

KOMPRESI CITRA DIGITAL *GRAYSCALE* ORIGINAL DENGAN MENGGUNAKAN METODA *DISCRETE COSINE* *TRANSFORM* SEBAGAI STANDAR ALGORITMA *JPEG* *COMPRESSION*

Baharuddin

Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Unand
Laboratorium Telekomunikasi Multimedia Jurusan Teknik Elektro

ABSTRAK

Penelitian yang telah dikerjakan adalah menganalisa kemampuan kompresi citra *JPEG gray scale* berdasarkan metode *Discrete Cosine Transform*. Saat ini penggunaan informasi citra digital digunakan secara luas dalam berbagai macam aplikasi yang membutuhkan bandwidth kanal pentransmisi dan media penyimpanan yang cukup besar. Untuk mengatasi terbatasnya media penyimpanan dan bandwidth kanal pentransmisi, maka perlu dirancang suatu sistem kompresi citra yang memiliki tingkat kemampuan kompresi yang tinggi. Sistem kompresi citra berdasarkan algoritma *JPEG Compression* merupakan sistem kompresi citra yang memiliki tingkat kemampuan kompresi yang tinggi. Sesuai dengan algoritma *JPEG compression*, citra *grayscale* asli akan dikompresi pada beberapa rasio kompresi. Hasil yang didapat setelah simulasi, berupa citra-citra rekonstruksi yang diukur dengan parameter penilaian obyektif yang berdasarkan nilai *Peak Signal to Noise Ratio* dan parameter penilaian subyektif yang berdasarkan *Human Visual System*. Penilaian obyektif kualitas citra rekonstruksi yang efisien diperoleh pada rasio kompresi optimum sebesar 12.399 dengan nilai *PSNR* 30.024 dB dan jumlah bit per pixel 0.645 bpp.

Keywords : *Citra Grayscale Asli, Algoritma JPEG Compression, Rasio Kompresi, PSNR, Human Visual System.*

1. PENDAHULUAN

Saat ini penggunaan informasi citra digital digunakan secara luas dalam berbagai macam aplikasi seperti jaringan internet, sistem konferensi video (*videoconferencing systems*), citra medis dan kamera keamanan jarak jauh serta beragam aplikasi lainnya. Banyaknya aplikasi yang menggunakan data citra sangat membutuhkan lebar pita (*bandwidth*) kanal pentransmisi yang lebar dan juga media penyimpanan yang cukup besar. Sedangkan jumlah data yang melewati media transmisi sangat terbatas. Untuk mengatasi permasalahan terbatasnya media penyimpanan dan *bandwidth* kanal pentransmisi, maka diperlukan suatu teknik kompresi citra yang dapat mengurangi jumlah informasi citra dengan perbandingan (rasio) kompresi yang tinggi, akan tetapi informasi penting pada citra tetap dipertahankan dan sesuai dengan karakteristik sistem *visual* manusia.

Di bidang kompresi citra (*image compression*), citra asli (*original image*) sebagai citra input yang akan digunakan dalam proses kompresi adalah citra digital. Citra asli digital ini berupa citra yang belum mengalami proses pengompresian atau belum mengalami pengurangan bit-bitnya. Bagaimanapun, citra asli digital (*original digital image*) ini didapat dari beberapa proses digitalisasi citra dari citra asli yang masih analog. Misalnya citra yang berasal dari kamera analog yang kemudian mengalami proses

digitalisasi. Efek sebuah kamera analog mempengaruhi sebuah citra asli analog yang dihasilkannya, akan tetapi hal itu bukan masalah karena kamera yang baik pasti memiliki fokus yang tajam sehingga menghasilkan suatu objek citra yang memiliki kualitas yang sempurna.

