

62

JURNAL

ISSN 1411-8289

Elektronika dan Telekomunikasi

VOLUME 8, NOMOR 2

Juli – Desember 2008

Akreditasi LIPI No. 72 / Akred – LIPI / P2MBI / 5 / 2007



LIPI

PUSAT PENELITIAN ELEKTRONIKA DAN TELEKOMUNIKASI
LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA

J. El. Kom	Vol. 8	No. 2	Hal. 55 - 128	Bandung Juli 2008	ISSN 1411-8289
------------	--------	-------	---------------	----------------------	-------------------

Akreditasi LIPI No. 72 / Akred-LIPI / P2MBI / 5 / 2007

DAFTAR ISI

Kata Pengantar

1. Analisa Teori dan Numerik Pembebanan Resistif terhadap Kestabilan Impedansi input Antena GPR di atas Permukaan Tanah 55-60
(*A. Adya Pramudita, Kurniawan, A. B Suksmono dan A. Andaya L*)
2. Discriminator pada Audio Demodulator Analog Satelit Receiver 61-64
(*Fredrika, H. Kana*)
3. Indikasi dan Interpretasi Pola Target pada Sistem Radar di Bawah Permukaan Tanah 65-69
(*Nana Rachman, Luthfi Kurniadi, Sugihartono, Hendrawan, dan AB Suksmono*)
4. Karakterisasi Resistansi Versus Temperatur Terhadap Lapisan Tipis ZnO dan SnO₂ Hasil Penumbuhan dengan Teknik Sputtering 70-75
(*Lilis Remaningsih dan I Dewa Putu Hermida*)
5. Model Pengatur Lampu Lalu Lintas dengan Metal Detektor Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535 76-80
(*Yaya Sulaeman, Asep Yudi H dan Iqbal Syamsu*)
6. Optimasi Desain Filter Optik Jenis ParallelCascaded Microring Resonator (PCMR) dengan menggunakan Metoda Transfer Matrix dan Signal Flow Graph 81-87
(*Dadin Mahmudin dan Iip Syarif.H*)
7. Pengaruh Jarak antar FeedPoint dalam Meningkatkan Akurasi Footprint Antena GPR 88-92
(*Yudi Yuliyus M, Yuyu Wahyu, Folin O, A.A Lestari, A. Kurniawan, Sugihartono,*)
8. Pengkode Sinyal Suara pada Laju 4 kbps : Menggunakan Model Sinusoida Segmen Antar Puncak 93-98
(*Suhartono Tjondronegoro, Florentinus Budi Setiawan*)
9. Rancang Bangun Rectifier Antena 890 915 MHz 99-105
(*Asep Yudi Hercuadi, Yuyu Wahyu dan A Tenri Pakkua*)
10. Restorasi Citra Digital dengan Pendekatan Spin Glass Markov Random Field 106-113
(*Kusworo Adi, A.B Suksmono dan Tati L.R Mengko*)
11. Sinyal kode Berbasis Derau dan Intensitas Daya Optik untuk Sensor dalam Sistem Keamanan Ruangan 114-121
(*Syamsu Ismail dan Deni Permana*)
12. Tuner pada Analog Satellit Receiver 122-125
(*Fredrika H. Kana*)
13. Indeks Elektronika dan Telekomunikasi
Volume 8 No. 1. Januari Juni 2008
No. 2. Juli Desember 2008
 - A. Indeks Pengarang 126
 - B. Indeks Judul Makalah 126
 - C. Indeks Kata Kunci 127
 - D. Key Words Indeks 128

Restorasi Citra Digital Pendekatan Spin Glass Markov Random Field

Kusworo Adi^{1,2}, Andriyan B. Suksmono¹, Tati L.R. Mengko¹

¹⁾ Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung
Jalan Ganesha 10, Bandung 40132, Indonesia.

²⁾ Jurusan Fisika - FMIPA, Universitas Diponegoro
Jalan Prof. H. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang
Alamat e-mail : kusworoadi@yahoo.com

Telpon : +62 815 7564 6046

Abstract

Spin glass markov random field approach can be applied in image restoration. Simulation result shows each change of parameters influences magnetic structures. The changes of temperature give affects to the density of magnetic structure, if temperature rising, the magnetic structures is more stretch and makes hollow. The same goes for beta parameter, if the beta parameter is bigger, it makes magnetic structures closer, because beta parameter gives interaction effect into magnetic structures.

Metropolis Hastings Markov Chain Monte Carlo (MHMCMC) algorithm has been applied to simulate digital image restoration using posterior distribution and pixels update with spin glass markov random field approach. This method was implemented to image degraded with 0.15% level salt and pepper noise by the variation of temperature at 1.5, 2.5 and 4.5. The result of digital image restoration in gray scale at temperature 1.5 is good image restored with Δ_{SNR} 13.072 dB. In other hand result of SNR at temperature 2.5 and 4.5 are 12.322 dB and 12.259 dB. In this simulation, the number of Markov chains (1000 chains) and iteration (800 iteration) are fixed parameter.

