

RESTORASI CITRA BLUR DENGAN ALGORITMA JARINGAN SARAF TIRUAN HOPFIELD

Herman Maryanto⁽¹⁾

Sri Suwarno⁽²⁾
sswn@ukdw.ac.id

Lucia Dwi Krisnawati⁽³⁾
krisna@ukdw.ac.id

Abstraksi

Kebutuhan terhadap citra digital dalam masyarakat kita dewasa ini semakin meningkat dan merambah di berbagai bidang kehidupan seperti dalam pendidikan, bisnis, fotografi, bahkan kriminologi. Pengolahan citra digital merupakan teknologi yang dapat digunakan dalam memanipulasi citra untuk mengatasi keterbatasan alat akuisisi citra atau untuk meningkatkan kualitas citra tersebut. Penelitian ini mencoba untuk melakukan restorasi terhadap citra kabur. Citra digital akan didegradasi dengan menggunakan Gaussian blur, kemudian direstorasi menggunakan jaringan Hopfield yang merupakan salah satu cabang dari jaringan saraf tiruan. Tujuan akhir dari proses restorasi adalah memperbaiki citra yang diberikan. Teknik restorasi secara umum berorientasi ke arah pemodelan degradasi dan penerapan proses kebalikannya (invers) untuk kembali mendapatkan citra asli.

Berdasarkan analisis dari hasil uji coba hasil restorasi yang diperoleh belum optimal mendekati citra aslinya karena citra hasil perbaikan cenderung lebih gelap dan masih mengalami degradasi atau kerusakan. Kemungkinan hal ini terjadi pada proses normalisasi yang kurang tepat.

Kata Kunci : Restorasi Citra, Hopfield, Jaringan Saraf Tiruan, Blur

1. Pendahuluan

Citra digital pada saat ini sudah banyak digunakan dan dibutuhkan oleh para pengguna pada umumnya untuk keperluan periklanan maupun dokumentasi semata. Namun terdapat kekurangan dalam pembuatan citra digital oleh karena keterbatasan alat akuisisi yang digunakan. Sekalipun kecepatan penangkapan gambar yang dimiliki oleh sebuah kamera rendah, kamera digital tersebut tetaplah memiliki teknologi yang mutakhir. Jika objek yang ditangkap bergerak maka akan terjadi efek *blur* atau kabur terhadap gambar atau citra tersebut. Efek tersebut disebut sebagai degradasi atau penurunan kualitas dari suatu

¹ Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Duta Wacana

² Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana

³ Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Duta Wacana

citra. Permasalahan tersebut mendorong penulis untuk melakukan penelitian dengan melakukan restorasi citra atau memperbaiki citra yang rusak agar dapat menyerupai citra yang aslinya. Diharapkan dengan proses restorasi ini pengguna mendapatkan hasil citra yang lebih baik. Permasalahan yang muncul adalah bagaimana jaringan saraf tiruan *Hopfield* dapat merestorasi citra kabur serta memiliki tingkat efisiensi dan kecepatan dalam melakukan prosesnya ?

Dalam penelitian ini citra yang diambil adalah citra asli yang nantinya akan diberikan derau *Gaussian Blur*, dimana citra tersebut mengalami *Blur* seluruhnya. Format citra adalah bitmap (bmp). Ukuran citra minimal 5 x 5 piksel dan maksimal 512 x 512 piksel.

2. Landasan Teori

2.1. Citra Digital

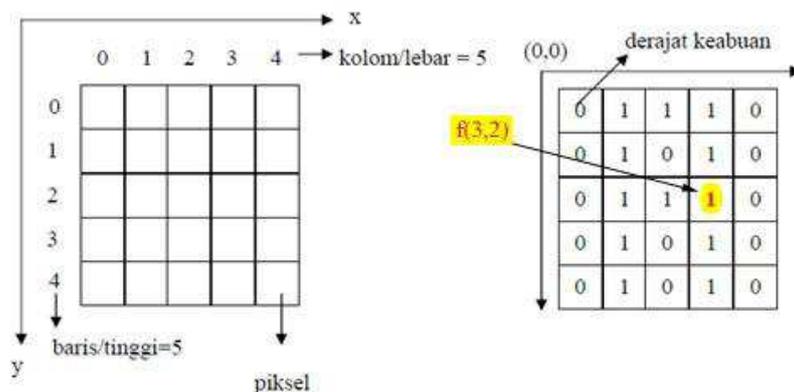
Citra digital dinyatakan dengan matriks berukuran $N \times M$ (misal), maka :

