

Jurusan Teknik Informatika  
Skripsi Sarjana Komputer  
Semester Ganjil tahun 2000/2001

**ANALISIS DAN PERANCANGAN KOMPRESI CITRA  
DENGAN TEKNIK *FRACTAL***

Ali                NIM: 0331970562  
Jemy             NIM: 0331970754  
Hong Beng      NIM: 0331970973

**Abstrak**

Pada abad Teknologi Informasi sekarang ini, sejumlah besar data biner disimpan dan ditransmisi. Efisiensi dalam transmisi, penyimpanan dan pemuatan kembali menjadi faktor penting dalam telekomunikasi digital.

Teknik kompresi citra *fractal* adalah salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk menyimpan citra dengan kebutuhan ruang penyimpanan yang lebih kecil. Beberapa bagian kecil dari sebuah citra dapat merupakan bagian yang serupa (*self-similarity*) dengan bagian lainnya, sehingga terjadi duplikasi (*affine redundancy*). Maka dapat digunakan kompresi citra dengan teknik *fractal* secara *Partitioned Iterated Function System (PIFS)*.

Hasil yang diperoleh kompresi citra secara *fractal* dapat menghasilkan ukuran citra yang lebih kecil dan kualitas citra yang *independent resolution*.

Skripsi ini menjelaskan teknik kompresi dan dekompresi citra dengan teknik *fractal* secara *PIFS*, menganalisa dan mengevaluasi implementasi terapan *fractal* dalam aplikasi kompresi citra.

**Kata kunci**

Kompresi citra, *Fractal*, *Self-similarity*, *Affine redundancy*, *PIFS*

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur dan terima kasih penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah ini, sebuah skripsi yang berjudul: “Analisis dan Perancangan Kompresi Citra dengan Teknik *Fractal*”.

Skripsi ini ditulis pada semester akhir studi penulis di Universitas Bina Nusantara sebagai salah satu prasyarat untuk kelulusan studi dan gelar kesarjanaan.

*Fractal* yang sebelumnya hanya dikenal sebagai salah cara menggambar pola-pola “aneh” kini menjadi sesuatu yang menarik untuk diselidiki kembali. Salah satu penerapannya dalam aplikasi kompresi citra menjadi topik penelitian ini.

Penulis akui bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan-kekurangan dan jauh dari sempurna, oleh karena itu segala kritik dan saran dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati untuk penyempurnaan pada penulisan berikutnya. Semoga skripsi ini memberikan manfaat, khususnya para Binusian untuk mencoba penelitian lebih lanjut mengenai *fractal* dan aplikasinya. Amin!

Jakarta, Januari 2001

Penulis.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan Ucapan Terima Kasih kepada berbagai pihak:

1. Ibu Ir. Th. Widia Soerjaningsih, MM, selaku Rektor Universitas Bina Nusantara, yang telah membangun visi dan misi Bina Nusantara untuk menghasilkan lulusan yang mampu bersaing di era globalisasi.
2. Bapak Ir. Samuel Lukas, M.Tech., selaku Kepala Biro Kendali Mutu Universitas Bina Nusantara dan Dosen Pembimbing skripsi, yang telah banyak memberikan bimbingan kepada penulis dalam penulisan materi skripsi dengan konsultasi yang singkat, tepat dan jelas.
3. Bapak Ir. Sablin Yusuf, M.Sc, M.CompSc., Selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Bina Nusantara yang telah memberikan persetujuan topik pilihan penulis untuk skripsi.
4. Bapak Januar Wahyudi, S.Kom., M.Sc., Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Informatika, yang juga turut memberikan pengarahan tentang bimbingan skripsi.
5. Bapak Hanny Santoso, S.Kom., M.Sc.,selaku Kepala Product Development Center (PDC) yang telah memberikan informasi, saran dan kritik dalam pencarian literatur.
6. Bapak Henkie Ongowarsito, S.Kom, dan Bapak Agus Putranto, S.Kom, selaku Pimpinan Unit Pelayanan Teknis Piranti Lunak (UPT-PL), yang memberikan kesempatan belajar dan bekerja dalam laboratorium.
7. Ibu Vianny Utami Tjin, S.Kom., selaku Kepala Staf Penunjang Operasi (SPO) pada UPT-PL yang telah membantu koreksi penulisan outline skripsi.
8. Seluruh Staf dan Asisten Laboratorium Unit Pelayanan Teknis Piranti Lunak yang telah memberikan perhatian dan semangat kepada penulis.
9. Orang tua, kakak dan adik, juga paman yang banyak membantu penulis secara material dan spiritual.
10. Serta semua rekan yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah memberikan dukungan moril dan materil hingga skripsi ini dapat diselesaikan.