Keyword : spin glass markov random field, noise, image restoration

Abstrak

Pendekatan Spin Glass Markov Random Field dapat diterapkan pada restorasi citra. Hasil simulasi menunjukkan setiap perubahan parameter memberikan pengaruh pada struktur magnetik. Perubahan temperatur memberikan pengaruh pada kepadatan struktur magnetik, semakin tinggi temperaturnya maka struktur magnetiknya semakin renggang dan berongga. Demikian juga untuk parameter beta, semakin besar parameter beta maka struktur magnetiknya akan semakin rapat, karena parameter beta akan memberikan efek interaksi pada struktur magnetik. Algoritma Metropolis Hastings Markov Chain Monte Carlo (MHMCMC) telah digunakan untuk mensimulasikan restorasi citra digital dengan pendekatan spin glass markov random field. Metode ini telah diterapkan pada citra terdegradasi derau salt and paper pada tingkatan 0,15 dengan bervariasi temperatur pada 1,5, 2,5 dan 4,5. Proses restorasi citra gray scale pada temperatur 1,5 memberikan hasil yang lebih baik dengan perubahan signal to noise ratio (SNR) 13,072 dB. Sedangkan SNR pada temperatur 2,5 dan 4,5 berturut-turut adalah 12,322 dB dan 12,259 dB. Citra terdegradasi tersebut dapat direstorasi dengan baik pada 800 iterasi dan 1000 chain.

Kata kunci : spin glass markov random field, derau, restorasi citra.

1. Pendahuluan

Spin glass adalah suatu material tak teratur dengan frustrasi magnetik yang tinggi. Frustrasi mengacu pada ketidakmampuan sistem pada keadaan energi yang paling rendah (keadaan dasar atau *ground state*).

Model bidang rerata untuk spin glass yang diperkenalkan oleh David Sherrington dan Scott

Kirkpatrick lebih dari tigapuluh tahun yang lalu adalah suatu model yang telah banyak dikenal [1][2]. Keterkaitan model bersumber dari fakta bahwa untuk beberapa sistem fisika dari spin glass memperlihatkan suatu fase magnetik yang baru, momen magnetik yang dibekukan pada keadaan ketidakteraturan pada orientasi yang seimbang, tanpa orde yang besar [2].

Hal penting yang harus digali adalah sistem yang tidak teratur, seperti pada tipe Sherrington-Kirkpatrick untuk memperkirakan secara teori dan praktek tentang masalah estimasi seperti yang pernah dilakukan oleh Mezard, Parisi dan Zecchina [3]. Pada makalah ini akan dibahas tentang *spin glass* dengan simulasi pada *markov random field* dan aplikasi dari model *spin glass* untuk pemulihan citra digital yang terdegradasi oleh derau.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Model Spin Glass

Seperti pada feromagnetik, bentuk umum dari model spin glass bidang rerata didefinisikan dengan variabel Ising spin $\sigma_i = \pm 1$, yang diberikan untuk setiap lokasi $i = 1, 2, \dots, N$, tetapi sekarang ada yang meredam kekacauan tersebut dengan $N(N-1)/2$ yang bebas dan variabel random yang terdistribusi J_{ij} , definisi untuk setiap unit Gaussian dengan rata-rata $E(J_{ij}) = 0$, $E(J_{ij}^2) = 1$, dengan redaman kekacauan yang berarti bahwa J mempunyai stokastik eksternal pada sistem, tanpa adanya keseimbangan temperatur [4][5].

Model Hamiltonian dari model *spin glass* bidang rerata adalah :

$$H_N(\sigma, h, J) = -\frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{(i,j)} J_{ij} \sigma_i \sigma_j - h \sum_i \sigma_i \quad (1)$$

Persamaan di atas merupakan penjumlahan persamaan untuk semua lokasi kopel, dan penjumlahan kedua untuk semua lokasi, sedangkan \sqrt{N} untuk memastikan keadaan termodinamika pada energi bebas.

Dengan diberikan temperatur β , maka fungsi partisinya adalah $Z_N(\beta, h)$ dan rata-rata redaman energi bebas per lokasi adalah $f_N(\beta, h)$, maka dapat dituliskan sebagai [2][5][6]:

$$Z_N(\beta, h, J) = \sum_{\sigma_1, \dots, \sigma_N} \exp(-\beta H_N(\sigma, h, J)) \quad (2)$$

$$- \beta f_N(\beta, h, J) = N^{-1} E \log Z_N(\beta, h, J) \quad (3)$$

Pada persamaan (3) rata-rata dari E dengan menggambarkan derau eksternal yang terjadi setelah log diberikan. Prosedur ini disebut rerata peredaman. Hal ini merepresentasikan ide secara fisika bahwa derau eksternal tidak berpartisipasi terhadap keseimbangan termal. Akan tetapi hanya σ yang akan memberikan keseimbangan termal. Jika diberikan $\kappa \sigma$ sebagai variabel random Gaussian terpusat dan kovarian, maka :