N = jumlah baris $0 \leq y \leq N - 1$

M = jumlah kolom $0 \leq x \leq M - 1$

L = maksimal warna intensitas $0 \leq f(x,y) \leq L - 1$ (derajat keabuan / grey level)

$$f(x,y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M-1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix}$$



Gambar 1. Representasi Citra Digital Jenis Biner dalam Fungsi Matematis

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa nilai $f(3,2) = 1$ didapat dari koordinat matriks atau sering disebut sebagai koordinat piksel yang berada pada kolom 3 (atau $x=3$) dan baris 2 (atau $y=2$) yang memiliki nilai 1. Jika kita menyimpan nilai dari representasi diatas

kedalam kedalam sebuah *file* (kucing.bmp), maka yang disimpan dalam *file* tersebut adalah angka – angka yang diperoleh dari matriks kanvas.

2.2. Kedalaman Bit

Kedalaman bit menyatakan jumlah bit yang diperlukan untuk mempresentasikan tiap piksel citra pada sebuah *frame*. Kedalaman bit biasanya dinyatakan dalam satuan *bit / piksel* . Semakin banyak jumlah *bit* yang digunakan untuk mempresentasikan sebuah citra, maka semakin baik kualitas citra tersebut.

2.3. File Dengan Format Grafik BMP (Bitmap)

Citra bitmap berasal dari bahasa inggris *bit-mapped image* yang berarti *image* yang dipetakan *k* dalam bit. *Bitmap* adalah representasi atau gambaran yang terdiri dari baris dan kolom pada titik citra digital di computer. Nilai dari titik disimpan dalam satu atau lebih data bit. Tabel 2.1 adalah tabel struktur file BMP :

Tabel 1. Struktur Bitmap *Color Table*

Field Name	Ukuran (bytes)	Keterangan
<i>rgbBlue</i>	1	bagian RGB <i>blue</i> yang berisi intensitas warna biru 0...255
<i>rgbGreen</i>	1	bagian RGB <i>green</i> yang berisi intensitas warna merah 0...255
<i>rgbRed</i>	1	bagian RGB <i>red</i> yang berisi intensitas warna merah 0...255
<i>rgbReserved</i>	1	bagian RGB <i>reserved</i> yang selalu diatur sama dengan 0

2.4. Mode Warna RGB (*red, green, blue*)

Warna merupakan campuran tiga warna primer, yaitu merah, hijau dan biru. Model pencampuran seperti inilah yang menyebabkan adanya mode warna RGB. Artinya setiap warna pada piksel dinyatakan dengan besarnya intensitas warna merah, hijau dan biru. Warna primer *Red, Green* dan *Blue* pada piksel memiliki range nilai antar 0 sampai 255. Dengan demikian mode warna RGB dapat menangani jumlah warna maksimum sejumlah $255 \times 255 \times 255 = 16.777.216$ atau sekitar 16,8 juta warna.

2.5. Jenis Citra Berdasarkan Format Piksel atau Lebar Bit

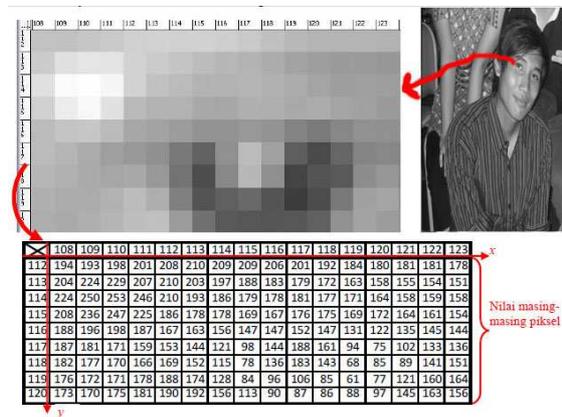
Berikut ini adalah jenis citra berdasarkan format piksel :

- a. Format Piksel 1 Bit (Citra Biner/Monokrom)

Citra hanya mengandung informasi hitam dan putih pada piksel-piksel penyusunnya, yang disebut juga dengan citra biner (Ahmad, 2005). Angka 1 menyatakan terdapatnya cahaya, sehingga warna yang direpresentasikan adalah putih. Untuk angka 0 menyatakan tidak ada cahaya, dengan demikian warna yang direpresentasikan adalah hitam.

b. Format Piksel 8 Bit (Citra Skala Keabuan)

Pada umumnya citra skala keabuan menggunakan jumlah bit 8. Contoh : skala keabuan 4 bit, maka jumlah kemungkinan $2^4 = 16$ warna. Dengan kemungkinan warna 0 (min) sampai 15 (maks). Atau jika skala keabuan = 8 bit, maka jumlah kemungkinan $2^8 = 256$ warna dengan kemungkinan warna 0 (min) sampai 255 (maks).