## DAFTAR ISI

Halaman Judul Luar .....	i
Halaman Judul Dalam .....	ii
Halaman Persetujuan .....	iii
Halaman Pernyataan Dewan Penguji .....	iv
Abstrak .....	vii
Kata Pengantar .....	ix
Daftar Isi .....	x
Daftar Tabel .....	xiv
Daftar Gambar .....	xv
Daftar Lampiran .....	xix
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Ruang Lingkup .....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat .....	2
1.4 Metodologi .....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB 2. LANDASAN TEORI .....</b>	
2.1 Pengenalan Citra .....	5
2.1.1 Pengertian Citra .....	5
2.1.1.1 Tipe Citra .....	6
2.1.1.2 Format File Citra .....	8
2.1.1.3 Relasi Antar <i>Pixel</i> .....	8
2.1.1.3.1 <i>Neighbors of Pixel</i> .....	9
2.1.1.3.2 <i>Connectivity</i> .....	9
2.1.1.3.3 <i>Distance Measure</i> .....	11

2.2 Pengolahan Data Citra Digital .....	12
2.2.1 Penyimpanan Citra Digital .....	12
2.2.2 Pengertian Kompresi Data .....	13
2.2.2.1 Pengertian Kompresi Citra .....	15
2.2.2.1.1 Alasan Kompresi Citra Dibutuhkan .....	17
2.2.2.1.2 Contoh Penerapan Kompresi Citra .....	18
2.2.3 Klasifikasi Teknik Kompresi .....	19
2.3 Kompresi Citra <i>Fractal</i> .....	21
2.3.1 Pengertian <i>Fractal</i> .....	21
2.3.2 <i>Fractal Properties</i> .....	22
2.3.3 Pengertian Kompresi Citra <i>Fractal</i> .....	29
2.3.3.1 Citra Pada Dunia Nyata .....	29
2.3.4 <i>Affine Redudancy</i> .....	31
2.3.5 <i>Affine Transformation</i> .....	32
2.3.5.1 Pengertian <i>Affine Transformation</i> .....	32
2.3.5.2 Teorema <i>Affine</i> .....	33
2.3.5.2.1 Bentuk Umum <i>Affine Transform</i> .....	35
2.3.6 Pendekatan Kompresi Citra <i>Fractal</i> .....	38
2.3.7 Konvensi Penamaan Block .....	47
2.3.8 Metode Pemilihan Block Untuk Encoding .....	49
2.3.9 Strategi Pencarian <i>Matching Block</i> .....	53
<b>BAB 3. ANALISA DAN PERANCANGAN .....</b>	<b>58</b>
3.1 Analisis .....	58
3.1.1 Gambaran Umum Kompresi Citra .....	58
3.1.1.1 Tahap Kompresi Citra Secara Umum .....	58
3.1.1.2 Kriteria Pembanding Evaluasi Algoritma Kompresi .....	59
3.1.2 Permasalahan .....	59
3.1.3 Solusi .....	60
3.1.4 Analisa Kompresi Citra <i>Fractal</i> .....	60

3.1.5 Analisa Kebutuhan .....	63
3.1.5.1 Kebutuhan Piranti Keras .....	63
3.1.5.2 Kebutuhan Piranti Lunak .....	63
3.2 Perancangan .....	64
3.2.1 Sketsa Rancangan Interface Aplikasi .....	64
3.2.2 Alat Bantu Perancangan .....	65
3.2.2.1 Bagan Diagram Alir ( <i>Flowchart</i> ) .....	65
3.2.2.1.1 Flowchart Untuk Proses Encoding .....	65
3.2.2.1.2 Flowchart Untuk Proses Decoding .....	66
3.2.2.2 Bagan State Transisi Diagram (STD) .....	67
3.2.3 Perancangan Aplikasi Kompresi Citra .....	68
3.2.3.1 Spesifikasi File Input dan File Output .....	68
3.2.3.2 Perancangan Modul Encode .....	70
3.2.3.2.1 Mengubah Gambar Berwarna Menjadi Grayscale .....	70
3.2.3.2.2 Algoritma Melakukan Partisi .....	72
3.2.3.2.3 Algoritma Mempersiapkan Domain .....	75
3.2.3.2.4 Algoritma Membuat Reference Image .....	77
3.2.3.2.5 Algoritma Memilih Transformasi .....	80
3.2.3.2.6 Algoritma Pencarian Domain yang Paling Tepat .....	98
3.2.3.2.7 Menyimpan Hasil Pencarian .....	100
3.2.3.3 Perancangan Modul Decode .....	102
3.2.3.3.1 Membaca File FIC .....	102
3.2.3.3.2 Inisialisasi Transformasi .....	103
3.2.3.3.3 Mempersiapkan Image Awal .....	103
3.2.3.3.4 Mempersiapkan Reference Image .....	105
3.2.3.3.5 Mempartisi Range .....	105
3.2.3.3.6 Pembentukan Domain .....	105
3.2.3.3.7 Mengembalikan Domain ke Range .....	105
3.2.3.4 Menghitung Rasio Kompresi .....	107
3.2.3.5 Mengukur Kualitas Citra .....	108