$$E(\kappa(\sigma) \kappa(\sigma')) = q^2(\sigma, \sigma') \quad (4)$$

dimana $q(\sigma, \sigma')$ adalah overlap di antara dua konfigurasi umum yang didefinisikan oleh :

$$q(\sigma, \sigma') = N^{-1} \sum_i \sigma_i \sigma'_i \quad (5)$$

dengan batas yang jelas $-1 \leq q(\sigma, \sigma') \leq 1$ dan normalisasi $q(\sigma, \sigma') = 1$. Kemudian berawal pada persamaan (1), maka fungsi partisi pada persamaan (2) dapat dituliskan kembali dengan menghilangkan konstanta-konstanta yang tidak penting, maka persamaannya menjadi :

$$Z_N(\beta, h, J) = \sum_{\sigma_1, \dots, \sigma_N} \exp(-\beta \sqrt{\frac{N}{2}} \kappa(\sigma)) \exp(\beta h \sum_i \sigma_i) \quad (6)$$

Jika diketahui ruang konvek χ dari fungsi dengan parameter x sebagai fungsi *nondecreasing* dari variabel tambahan q , kedua x dan q memberikan nilai pada interval $[0, 1]$, maka [7][8]:

$$\chi \ni x : [0, 1] \ni q \rightarrow x(q) \in [0, 1] \quad (7)$$

Jika x adalah fungsi dan $x(q)$ adalah nilainya, maka χ yang melewati $L^1([0, 1], dq)$, dimana dq adalah pengukuran Lebesgue.

Parameter fungsi konstan yang dikarakterisasi oleh bilangan integer K , dan dua urutan $q_0, q_1, \dots, q_K, m_1, m_2, \dots, m_K$ adalah bilangan statistik :

$$\begin{aligned} 0 &= q_0 \leq q_1 \leq \dots \leq q_K = 1 \\ 1, 0 &\leq m_1 \leq m_2 \leq \dots \leq m_K \leq 1 \end{aligned} \quad (8)$$

maka

$$x(q) = m_K \text{ untuk } q_{K-1} \leq q \leq q_K \quad (9)$$

Fungsi f , dengan nilai $f(q,y;x,\beta)$, dengan variabel $q \in [0,1]$, $y \in R$ yang selalu berhubungan dengan fungsi dengan parameter x , dan temperatur β , didefinisikan sebagai solusi dari persamaan antiparabolik nonlinier :

$$(\partial_q f)(q,y) + \frac{1}{2}(\partial_y^2 f)(q,y) + \frac{1}{2}x(q)(\partial_y f)^2(q,y) = 0 \quad (10)$$

dengan kondisi akhir :

$$f(1,y) = \log \cosh(\beta y) \quad (11)$$

Dengan mengintegrasikan persamaan (11) ketika x dalam keadaan konstan, jika $x(q) = m_a$, untuk $q_{a-1} = q \leq q_a$, pertama dengan $m_a > 0$. Kemudian persamaan (11) diberikan dengan interval tersebut dengan kondisi batas akhir pada $q = q_a$, persamaannya menjadi [7]:

$$f(q,y) = \frac{1}{m_a} \log \int \exp(m_a f(q_a, y + z\sqrt{q_a - q})) d\mu(z) \quad (12)$$

dengan $d\mu(z)$ adalah pengukuran unit Gussian terpusat pada garis nyata. Selain itu, jika $m_a = 0$, kemudian persamaan (11) dihilangkan pada bagian nonlinier, persamaannya akan menjadi :

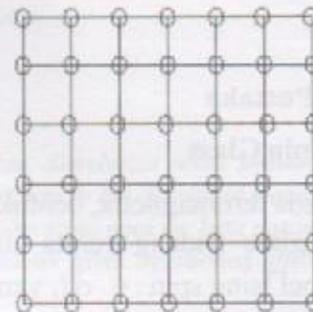
$$f(q,y) = f(q_a, y + z\sqrt{q_a - q}) d\mu(z) \quad (13)$$

2.2. Spin Glass Markov Random Field

Random Field secara umum didefinisikan sebagai koleksi piksel pada suatu kisi terbatas dengan dimensi $\{N * M\} = D$. Nilai masing-masing piksel diasumsikan dengan kuantitas acak, dengan nilai-nilai yang terdistribusi secara uniform pada kisaran $f_{i,j} \in \{0,1,2,\dots,L-1\}$, di mana L adalah jumlah level pada suatu citra. Pada gambar 2.1 ditunjukkan suatu bidang acak, lingkaran yang kecil menggambarkan lokasi piksel dengan nilai $L \in \lambda$. Bidang konfigurasi didefinisikan sebagai $S = \lambda^D$. Deskripsi secara statistik dari suatu citra yang dimodelkan akan menggambarkan hubungan dari tiap piksel pada kisi

$P(F_{i,j} = f_{i,j} | F_{k,l} = f_{k,l}(k,l) \in D)$, di mana F adalah contoh bidang acak dan f adalah nilai yang diasumsikan oleh piksel [9].