Penelitian yang telah dilakukan dalam teknik kompresi citra antara lain adalah **Gregory K. Wallace** dalam jurnalnya yang berjudul *The JPEG Still Picture Compression Standard* [1]. Dia mengemukakan bahwa sebuah komite gabungan yang bernama *Joint Photographic Experts Group* telah membuat standar algoritma kompresi citra diam *JPEG* yang berdasarkan metoda *Discrete Cosine Transform*. Pada jurnal ini, dinyatakan bahwa standar algoritma kompresi citra diam *JPEG* ini banyak digunakan secara luas dalam berbagai aplikasi. Serta **David Bethel** dalam jurnalnya yang berjudul *Optimisation of Still Image Compression Techniques* [2]. Dalam jurnalnya, dikemukakan penerapan metoda untuk mengoptimalkan *source coding* dan *optimal source coding* tersebut dikuantisasi dengan kuantisasi linier untuk transformasi *DCT* dan *Wavelet*. Kemudian *Embedded zero-tree wavelet (EZW)* diterapkan sebagai perbandingannya dan dihasilkan bahwa optimalisasi koefisien *DCT* yang terkuantisasi adalah lebih baik daripada metoda transformasi *wavelet*.

Penelitian mengenai sistem kompresi citra *grayscale* asli dengan menggunakan metoda transformasi DCT (*Discrete Cosine Transform*) sebagai standar algoritma *JPEG compression*. Dalam penelitian ini, citra *grayscale* asli akan dikompresi sesuai dengan algoritma *JPEG compression*. Algoritma *JPEG compression* ini terdiri dari beberapa tahapan proses, yang dimulai dari transformasi citra dengan transformasi DCT (*Discrete Cosine Transform*), kuantisasi koefisien DCT, pengkodean Huffman, pendekodean Huffman, dekuantisasi, dan *inverse* transformasi DCT. Tujuan dari isi paper ini adalah untuk menganalisa unjuk kerja sistem kompresi citra *grayscale* asli, apakah informasi data citra hasil rekonstruksi benar-benar dapat dioptimalkan dengan menggunakan algoritma *JPEG compression*.

2. CITRA

Citra merupakan suatu representasi, kemiripan, atau imitasi dari suatu objek atau benda. *Image* (citra) sebagai salah satu komponen multimedia memegang peranan penting sebagai bentuk informasi visual. Citra mempunyai karakteristik yang tidak dimiliki oleh data teks, yaitu citra kaya akan informasi. Citra merupakan gambar pada bidang dwimatra. Citra merupakan sebuah sinyal dua dimensi yang merupakan fungsi dua variabel bebas, karena itu citra memiliki sejumlah data^[2]. Citra yang dimaksud adalah citra diam. Citra diam adalah citra tunggal yang tidak bergerak.

Citra dapat dipandang sebagai suatu fungsi bernilai *real*. Agar dapat diolah dengan komputer digital, maka suatu citra harus direpresentasikan secara numerik dengan nilai – nilai diskrit. Representasi citra dari fungsi kontinu menjadi nilai – nilai diskrit disebut digitalisasi. Citra yang dihasilkan inilah yang disebut citra digital (*digital image*). Pada umumnya citra digital berbentuk empat persegi panjang, dan dimensi ukurannya dinyatakan sebagai tinggi X lebar (atau lebar X panjang). Masing – masing elemen pada citra digital (elemen matriks) disebut *image element*, *picture element* atau *pixel*. Citra digital yang berukuran N x M lazim dinyatakan dengan matriks yang berukuran N baris dan M kolom.[1]

$$f(x,y) = \begin{pmatrix} f(0,0) & f(0,1) & .. & f(0,M) \\ f(1,0) & f(1,1) & .. & f(1,M) \\ : & : & & \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & .. & f(N-1,M-1) \end{pmatrix} \quad (1)$$

Jadi, citra yang berukuran N x M mempunyai NM buah *pixel*. Misalkan *pixel* pertama pada koordinat (0,0) mempunyai nilai intensitas 0 yang

berarti warna *pixel* tersebut hitam, *pixel* kedua pada koordinat (0,1) mempunyai intensitas 134 yang berarti warnanya antara hitam dan putih, dan seterusnya. Proses digitalisasi citra ada dua macam .[1]

1. Digitalisasi spasial (x,y), sering disebut sebagai sampling.
2. Digitalisasi intensitas f(x,y), sering disebut sebagai kuantisasi.

