho, D. B. (2009). *Diktat Kuliah (3sks) Mx 211 : Metode Numerik*. Salatiga: Universitas Kristen Satya Waca. [Online] Available at: <http://sainsmat.uksw.edu> [September 2014].
- [4] Seftiani, A. (2012). *Analisis Kualitas Visual Pada Hasil Citra Kompresi Dengan Menggunakan Metode Run Length Encoding (RLE)*. Medan: Universitas Sumatra Utara. [Online] Available at: <http://repository.usu.ac.id> [September 2014]
- [5] Fadlisyah. (2008). *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: PT Elex Media Komputindo.
- [6],[7] Putra, D. (2009). *Pengolahan Citra Digital*. Mengwatini: Andi.
- [8] Maftukhah, E. (2013). *Mengenal Batik. Batik* , 1-2.
- [8] Bengkulu, D. K. (2013). *Katalog Pameran Tetap*. Bengkulu: Dinas Kebudayaan Dan Pariwisata Pemerintah Provinsi Bengkulu.