Untuk mendapatkan suatu representasi statistik dari citra adalah probabilitas terukur di atas D . Oleh karena itu perlu model Markovian dari citra, yang secara sederhana adalah perluasan dua dimensi dari satu dimensi proses Markov.



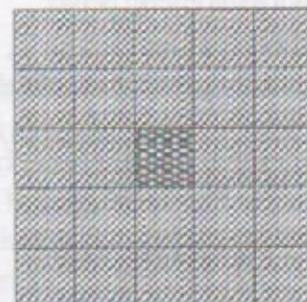
Gambar 1 : Contoh dari *Random Field*

Pemodelan citra dengan cara ini membuat representasi secara statistik dari suatu citra akan lebih mudah. Gambar 2 menunjukkan tipikal dari *Markov Random Field (MRF)* di mana pusat piksel hanya bergantung kepada nilai-nilai piksel yang bertetangga, sehingga dapat didefinisikan secara matematis adalah sebagai berikut [9] :

$$N_{i,j} = \{(k,l) \in D, (k,l) \neq (i,j), k^2 + l^2 \leq 1\} \quad (14)$$

Dengan cara yang sama pada kondisi (k,l) dapat dimodifikasi untuk menyertakan pada suatu sistem tetangga berbeda. Pada sistem tetangga lokal akan menjadi

$$P(F_{i,j} = f_{i,j} | F_{k,l} = f_{k,l}(k,l) \in N_{i,j})$$



Gambar 2. : Bentuk *Markov Random Field*

Diberikan kisi D dan suatu sistem tetangga N , Distribusi Gibbs adalah probabilitas pengukuran π diatas $\{D, N\}$ [9]:

$$\pi(x) = \frac{1}{Z} e^{-H(x)/T} \tag{15}$$

dengan Z dan T adalah konstan dan H adalah fungsi energi yang diberikan oleh :

$$H(x) = \sum_{c \in C} V_c(x) \tag{16}$$

dengan subset $c \subseteq D$ adalah suatu anggota tiap pasangan piksel pada c adalah tetangga, C disebut anggota. $\{V_c, C \in C\}$ disebut potensial, Z adalah fungsi partisi dan diberikan oleh :

$$Z := \sum_x e^{-H(x)/T} \tag{17}$$

Pada persamaan di atas T adalah temperatur. Ketika Citra diperlakukan sebagai suatu kuantitas yang acak, maka hasil keluaran dapat diestimasi, model ini berkaitan dengan suatu masalah Bayesian. Hal spesifik dengan pemodelan citra adalah dengan estimasi *maximum a posteriori* (MAP) dari citra asli. Jika data yang diterima adalah G dan data yang benar X , distribusi posterior dari data yang diterima dikondisikan pada data yang benar diberi oleh persamaan :

$$P(X = x | G = g) \tag{18}$$

atau dengan memaksimalkan *log likelihood* dengan persamaan :

$$\log(P\{X = x | G = g\}) = \log(P\{G = g | X = x\}) + \log(P\{X = x\}) \tag{19}$$

Berdasarkan persamaan di atas, maka sebagai catatan bahwa distribusi G tidak diperlukan.

Model Ising adalah salah satu yang terbaik pada model kisi. Model tersebut ditemukan pada tahun 1925 oleh E.Ising untuk membantu menjelaskan tentang feromagnetik. Pada kasus ini $S = D$. Fungsi energi diberikan oleh persamaan :

$$H(x) = \sum_{(i,j) \in D} V_{\{i,j\}}(x_{i,j}) + \sum_{(i,j) \in D} V_{\{(i,j),(i+1,j)\}}(x_{i,j}, x_{i+1,j}) + \sum_{(i,j) \in D} V_{\{(i,j),(i,j+1)\}}(x_{i,j}, x_{i,j+1}) \tag{20}$$

Pada persamaan di atas adalah Model Ising secara umum, ketika model tersebut diterapkan pada citra biner, maka persamaan tersebut menjadi :

$$H(x) = \alpha \sum_{(i,j) \in D} x_{i,j} + \beta \left(\sum_{(i,j) \in D} x_{i,j} \cdot x_{i+1,j} + \sum_{(i,j) \in D} x_{i,j} \cdot x_{i,j+1} \right) \tag{21}$$

untuk Model Ising dengan kondisi probabilitas $X_{i,j} = x_{i,j}$, untuk 4 tetangga dapat direduksi menjadi :

$$\frac{e^{-x_{i,j}(\alpha + \beta v_{i,j})}}{1 + e^{-\alpha + \beta v_{i,j}}} \tag{22}$$