Sampling adalah proses untuk menentukan warna pada piksel tertentu pada citra. Pada proses sampling biasanya dicari warna rata – rata dari gambar analog yang kemudian dibulatkan ke dalam angka bulat.

Citra kontinu disampling pada *grid – grid* yang berbentuk bujur sangkar (dalam arah horizontal dan vertikal). Terdapat perbedaan antara koordinat gambar yang disampling dengan koordinat matriks (hasil digitalisasi). Titik asal (0,0) pada gambar dan elemen (0,0) pada matriks tidak sama. Koordinat x dan y pada gambar dimulai dari sudut kiri bawah, sedangkan penomoran *pixel* pada matriks dimulai dari sudut kiri atas[1].

Dalam proses sampling warna rata – rata yang didapat direlasikan ke level warna tertentu[1]. Contohnya apabila dalam citra hanya terdapat 16 level warna abu-abu, maka nilai rata – rata yang didapat dalam proses sampling harus diasosiasikan ke 16 level tersebut. Proses mengasosiasikan warna rata – rata dengan level warna tertentu disebut dengan kuantisasi.

Citra merupakan dimensi *spatial* yang berisi informasi warna dan tidak bergantung pada waktu. Citra merupakan sekumpulan titik – titik dari gambar. Titik–titik tersebut menggambarkan posisi koordinat dan mempunyai intensitas yang dapat dinyatakan dengan bilangan. Intensitas ini menunjukkan warna citra.

3. DISCRETE COSINE TRANSFORMATION (DCT).

Transformasi DCT merupakan jenis transformasi orthogonal/orthonormal. Transformasi orthogonal tidak memiliki korelasi antara koefisien-koefisien transformasinya. Beberapa kelebihan atau keuntungan transformasi orthogonal dibandingkan jenis transformasi lainnya adalah :

1. koefisien- koefisien transformasi orthogonal bersifat independen sehingga lebih mudah untuk dikompresi.
2. MSE dari citra hasil rekonstruksi dapat dihitung langsung dari koefisien transformasi terkompresi tanpa perlunya melakukan *inverse transform*.

Sedangkan untuk persamaan MSE untuk citra hasil rekonstruksi ditunjukkan pada persamaan 2 dibawah ini :

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i,j} (f(i, j) - f'(i, j))^2$$

$$= \frac{1}{N} \sum_{i,j} (f(i,j)^2 - 2f(i,j) \cdot f'(i,j) + f'(i,j)^2) \quad (2)$$

Bentuk umum transformasi orthogonal ditunjukkan dalam persamaan 3 dan 4 dibawah ini :

$$c(k,l) = \sum_{i,j} f(i,j) \cdot h(i,j,k,l) \quad (3)$$

$$f(i,j) = \sum_{k,l} c(k,l) \cdot h^{-1}(i,j,k,l) \quad (4)$$

Dimana :

i dan j adalah posisi pixel

k dan l adalah posisi pada ruang transformasi

c(k,l) adalah koefisien transformasi

f(i,j) adalah susunan pixel citra

h(i,j,k,l) dan h⁻¹(i,j,k,l) adalah *forward* dan *reverse* transformasi.