<b>BAB 4. IMPLEMENTASI DAN EVALUASI</b> .....	109
4.1 Implementasi .....	109
4.1.1 Spesifikasi Sarana Yang Diperlukan .....	109
4.1.1.1 Spesifikasi Kebutuhan Sarana Piranti Keras .....	109
4.1.1.2 Spesifikasi Kebutuhan Sarana Piranti Lunak .....	109
4.1.2 Pengoperasian Aplikasi FICD .....	109
4.2 Evaluasi .....	116
4.2.1 Beberapa Sampel Citra Uji .....	116
4.2.2 Hasil Kompresi Dan Dekompresi .....	117
4.2.3 Penentuan Jumlah Iterasi .....	124
4.2.4 Penentuan Ukuran Block Size Yang Optimal .....	125
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	127
5.1 Kesimpulan .....	127
5.2 Saran .....	128
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	129
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b> .....	133
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	136

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Beberapa format file citra .....	8
Tabel 2.2 Contoh Variable-Length Coding .....	16
Tabel 3.1 Tabel kemungkinan perbarisnya domain .....	76
Tabel 3.2 Pemetaan fungsi 8 transformasi .....	82
Tabel 4.1 Block size terbaik dan rata-ratanya .....	126
Tabel L1. Tabel hasil kompresi dan dekompresi citra uji .....	137



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Representasi <i>Canonical</i> dari citra .....	6
Gambar 2.2 Citra sebagai fungsi $f(x,y)$ .....	6
Gambar 2.3 <i>Zoom-in</i> di pusat arloji pada citra bitmap .....	6
Gambar 2.4 Citra Vector dari gambar bunga kembang sepatu .....	7
Gambar 2.5 <i>4-neighbors</i> dan <i>8-neighbors</i> (Jain, 1995, p40) .....	9
Gambar 2.6 (a) Susunan <i>pixel</i> ; (b) <i>8-neighbors</i> dari <i>pixel</i> tengah; (c) <i>m-neighbors</i> dari <i>pixel</i> yang sama. Garis terputus-putus adalah <i>path</i> dari <i>pixel</i> dan tetangganya. (Gonzalez dan Woods (1993, p42) .....	10
Gambar 2.7 Distance Measure antar <i>pixel</i> (Jain et.al, 1995, p52) .....	11
Gambar 2.8 Beberapa contoh operasi logik pada citra biner (Gonzalez dan Woods, 1993, p49) .....	12
Gambar 2.9 Taksonomi dari metode kompresi citra (Kominck, 1993) .....	21
Gambar 2.10 Pola <i>fractal</i> dari Mandelbrot .....	21
Gambar 2.11a Pola yang <i>similar</i> dan tidak <i>similar</i> .....	23
Gambar 2.11b Dua persegi panjang yang <i>similar</i> .....	23
Gambar 2.12 Membentuk pola trapesium .....	24
Gambar 2.13 Beberapa pola yang membentuk <i>self-similarity</i> .....	24
Gambar 2.14 Serpih salju Koch Snowflake .....	24
Gambar 2.15 <i>Self-Similarity</i> dari serpih salju von Koch <i>Snowflake</i> .....	25
Gambar 2.16 <i>Self-similarity</i> dari segitiga Sierpinski .....	25
Gambar 2.17 Membentuk palang persegi dengan iterasi .....	25
Gambar 2.18 Sebuah titik A .....	27
Gambar 2.19 Segmen garis I .....	27
Gambar 2.20 Bidang P .....	28
Gambar 2.21 Kubus S .....	28
Gambar 2.22 Citra Lena dalam bentuk susunan <i>grid / tiling</i> .....	29
Gambar 2.23 Beberapa bagian yang <i>similar</i> dalam citra Lena .....	31
Gambar 2.24 Beberapa bagian yang menunjukkan kemiripan .....	31