2.3. Model Citra Digital

Citra digital merupakan kumpulan piksel dengan intensitas tertentu. Jika citra digital dengan notasi f yang merupakan piksel citra dengan notasi i , maka $f = \{\theta_i : i \in S\}$ disebut citra asli dengan S adalah batasan dari piksel dan θ_i adalah intensitas atau derajat keabuan piksel $i \in S$. Kemudian $\hat{f} = \{\hat{\theta}_i : i \in S\}$ disebut sebagai citra yang direstorasi dan $g = \{g_i : i \in S\}$ adalah citra yang terdegradasi oleh derau. Pada deskripsi stokastik citra f dianggap sebagai kumpulan dari variabel acak $\{\theta_i : i \in S\}$. Dengan memodelkan citra sebagai variabel yang acak, maka implementasi distribusi posterior citra terdegradasi oleh derau dapat dilakukan [10][11].

Monte carlo adalah teknik numerik yang membuat bilangan acak untuk menyelesaikan permasalahan. Dengan mengatur temperatur dan inialisasi citra awal f_0 , maka akan dibangun sebuah rantai Markov yang terdiri dari citra dengan distribusi posterior. Pada rantai Markov $f_0 ? f_1 ? \dots ? f_m$ citra f_{k+1}

tergantung hanya pada f_k dan tidak tergantung pada keadaan sebelumnya. Langkah pertama adalah menghitung distribusi posterior $\pi(f_k|g)$ dari citra f_k , kemudian ditandai dengan π_k . Kemudian pilih piksel secara acak dari citra tersebut. Langkah kedua adalah menghitung distribusi posterior pada piksel citra sampel $\pi(f_i|g)$ dan ditandai dengan π_i . Langkah selanjutnya adalah proses penerimaan dan penolakan, piksel dari citra sampel akan diterima dengan probabilitas p yang diberikan oleh persamaan [12] :

$$p = \min\left(1, \frac{\pi_i}{\pi_k}\right) \tag{23}$$

Sedangkan probabilitas dari sebuah citra seperti pada persamaan di bawah ini :

$$\begin{aligned} \Pr(f) &= \frac{1}{Z} \exp\left(T \sum_{(m,n)} f_m f_n\right) \\ &= \frac{1}{Z} \exp(-2T \#f) \end{aligned} \tag{24}$$

Kemudian untuk rasio probabilitas $\frac{\pi_i}{\pi_k}$ diberikan

oleh persamaan :

$$\begin{aligned} \frac{\pi_i}{\pi_k} &= \frac{\pi(f_i|g)}{\pi(f_k|g)} = \frac{\Pr(g|f_i)\Pr(f_i)}{\Pr(g|f_k)\Pr(f_k)} \\ &= \exp\left[\frac{x(f_i - f_k)}{\sigma^2}\right] \exp[2T(\#f_k - \#f_i)] \end{aligned}$$

dengan $\#f$ adalah jumlah piksel bertetangga yang tidak cocok pada f , $T > 0$ adalah konstan dan Z konstanta normalisasi. Pada algoritma MH MCMC bagian yang dipilih f_k dibandingkan dengan kandidat f_i yang berbeda dari f_k oleh satu piksel. Nilai dari $\#f_k - \#f_i$ dihitung untuk perubahan piksel yang berhubungan dengan empat piksel yang bertetangga [13].

Update piksel dengan *Self threshold* adalah sebuah metode dengan membandingkan nilai tiap piksel pada derajat keabuan yang telah diskalakan dan akan diterima jika rasio probabilitas lebih kecil dari 1. Sehingga nilai piksel yang baru merupakan nilai *threshold* yang telah diacak.

Dari citra yang terdegradasi g dan citra yang telah direstorasi \hat{f} , maka dapat dihitung perubahan *signal to noise ratio* (Δ_{SNR}) dengan persamaan [10] :

$$\Delta_{SNR} = 10 \log_{10} \frac{\sum_{i \in \Omega} (g_i - f_i)^2}{\sum_{i \in \Omega} (\hat{f}_i - f_i)^2} \text{ (dB)} \tag{26}$$

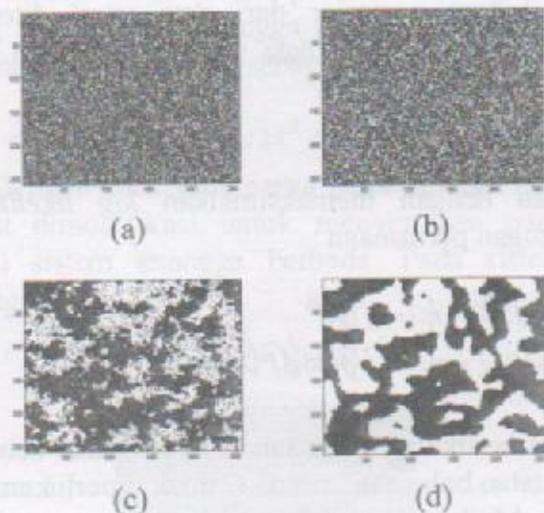
Nilai Δ_{SNR} kecil ketika derau yang ada pada citra terdegradasi g besar.