Normalisasi transformasi orthogonal ditunjukkan pada persamaan 5 dibawah ini, yaitu :

$$\sum_{i,j} h(i,j,k_A,l_A) \cdot h(i,j,k_B,l_B) = 0$$

$$k_A \neq k_B \quad l_A \neq l_B \quad (5)$$

$$= 1$$

$$k_A = k_B \quad l_A = l_B$$

Sebelumnya, persamaan MSE untuk transformasi orthogonal ditunjukkan oleh persamaan 2. Substitusi persamaan 4 ke dalam persamaan 2 menjadi persamaan 6 seperti dibawah ini, yaitu :

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i,j} \left(\sum_{k_A,l_A} c(k_A,l_A) \cdot h^{-1}(i,j,k_A,l_A) \sum_{k_B,l_B} c(k_B,l_B) \cdot h^{-1}(i,j,k_B,l_B) \right)$$

$$- \frac{2}{N} \sum_{i,j} \left(\sum_{k_A,l_A} c'(k_A,l_A) \cdot h^{-1}(i,j,k_A,l_A) \sum_{k_B,l_B} c(k_B,l_B) \cdot h^{-1}(i,j,k_B,l_B) \right)$$

$$+ \frac{1}{N} \sum_{i,j} \left(\sum_{k_A,l_A} c'(k_A,l_A) \cdot h^{-1}(i,j,k_A,l_A) \sum_{k_B,l_B} c'(k_B,l_B) \cdot h^{-1}(i,j,k_B,l_B) \right) \quad (6)$$

Ketika K_A = k_B dan l_A = l_B, maka jumlah dari persamaan 6 diatas tidak nol sehingga persamaan 6 menjadi persamaan 7 seperti dibawah ini :

$$MSE = \frac{\alpha}{N} \sum_{k,l} (c(k,l)^2 - 2c(k,l) \cdot c'(k,l) + c'(k,l)^2)$$

$$= \frac{\alpha}{N} \sum_{k,l} (c(k,l) - c'(k,l))^2 \quad (7)$$

dimana c'(k,l) adalah koefisien transformasi yang terkuantisasi dan nilai α itu sendiri dapat dituliskan pada persamaan 8 dibawah ini :

$$\alpha = \sum_{i,j} h^{-1}(i,j,k,l)^2 \quad (8)$$

Normalisasi transformasi orthogonal ditunjukkan dengan nilai α = 1 yang berarti bahwa nilai MSE untuk citra hasil rekonstruksi sama dengan nilai MSE untuk koefisien yang terkompresi. Discrete Cosine Transform (DCT) digunakan

sebagai transformasi standar untuk kompresi citra [2]. Persamaan umum untuk transformasi DCT 2-dimensi[3] dapat diperlihatkan pada persamaan 9 dan dibawah ini :

$$DCT(i,j) = \frac{1}{\sqrt{2N}} C(i)C(j) \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} Pixe(x,y) \cos \left[\frac{(2x+1)i\pi}{2N} \right] \cos \left[\frac{(2y+1)j\pi}{2N} \right] \quad (9)$$

Sedangkan persamaan untuk *Inverse* transformasi DCT[3] diperlihatkan pada persamaan 10 dibawah ini:

$$Pixe(x,y) = \frac{1}{2N} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} C(i)C(j) DCT(i,j) \cos \left[\frac{(2x+1)i\pi}{2N} \right] \cos \left[\frac{(2y+1)j\pi}{2N} \right] \quad (10)$$

dimana : $C(0) = \frac{1}{\sqrt{2}}$ untuk i = 0 ; $C(i) = 1$ untuk i > 0

Sebelum proses transformasi, matriks transformasi C didefinisikan dengan persamaan 11 dibawah ini :

$$C(i,j) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{N}}, & i = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N}, & i > 0 \end{cases} \quad (11)$$

Kemudian, transformasi dilakukan dengan cara seperti persamaan 12 dibawah ini :