Gambar 2. Sample Nilai Tiap Bit Piksel

c. Format Piksel 24 Bit (Citra Warna/RGB/True Color)

Perangkat keras monitor dan kartu grafik dapat menampilkan warna dalam format 24-bit, artinya tiap piksel membutuhkan nilai yang dapat disimpan didalam memori selebar 24-bit yang masing-masing mengandung 8-bit untuk menyimpan intensitas merah, 8-bit untuk hijau dan 8-bit untuk biru, sehingga menghasilkan warna sebanyak 16.277.216 macam (Ahmad, 2005, hal.262). Misal warna kuning merupakan kombinasi warna merah dan hijau sehingga nilai RGB-nya adalah $red = 255$ $green = 255$ $blue = 0$. Dengan demikian setiap titik pada citra warna membutuhkan data 3 byte.

2.6. Jaringan Saraf Tiruan Hopfield

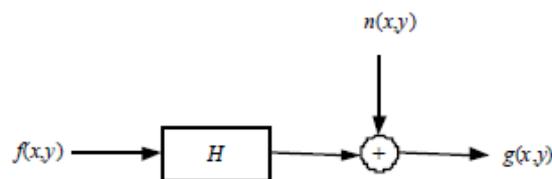
Jaringan syaraf Tiruan Hopfield termasuk *iterative autoassociative network* yang dikembangkan oleh Hopfield pada tahun 1982, 1984. Dalam jaringan Hopfield, semua

neuron saling terhubung secara total (*fully connected*). Neuron yang satu mengeluarkan *output* dan kemudian menjadi *input* bagi semua neuron yang lain. Dalam model diskritnya, bobot sinaptik jaringan Hopfield menggunakan vektor biner dimensi n atau $a\{0,1\}^n$. Model semacam ini berisi n neuron dan jaringannya terdiri dari $n(n-1)$ interkoneksi 2 jalur. Secara matematis konsep diatas dapat disajikan dalam matriks simetris $n \times n$ dengan diagonal utamanya bernilai 0.

Dalam jaringan Hopfield, vektor input biner yang dikenakan akan mengubah kondisi setiap neuron menjadi 0 atau 1 sesuai dengan ketentuan yang dibuat. Proses pengiriman dan penerimaan sinyal anatara *neuron* ini secara *feedback* (umpan balik) tertutup terus menerus sampai dicapai kondisi stabil.

2.7. Model Degradasi Citra atau *Deblurring Image*

Dalam teknik restorasi citra diperlukan adanya suatu pemodelan citra. Gambar 4 menunjukkan sebuah model perusakan citra kontinyu-linear.



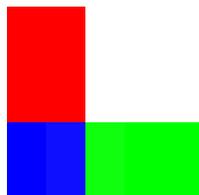
Gambar 4. Model Perusakan Citra Kontinyu-Linear (Hermawan, 2006)

Dalam hal ini jika $f(x,y)$ adalah citra asli dan $g(x,y)$ adalah perkalian $f(x,y)$ dengan operator distorsi H ditambah dengan derau aditif $n(x,y)$. Derau $n(x,y)$ adalah sinyal aditif yang timbul selama akuisisi citra sehingga menyebabkan citra menjadi rusak (mengalam degradasi).

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Pengambilan Gambar Asli Dan Pengkaburan

Sebagai contoh, penulis menggunakan contoh citra asli dengan ukuran 5×5



Gambar 5. Citra Asli Ukuran 5×5

Gambar 5 adalah citra asli, dari citra asli tersebut akan diambil nilai *red*, *green* dan *blue* dari tiap – tiap pikselnya.