3. Hasil dan Analisis

Berikut ini adalah hasil simulasi dari Spin Glass dengan menggunakan metode MRF, Gibbs, dan Algoritma Metropolis. Pada simulasi ini digunakan Matlab 6.5. Adapun hasil simulasi dengan menggunakan metode-metode tersebut di atas adalah sebagai berikut :

3.1. Simulasi Model Spin Glass Markov Random Field

Parameter tetap $\alpha = 0$, $\beta = -0,9$ dan iterasi = 40



Gambar 3: Hasil Simulasi Model Spin Glass Markov Random Field

- a. Temperatur 1
- b. Temperatur 2
- c. Temperatur 8
- d. Temperatur 40

Pada gambar 3 dengan parameter tetap $\alpha = 0$, $\beta = -0,9$ dan iterasi = 40 menghasilkan struktur magnetik yang berbeda-bada dari perubahan temperatur. Pada temperatur 1 dan 2 struktur magnetik tampak lebih rapat (gambar 3a dan gambar 3b), sedangkan pada temperatur 8 struktur magnetik tampak kurang rapat dan berongga (gambar 3c). Kemudian ketika temperatur dinaikkan menjadi 40 struktur magnetiknya tidak rapat dan berongga (gambar 3d), hal ini berarti dengan naiknya temperatur akan memberikan efek struktur magnetik yang acak. Jika struktur magnetik dianalogikan sebagai piksel pada sebuah citra, maka struktur magnetik tersebut merupakan kuantitas dari piksel yang diperlakukan secara acak dengan distribusi yang tidak homogen.

3.2. Aplikasi Model Spin Glass Untuk Restorasi Citra Digital

Gambar 4 adalah citra asli dan citra terdegradasi derau *salt & paper* dengan tingkatan 0,15. Implementasi model spin glass markov random field pada citra "lena" seperti pada gambar 5 memperlihatkan hasil dari citra yang telah direstorasi dengan variasi dari temperatur. Tampak secara sekilas ketiga gambar hampir sama, akan tetapi akan tampak berbeda jika dilihat dari grafik Δ SNR seperti pada gambar 6.

Pada gambar 6 nilai Δ SNR untuk temperatur 1,5 adalah 13.072 dB, pada temperatur 2,5 adalah 12.322 dB, sedangkan pada temperatur 4,5 adalah 12.259 dB. Jika dilihat dari hasil tersebut tampak bahwa nilai Δ SNR pada temperatur 1,5 memberikan nilai yang tertinggi, sedangkan pada temperatur 2,5 dan 4,5 Δ SNR menjadi turun. Berdasarkan grafik Δ SNR yang diperlihatkan pada gambar 6 mengindikasikan bahwa Δ SNR turun diatas 300 iterasi, hal ini disebabkan algoritma akan mengupdate kembali piksel-piksel dengan nilai threshold yang baru. Berdasarkan grafik Δ SNR pada gambar 6 pengaturan pada temperature 1,5 memberikan Δ SNR yang optimal.

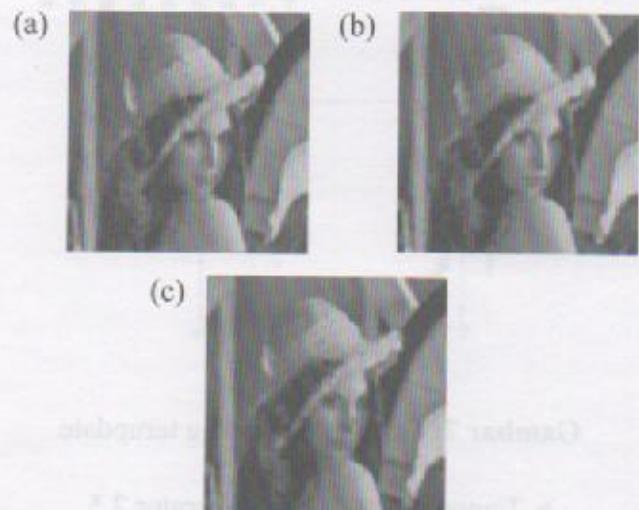
Nilai Δ SNR yang dihasilkan pada proses restorasi citra disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu : jenis derau yang diberikan, distribusi yang digunakan sebagai fungsi update piksel, random dari threshold, dan jumlah iterasi.

Sedangkan pada gambar 7 menunjukkan bahwa piksel yang diupdate akan semakin berkurang dengan bertambahnya iterasi, hal ini membuktikan bahwa proses update piksel dengan menggunakan metode distribusi posterior dan update piksel dengan *self threshold* telah berjalan dengan baik. Akan tetapi dari keseluruhan proses restorasi citra masih perlu dilakukan pengembangan algoritma agar lebih memberikan hasil yang optimal.