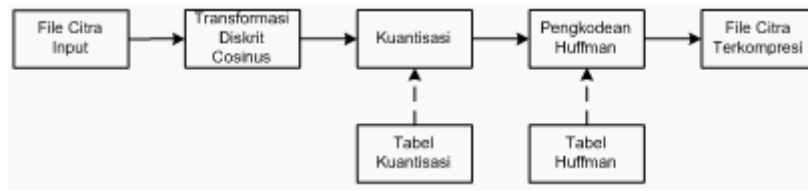
$$DCT = C * BlokPixel * C^t \quad (12)$$

4. PERANCANGAN SISTEM

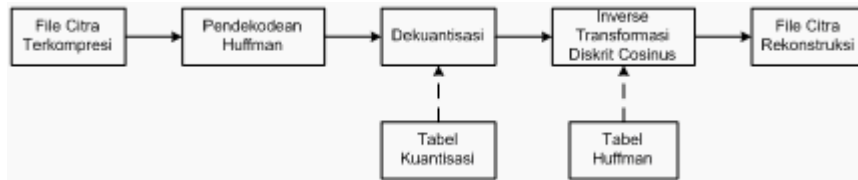
Perencanaan sistem dimulai dengan menyusun algoritma *JPEG Compression*. Perencanaan ini digambarkan dalam bentuk diagram alir untuk mendeskripsikan algoritma yang dilakukan dalam pembuatan program simulasi, sehingga dapat memudahkan dalam pembuatan program, dengan tujuan agar uji coba perencanaan sistem mempunyai logika yang jelas antara keluaran dan masukan yang diinginkan.

4.1 Model Kompresi Citra berdasarkan Algoritma *JPEG Compression*

Proses pembuatan model kompresi citra berdasarkan algoritma *JPEG Compression*, dilakukan melalui dua tahap, yaitu tahap kompresi dan dekompresi. Tahap kompresi dibagi dalam tiga bagian, yaitu transformasi DCT, kuantisasi skalar dan pengkodean Huffman. Sedangkan tahap dekompresi yang merupakan tahap rekonstruksi citra dilakukan melalui tiga bagian, yaitu *inverse* transformasi, dekuantisasi skalar dan pendekodean Huffman. Masing-masing tahap diatas diperlihatkan pada gambar blok diagram 1 dan 2 dibawah ini :