Tabel 2. Nilai Piksel Citra Asli Gambar 5

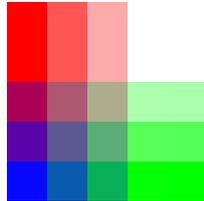
PIKSEL	0	1	2	3	4
0	255,0,0	255,0,0	255,255,255	255,255,255	255,255,255
1	255,0,0	255,0,0	255,255,255	255,255,255	255,255,255
2	255,0,0	255,0,0	255,255,255	255,255,255	255,255,255
3	0,0,255	15,15,255	15,255,15	0,255,0	0,255,0
4	0,0,255	15,15,255	15,255,15	0,255,0	0,255,0

Gambar 6 adalah nilai piksel citra asli untuk *red*, *green* dan *blue*. Setelah didapatkan nilai piksel citra asli, maka akan dilakukan proses filter rata-rata untuk setiap pikselnya.

$$\int_{\mathbf{R}^d} (f * g)(x) dx = \left(\int_{\mathbf{R}^d} f(x) dx \right) \left(\int_{\mathbf{R}^d} g(x) dx \right).$$

[1]

Persamaan 1 adalah rumus filter rata – rata yang dipakai untuk mendapatkan nilai piksel yang baru, guna menggantikan nilai piksel yang lama atau yang terdapat pada citra asli.



Gambar 6. Citra Kabur Ukuran 5 x 5

Gambar 6 adalah citra asli yang telah dikaburkan, lalu didapatkan nilai pikselnya untuk disimpan dalam bobot.

Tabel 3. Nilai Piksel Citra Asli dari Gambar 6

PIKSEL	0	1	2	3	4
0	255,0,0	255,85,85	255,170,170	255,255,255	255,255,255
1	255,0,0	255,85,85	255,170,170	255,255,255	255,255,255
2	172,2,85	173,87,155	173,172,143	172,255,172	170,255,170
3	90,5,170	92,88,145	92,173,117	88,255,88	85,255,85
4	8,8,255	10,90,175	10,175,90	5,255,5	0,255,0

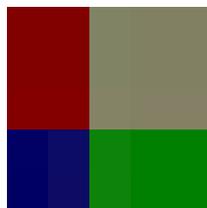
Table 3 adalah nilai piksel citra kabur dari gambar 6. Dilihat dari hasil perolehan nilai piksel citra kabur, terdapat perbedaan nilai antara piksel citra asli dan piksel citra kabur. Perbedaan nilai ini didapatkan ketika nilai piksel rata – rata yang dipakai berbeda.

3.2. Pengambilan Bobot Gambar Asli Dan Gambar Kabur

Dari setiap nilai piksel asli dan kabur. Rumus pengambilan bobot citra asli yaitu citra asli dikalikan dengan piksel citra transposenya. Misal piksel (0,0) dikalikan dengan piksel (0,0), piksel (0,1),.....piksel (4,4). Dilakukan proses berulang untuk piksel (0,1) dan seterusnya kemudian disimpan dalam database *.dat. Untuk gambar kabur cukup diambil setiap nilai piksel citranya yang kemudian akan disimpan didalam *array*.

3.3. Restorasi Gambar

Dari nilai piksel citra kabur yang ditampung kedalam *array* dan bobot citra asli yang ditampung kedalam database *.dat, akan dilakukan perkalian. Bila hasil nilai yang diperoleh lebih dari 255, maka nilai tersebut akan dibagi dengan nilai perkaliannya. Misal $12 \times 100 = 1200$, nilai 1200 akan dibagi dengan 255 dan menghasilkan nilai 4, maka nilai 4 inilah yang akan disimpan ke dalam *array* baru menggantikan nilai 1200. Setelah proses tersebut dilakukan berulang sampai setiap piksel dikalikan, maka nilai piksel baru tersebut akan ditampilkan ke dalam *picture box*.



Gambar 7. Citra Hasil Proses Restorasi

Gambar 7 adalah citra hasil perbaikan, dimana setiap piksel tampak lebih gelap dari piksel citra aslinya.

3.4. Nilai RMSE dan PSNR

Peneliti akan menggunakan perhitungan rumus PSNR untuk mendapatkan perbedaan antara citra restorasi dengan citra aslinya. Untuk mendapatkan nilai PSNR, terlebih dahulu penulis mencari nilai RMSE (Root Mean Square Error).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{N1} \sum_{j=0}^{N2} (P(i, j) - Q(i, j))^2}{N1 \cdot N2}} \quad [2]$$

$$PSNR = 20 \log_{10} \left(\frac{255}{RMSE} \right) \quad [3]$$

Penghitungan nilai RMSE dan PSNR dengan menggunakan rumus [2] dan [3] mendapatkan hasil seperti tabel dibawah ini :