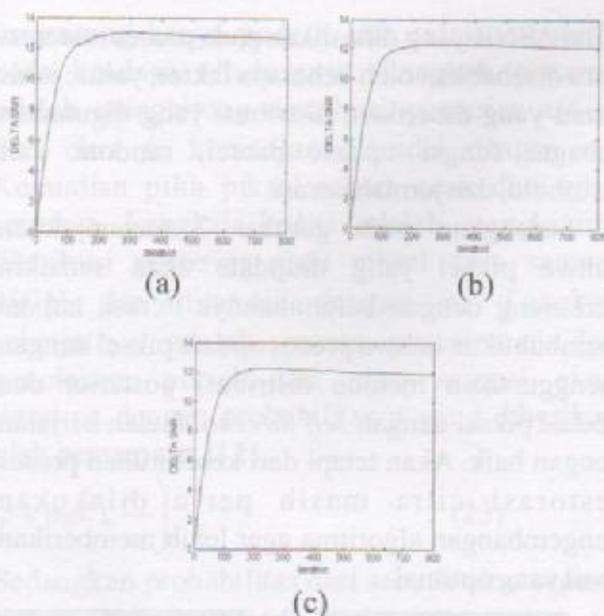
Gambar 4: Citra Digital

a. Citra Asli b. Citra Terdegradasi derau Salt and paper 0.15

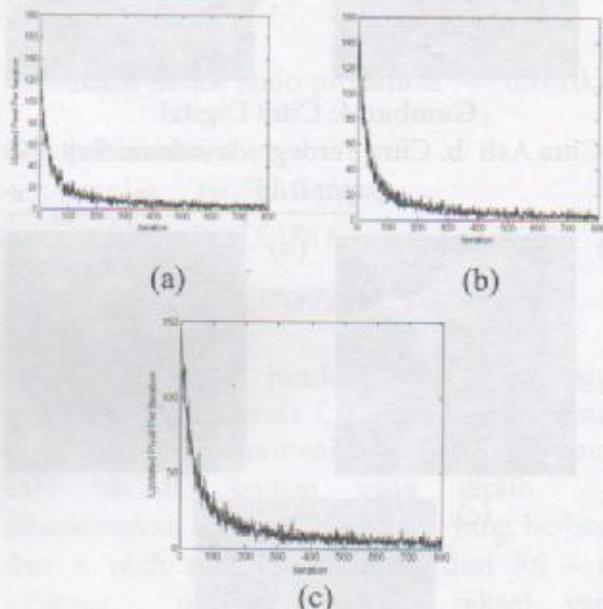


Gambar 5 : Restorasi Citra dengan model distribusi *posterior* dan update piksel dengan *self threshold*

a Restorasi Citra dengan Tempertur 1.5 b. Restorasi Citra dengan Tempertur 2.5
c. Restorasi Citra dengan Tempertur 4.5



Gambar 6 : Grafik SNR
 a Temperatur 1.5 b. Temperatur 2.5
 c. Temperatur 4.5



Gambar 7: Grafik Pixel yang terupdate Per Iterasi
 a Temperatur 1.5 b. Temperatur 2.5
 c. Temperatur 4.5

4. Kesimpulan

Dari hasil simulasi model *spin glass markov random field* dapat disimpulkan bahwa setiap

perubahan parameter akan memberikan pengaruh pada struktur magnetik. Pada model *spin glass markov random field* tampak jelas bahwa perubahan temperatur akan memberikan efek pada struktur magnetik yang acak. Jika struktur magnetik dianalogikan dengan piksel pada citra, maka struktur magnetik tersebut merupakan kuantitas dari piksel yang diperlakukan secara acak dengan distribusi yang tidak homogen.

Simulasi dengan menggunakan pendekatan model *spin glass markov random field* untuk restorasi citra terdegradasi derau salt & paper dengan tingkatan 0,15. Restorasi citra dengan pendekatan model *spin glass markov random field* memberikan hasil yang optimum pada temperatur 1,5 dan ΔSNR 13,072 dB dengan 800 iterasi dan 1000 chain. Nilai ΔSNR yang dihasilkan pada proses restorasi citra disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu : derau yang diberikan, distribusi yang digunakan sebagai fungsi update piksel, random dari threshold, dan jumlah iterasi.