Gambar- 1 Blok Diagram Tahap Kompresi Citra

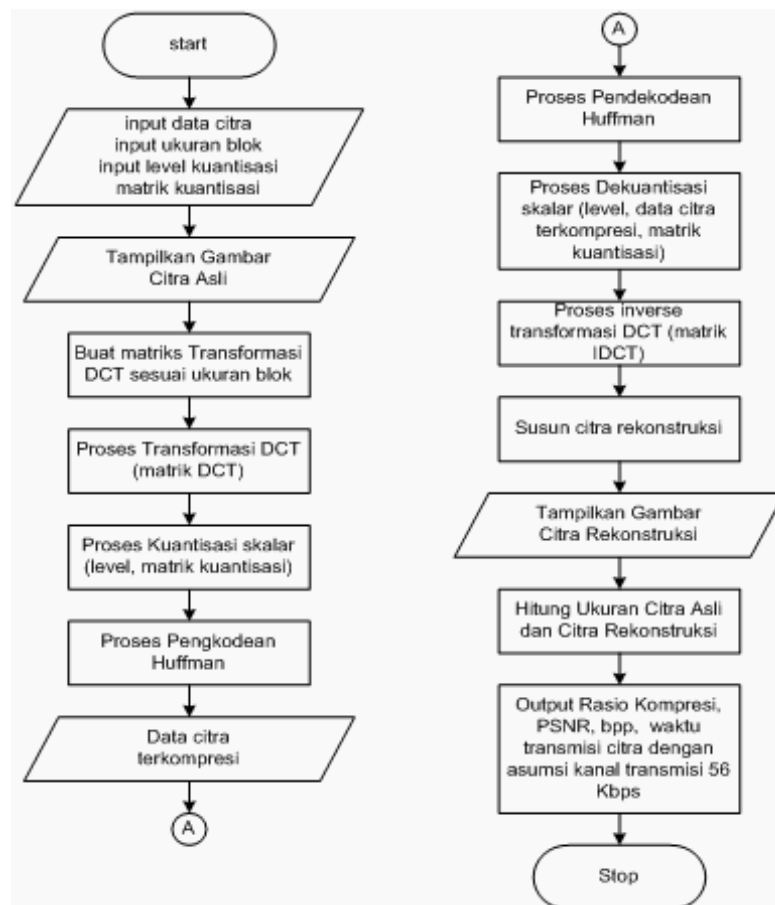


Gambar- 2 Blok Diagram Tahap Dekompresi Citra

4.2 Deskripsi Simulasi Algoritma *JPEG Compression*

Sebelum membuat program simulasi algoritma *JPEG Compression* ini, maka ada beberapa aliran proses yang harus dilakukan, aliran

proses tersebut berupa diagram alir yang ditunjukkan pada gambar 3 dibawah ini :



Gambar- 3 Diagram alir simulasi algoritma *JPEG Compression*

Dari diagram alir yang ditunjukkan pada gambar 3.3, maka algoritmanya dapat dibagi menjadi beberapa bagian utama, yaitu algoritma proses transformasi

DCT, kuantisasi, pengkodean Huffman, pendekodean Huffman, dekuantisasi dan *inverse* transformasi DCT.

5. ANALISA HASIL SIMULASI

Dari hasil simulasi tersebut, maka unjuk kerja sistem *JPEG compression* dievaluasi dengan cara analisa kualitas citra rekonstruksi berdasarkan parameter penilaian obyektif dan parameter penilaian subyektif.

Citra digital asli yang digunakan dalam analisa ini diperlihatkan pada gambar 5 dibawah ini :



Ukuran file = 65,682 Kbyte
 Bit Per Pixel = 8
 Jumlah Bit = 65682 x 8 = 525456 bit

Gambar-5 Citra Asli

Perbandingan rasio hasil citra rekonstruksi dapat diperlihatkan pada gambar 6 dibawah ini :

Citra Rekonstruksi	Citra Rekonstruksi
Level Kuantisasi = 255 BPP = 3.280 PSNR = 43.552 dB	Level Kuantisasi = 0.1 BPP = 0.208 PSNR = 24.507 dB

Gambar-6 Perbandingan Antara Citra Rekonstruksi PSNR 43.552 dB dengan Citra Rekonstruksi PSNR 24.507 dB

Tabel -1 Citra Hasil Rekonstruksi dari berbagai rasio kompresi

Level Kuantisasi	Bit Per Pixel (bpp)	Rasio Kompresi	Ukuran Citra (Byte)	PSNR (dB)
255	3.280	2.439	26927.35	43.552
250	2.962	2.701	24315.80	42.159
225	2.088	3.831	17143.10	38.159
200	1.652	4.841	13566.53	36.012
175	1.372	5.832	11262.28	34.584
150	1.173	6.821	9629.66	33.425
125	1.013	7.901	8313.60	32.462
100	0.877	9.127	7196.75	31.584
80	0.776	10.309	6371.41	30.943
75	0.753	10.622	6183.87	30.790
60	0.684	11.702	5612.85	30.303
52	0.645	12.399	5297.40	30.024
50	0.636	12.575	5223.11	29.958
25	0.508	15.745	4171.52	28.904
15	0.449	17.810	3687.95	28.266
10	0.412	19.427	3380.89	27.817
5	0.358	22.358	2937.78	27.122
3	0.326	24.552	2675.20	26.663
2	0.304	26.296	2497.80	26.335
1	0.275	29.064	2259.90	25.866
0.5	0.251	31.881	2060.20	25.415
0.1	0.208	38.393	1710.80	24.507

Dari tabel 1 dan gambar 6 menunjukkan bahwa pada level kuantisasi 255, diperoleh rasio kompresi 2.439 dengan nilai PSNR 43.552 dB. Kemudian pada level kuantisasi 52, diperoleh rasio kompresi 12.399 dengan nilai PSNR 30.024. Penurunan nilai PSNR terus berlanjut hingga dicapai nilai PSNR minimum pada level kuantisasi 0.1 dengan rasio kompresi sebesar 38.393.