Gambar 2.25: Proses Transformasi <i>Affine</i> , menunjukkan kovergensi (Winter, 1997, Iterated Systems, 1997) .....	32
Gambar 2.6 Transformasi <i>affine</i> terhadap bentuk <i>Smiling Face</i> .....	35
Gambar 2.27 Delapan macam <i>Affine Transformation</i> (Paynter, 1995) .....	36
Gambar 2.28 Delapan simetris transformasi dengan matrik representasinya (Kominek, 1993) .....	37
Gambar 2.29 Membentuk <i>collage</i> dari beberapa bagian kecil .....	39
Gambar 2.30 Barnsley's fern dan empat transformasinya .....	40
Gambar 2.31 Fern (Paku) dibuat dengan teknik jejak .....	40
Gambar 2.32 Diagram skematik dari Multiple Reduction Copying Machine (MRCM) .....	41
Gambar 2.33 Tiga salinan pertama yang dihasilkan dari <i>MRCM</i> .....	41
Gambar 2.34 <i>Contrast</i> dan <i>Brightness</i> dari citra seorang tukang kamera .....	46
Gambar 2.35 Bagian yang <i>self-similarity</i> dipetakan dari <i>domain block</i> ke <i>range block</i> (Kominek, 1995) .....	48
Gambar 2.36 Beberapa domain block (Kominek, 1993) .....	49
Gambar 2.37 Partisi citra kedalam range block (Kominek, 1993) .....	49
Gambar 2.38 Partisi secara Full Quadtree (kiri) dan Partial Quadtree (kanan) citra burung .....	51
Gambar 2.39 Citra Lena dan beberapa metode partisi .....	53
Gambar 2.40 Heavy Brute Force .....	54
Gambar 2.41 Light brute force .....	55
Gambar 2.42 Local Sub-Search .....	55
Gambar 2.43 Local Spiral Search .....	56
Gambar 2.44 Look same place .....	56
Gambar 2.45 Restricted Area Search .....	56
Gambar 2.46 Hubungan FD dan faktor kontraktif .....	57
Gambar 2.47 Categorized Search .....	57
Gambar 2.48 Double Categorized Search .....	57
Gambar 3.1 Model Sistem Kompresi secara umum (Gonzalez dan Woods, 1993, p321) .....	108
Gambar 3.2 Grafik fungsi $f(x)$ dalam beberapa iterasi .....	58

Gambar 3.3 Segitiga Sierpinski dihasilkan secara <i>IFS</i> .....	61
Gambar 3.4 Proses pencarian <i>self-similarity</i> secara <i>PIFS</i> (Schouten dan de Zeuw, 1999) .....	62
Gambar 3.5 Rancangan interface aplikasi .....	64
Gambar 3.6 Flowchart untuk proses encoding .....	65
Gambar 3.7 Flowchart untuk proses decoding .....	66
Gambar 3.8 STD untuk aplikasi kompresi citra FICD .....	67
Gambar 3.9 Sebuah gambar yang kita partisi dengan metode regular grid .....	72
Gambar 3.10 Kemungkinan pemilihan domain yang mungkin matrik 3x3 .....	76
Gambar 3.11 Pembagian domain untuk width 10, dan block size 3 .....	76
Gambar 3.12 Perbandingan jumlah domain Blocks destImage dan refImage .....	79
Gambar 3.13 Delapan transformasi yang cocok diterapkan .....	81
Gambar 3.14 Sumbu pencerminan dan pusat rotasi image .....	82
Gambar 3.15 Pencerminan x adalah BlockSize-x .....	96
Gambar 3.16. Letak bit pada sebuah fractal code .....	101
Gambar 4.1 Interface awal aplikasi FICD .....	110
Gambar 4.2 Memilih file input berekstensi *.BMP untuk dikompresi .....	111
Gambar 4.2a Tampilan Puzzle.bmp .....	111
Gambar 4.2b Menentukan nama file hasil kompresi yang akan disimpan dengan ekstension *.FIC .....	112
Gambar 4.2c Proses kompresi citra yang sedang berjalan pada aplikasi FICD .....	112
Gambar 4.2d Isi file Puzzle-4.fic, hasil kompresi dibuka dengan Notepad .....	113
Gambar 4.3 Proses dekompresi citra yang sedang berjalan pada aplikasi FICD .....	114
Gambar 4.3a Hasil dekompresi puzzle-4.fic dengan menggunakan block size 4 dan jumlah iterasi 16 .....	114
Gambar 4.3b Hasil dekompresi puzzle-4.fic dengan menggunakan block size 6 dan jumlah iterasi 16 .....	115
Gambar 4.4 Informasi aplikasi FICD .....	115
Gambar 4.5 Puzzle.bmp .....	116
Gambar 4.6 Handshak.bmp .....	116
Gambar 4.7 Athena.bmp .....	116

<b>Gambar 4.8</b> Dekompresi Puzzle-4.fic dalam beberapa iterasi dengan block size 4 ...	119
<b>Gambar 4.8</b> Hasil dekompresi (dari file citra awal Athena.bmp) dalam beberapa block siz .....	121
<b>Gambar 4.10</b> Proses Iterasi pada file kompresi Handshak.fic .....	124
<b>Gambar 4.11</b> Grafik perbandingan nilai PSNR dan RMS per-iterasi. ....	125

## DAFTAR LAMPIRAN

Tabel L1. Tabel hasil kompresi dan dekompresi citra uji .....	137
Listing Program FICD .....	139