5. Daftar Pustaka :

1. D. Sherrington and S. Kirkpatrick, , "Solvable Model of a Spin-Glass", *Phys. Rev. Lett.*, 1978
2. S. Kirkpatrick and D. Sherrington, , "Infinite-ranged models of spin-glasses", *Phys. Rev. B17*, 1978
3. M. M'ezard, G. Parisi and R. Zecchina, "Analytic and Algorithmic Solution of Random Satisfiability Problems", *Science*, 2002,
4. F. Guerra and F. L. Toninelli, , "The Thermodynamic Limit in Mean Field Spin Glass Models", *Commun. Math. Phys.* 2002.
5. F. Guerra, "Broken Replica Symmetry Bounds in the Mean Field Spin Glass Model", *Commun. Math. Phys.* 233, 2003,
6. M. Aizenman, R. Sims and S. Starr, "Extended variational principle for the Sherrington-Kirkpatrick spin-glass model", *Phys. Rev. B68*, 2003.
7. S. Geman and D. Geman, , "Stochastic Relaxation, Gibbs Distributions, and the

- Bayesian Restoration of Images", *IEEE trans. pattern anal. and mach. intell*, Vol.6, 1984
8. F. Guerra, "Sum rules for the free energy in the mean field spin glass model", *Fields Institute Communications* 30, 2001.
 9. M.R. Bhatt and U.B. Desai, "Robust Image Restoration Algorithm Using Markov Random Field Models", *In Proceedings of International Symposium on Circuit and System*, 1992,
 10. K. Tanaka, J. Inoue and Titterington D. M., "Probabilistic image processing by means of Bethe approximation for the Q -Ising model", www.stats.gla.ac.uk/Research/TechRep2003/03-3.pdf 2003.
 11. K. Tanaka and N Yoshiike., "Statistical-Mechanical Approach to Probabilistic Image Processing", *Workshop on Statistical Mechanical Approach to Probabilistic Information Processing*, 2003.
 12. K. P. N. Murthy, "Bayesian Restoration of Digital Images Employing Markov Chain Monte Carlo" , *eprint arXiv:cs/0504037*, G.K. Nicholls and S.M. Tan, 2001, *Inverse Problems*, PHYSICS 707, The University of Auckland, 2003.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Salam Sejahtera untuk kita semua

Pembaca Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi yang budiman

Kita panjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia sehingga Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi bisa terbit di hadapan para pembaca semua.

Pada terbitan Volume 8 nomor 2 tahun 2008 ini meliputi bidang komponen mikroelektronika, bidang elektronika dan bidang telekomunikasi sesuai dengan bidang kompetensi kami dengan judul-judul antara lain :

Analisa Teori dan Numerik Pembebanan Resistif terhadap Kestabilan Impedansi input Antena GPR di atas Permukaan Tanah, Discriminator pada Audio Demodulator Analog Satelit Receiver, Indikasi dan Interpretasi Pola Target pada Sistem Radar di Bawah Permukaan Tanah, Karakterisasi Lapisan ZnO dan SnO₂ dengan Teknologi Sputtering sebagai Bahan Sensitif pada Sensor Gas CO, Model Pengatur Lampu Lalu Lintas dengan Metal Detektor Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535, Optimasi Desain Filter Optik Jenis ParallelCascaded Microring Resonator (PCMR) dengan menggunakan Metoda Transfer Matrix dan Signal Flow Graph, Pengaruh Jarak antar feedPoint dalam Meningkatkan Akurasi Footprint, Pengkode Sinyal Suara pada Laju 4 kbps : Menggunakan Model Sinusoida Segmen Antar Puncak, Rancang Bangun Rectifier Antena 890 915 MHz, Restorasi Citra Digital dengan Pendekatan Spin Glass Markov Random Field, Sinyal kode Berbasis Derau dan Intensitas Daya Optik untuk Sensor dalam Sistem Keamanan Ruang, Tuner pada Analog Satellit Receiver.

Kami mengharapkan saran dan kritik dari para pembaca untuk perbaikan jurnal ini agar lebih berkualitas. Mudah-mudahan apa yang kami sajikan dapat menambah wawasan dan bermanfaat bagi kita semua.

Redaksi

JURNAL Elektronika dan Telekomunikasi

SUSUNAN REDAKSI

Penanggung Jawab : Kepala Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi LIPI

Dewan Redaksi : Prof. Dr. Masbah RT. Siregar
Prof. Dr. Totok MS Soegandi
Prof. Dr. Ir. Adang Suwandi Ahmad
Prof. Ir. Ika Hartika Ismet, MA
Dr. AB. Suksmono
Dr. Ir. Adit Kurniawan, M Eng
Dr. Goib Wiranto
Dr. Mashury Wahab, MEng
Dr. Purwoko Adhi, DEA

**Redaksi Pelaksana
Ketua** : Ir. Yuyu Wahyu, MT

Anggota : Ir. Pamungkas Daud, MT
Lilis Retnaningsih, S.Si
Yadi Radiansyah, ST

Sirkulasi : Poppy Sumarni

Alamat Redaksi : Sub. Bid. Jasa dan Informasi
PPET LIPI
Jl. Sangkuriang Bandung 40135
Telp. (022) 2504660/1 ; Fax. (022) 2504659
E-mail : Info@ppet.lipi.go.id