Pada hasil simulasi ini, kualitas citra rekonstruksi yang terukur pada nilai *Peak Signal to Noise Ratio* sebesar 30.024 dB, merupakan nilai PSNR optimum yang diperoleh saat set nilai level kuantisasi 52 dengan rasio kompresi 12.399. Maka penilaian kualitas citra rekonstruksi yang efisien diperoleh pada rasio kompresi optimum sebesar 12.399.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa rasio kompresi untuk sistem yang menggunakan Discrete Cosine Transform yang paling maksimum adalah sebesar 10 kali. Terlihat dari data yang didapat dari analisa pada tabel 1. hal ini dimungkinkan karena transformasi yang digunakannya adalah DCT. Transformasi DCT yang digunakan hanya mampu menghasilkan citra rekonstruksi dengan baik hanya pada 30 dB. Rasio kompresi diatas rasio tersebut, maka hasil citra rekonstruksi telah memiliki kualitas citra yang buruk. Sehingga rasio kompresi yang paling optimum dengan menggunakan algoritma DCT hanya pada tingkat rasio 10 kali.

6.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya perlu dikembangkan suatu sistem teknik kompresi yang memiliki algoritma yang memiliki rasio yang tinggi, seperti EZW, SPIHT dan beberapa teknik kompresi yang berbasis Transformasi wavelet diskrit.

DAFTAR PUSTAKA

1. Munir, Rinaldi, *Pengolahan Citra Digital Dengan Pendekatan Algoritmik*, Penerbit Informatika Bandung. (2004)
2. Arymurthy, Aniati Murni dan Suryana Setiawan, *Pengantar Pengolahan Citra*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta. 1992
3. Mandala, Jani F, *Pemanfaatan Transformasi Wavelet Citra Wajah Sebagai Sistem Keamanan Kunci Kombinasi*, ITB, Bandung, 2003
4. Ramasami, Vijaya Chandran, *BER Performance Over Fading Channels and Diversity Combining*, EECS 862 Project, 2001
5. Lee, William C.Y, *Mobile Communication Design Fundamentals*, ITS Surabaya, 2001
6. Wisnu, *Simulasi Transmisi Sinyal Digital pada Kanal AWGN dan Rayleigh Fading*, ITS Surabaya, 2001
7. Hourani, Hafeth, *An Overview of Diversity Techniques in Wireless Communication Systems*, Helsinki University of Technology Communications Lab, 2005
8. Jeruchim, Michael C, Philip, and Shanmugam, K. *Simulation of communication systems*, Plenum Press
9. Theodore S. Rappaport, *Wireless Communication Principles & Practice*, New Jersey, 1996
10. Ramasami, Vijaya Chandran, *Simulation Project*, EECS 865 Project
11. Baharuddin, *Transmisi Citra Dengan Teknik Diversity Pada Kanal Wireless*, ITS Surabaya, 2005

12. Bektas, filiz, *Investigation of Diversity Techniques for Mobile Communication*, Wien University, 2003
13. Jaya Permana, Ferry, *Integral Monte Carlo*, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung, 2002.

BIODATA

Penulis adalah staf pengajar Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Andalas Padang. Lulus Program Sarjana pada tahun 1993 pada Bidang Teknik Telekomunikasi dan Elektronika Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Pada tahun 2005 menyelesaikan studi program magister bidang Telekomunikasi Multimedia di ITS Surabaya.

E-mail : baharuddin2006@yahoo.com;
baharuddin@ft.unand.ac.id