Tabel 4. Nilai RMSE dan PSNR

Kode Citra	Ukuran Citra (Piksel)	RMSE	PSNR
SP1_32	32 x 32	63	12.1439926196075 db
SP1_64	64 x 64	63	12.1439926196075 db
SP1_128	128 x 128	71	11.1056366342976 db
SP1_256	256 x 256	72	10.9841536800537 db
SP2_32	32 x 32	140	5.20824289511434 db
SP2_64	64 x 64	173	3.3698815461032 db
SP2_128	128 x 128	202	2.02377621974663 db
SP2_256	256 x 256	205	1.89572638756402 db
SP3_32	32 x 32	102	7.95880017344075 db
SP3_64	64 x 64	129	5.91900940269412 db
SP3_128	128 x 128	129	5.91900940269412 db

SP3_256	256 x 256	129	5.91900940269412 db
SP4_32	32 x 32	67	11.6093075546626 db
SP4_64	64 x 64	70	11.228842808394 db
SP4_128	128 x 128	78	10.2889115548695 db
SP4_256	256 x 256	80	10.0690038688402 db

Dari tabel 4 di atas didapatkan nilai PSNR antara 1.89572638756402 dB sampai 12.1439926196075 dB.

4. Kesimpulan Dan Saran

Hasil restorasi yang diperoleh belum optimal atau mendekati citra aslinya karena citra hasil perbaikan cenderung lebih gelap dan masih mengalami degradasi atau kerusakan. Kemungkinan hal ini terjadi pada proses normalisasi yang kurang tepat.

Berikut diberikan saran-saran mengenai teknik pengembangan penelitian ini untuk masa yang akan datang.

- 1) Penelitian ini menggunakan ukuran citra maksimal 512 x 512. Untuk penelitian yang akan datang bisa lebih memaksimalkan ukuran citra.
- 2) Penelitian ini menormalisasikan untuk nilai yang lebih dari 255, untuk penelitian yang akan datang bias menormalisasi setiap nilai 0 sampai 255 kedalam bentuk kode biner 8 bit.

Daftar Pustaka

- Ahmad, U. (2005) *Pengolahan Citra Digital Dan Teknik Pemrogramannya*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Chester, Michael. (1993) *Neural Networks A Tutorial*. New Jersey: Prentice Hall.
- Harvey, R.L. (1994) *Neural Networks Principles*. New Jersey: Prentice Hall.
- Hariadi, Dodi, (2002), *Restorasi Citra Menggunakan Jaringan Hopfield*, Jurnal Sistem Cerdas Vol.1 No.1 April 2002, Yogyakarta.
- Hazlett, M. (2009). *Gaussian and Alpha Blurring*. Diakses tanggal 24 November 2009, dari <http://www.codeproject.com/KB/GDI-plus/GaussianBlur.aspx>
- Hermawan, A. (2006). *Jaringan Saraf Tiruan Teori Dan Aplikasi*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Hopfield, et al. (1987). *Computing With Neural Network*. Diakses tanggal 5 Mei 2010, dari <http://www.sciencemag.org/content/235/4793/1228.full.pdf>

- Jeff. (1994). *White Light vs Black Dark Backgrounds Health Effects*. Diakses tanggal 18 Januari 2010, dari <http://stackoverflow.com/questions/498698/white-light-vs-black-dark-backgrounds-health-effects>
- Paik, J.K, & Katsaggelos, A.K. (1992). *Image Restoration Using a Modified Hopfield Network*. Diakses tanggal 18 Agustus 2009, dari <http://ivpl.ece.northwestern.edu/system/files/IEEETransIP92a.pdf>
- Paulian, N.N. (2006). *Perbaikan Citra Digital Secara Adaptive Spasial Dengan Hopfield Network Spatially Adaptive Digital Image Restoration With Hopfield Network*. Diakses tanggal 3 Maret 2009, dari http://www.itelkom.ac.id/library/index.php?option=com_repository&Itemid=34&task=detail&nim=113020216
- Gonzalez, R.C & Richard, E.W. (2002). *Digital Image Processing*. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing.
- Takeda, M. & Goodman, J.W. (1986). *Neural networks for computation: number representations and programming complexity*. Diakses tanggal 25 Februari 2010, dari <http://www.opticsinfobase.org/viewmedia.cfm?uri=ao-25-18-3033&seq=0>
- Zhao, et.al. (2009). *Hopfield Neural Network-Based Image Restoration With Adaptive Mixed-Norm Regularization*. Diakses tanggal 10 Juni 2009, dari http://pav.rds.yahoo.com/_ylt=A0oGkthLA8xKYB0AMgyFBqMX;_ylu=X3oDMTBwMjNqdWVsBHBndANhdHdfd2ViX3Jlc3VsdARzZWMDc3I-SIG=12bl07mjaEXP=1254970571http%3awww.col.org.cnviewFu