

## KOMPRESI DAN DEKOMPRESI CITRA HASIL KAMERA CCTV MENGUNAKAN METODE FRAKTAL

**Janoë Hendarto**

*Departemen Ilmu Komputer dan Elektronika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Gadjah Mada  
email : [jhendarto@ugm.ac.id](mailto:jhendarto@ugm.ac.id)*

### **Abstraksi**

*Penggunaan kamera CCTV sekarang semakin luas, baik di lingkungan kampus, industri, pertokoan maupun di tempat-tempat strategis lainnya. Dengan kamera CCTV hampir semua aktifitas di area yang terjangkau kamera akan terekam, akan tetapi yang menjadi permasalahan dari kamera CCTV adalah besarnya kapasitas penyimpan citra atau videonya. Untuk mengatasi permasalahan diatas maka diperlukan metode kompresi dan dekompresi citra hasil kamera CCTV yang rasio kompresinya cukup tinggi dan proses kompresi dan dekompresinya diharapkan cepat. Pertama, dibahas bagaimana algoritme kompresi dan dekompresi citra warna dengan menggunakan metode fraktal, yaitu menggunakan sistem fungsi iterasi (SFI), yang proses kompresi dan dekompresinya diharapkan cepat. Kemudian, dibuat program komputer yang mampu melakukan kompresi dan dekompresi citra dengan menggunakan metode fraktal tersebut, citra uji yang digunakan adalah citra hasil kamera CCTV di FMIPA UGM, citra warna dengan resolusi 256 x 144. Hasil analisis program komputer yang dibuat, rasio kompresi untuk semua citra adalah 3,2 sedangkan nilai PSNR bergantung jumlah iterasi yang dilakukan dalam proses dekompresi, nilai rata-rata PSNR untuk jumlah iterasi 25 dari 5 citra uji adalah 19,298 dengan RMSE rata-rata adalah 20,886. Waktu yang diperlukan untuk proses kompresi jauh lebih lambat dibanding waktu untuk proses dekompresi, hal ini karena kompleksitas waktu algoritma yang digunakan untuk kompresi adalah  $O(n^4)$  sedangkan untuk dekompresi adalah  $O(n^2)$ .*

**Kata kunci:** Kompresi, Dekompresi, Fraktal, Citra hasil kamera CCTV.

### **Abstract**

*The use of CCTV cameras is increasingly widespread, both on campus, industry, shops and in other strategic places. With CCTV cameras almost all activities in the area that are reachable to the camera will be recorded, but the problem with CCTV cameras is the capacity of the image or video storage is very large. To overcome the above problems, we need a method of compressing and decompressing CCTV camera images whose compression ratio is quite high and the compression and decompression process are expected to be fast. First, discussed how to compress and decompress of the color image using fractal methods, that is using the iterative function system (SFI), so the process of compression and the decompression are expected to be fast. Then, a computer program is build that is able to compress and decompress images using the fractal method, the test images used are CCTV camera results at FMIPA UGM, color images with 256 x 144 resolution. The results of analysis of the computer program, that are the compression ratio for all the image is 3.2 while the value of PSNR depends on the number of iterations performed in the decompression process, the average value of PSNR for the number of iterations of 25 of the 5 test images is 19,298 with an average RMSE of 20,886. The time needed for the compression process is much slower than the time for the decompression process, this is because the time complexity of the algorithm used for compression is  $O(n^4)$  while for decompression is  $O(n^2)$ .*

**Keywords:** Compression, Decompression, Fractal, CCTV camera images.

## Pendahuluan

Kompresi citra adalah proses pengkodean citra kedalam bentuk sejumlah kecil informasi, sehingga citra dapat disimpan dengan sangat efisien. Sedangkan dekompresi citra adalah proses sebaliknya yaitu rekonstruksi citra dari sejumlah kecil informasi hasil kompresi menjadi citra semula. Di era multimedia ini, citra sangat banyak digunakan pada berbagai bidang, termasuk citra dari hasil kamera CCTV, dimana permasalahannya adalah bagaimana data hasil dari kamera CCTV baik citra maupun video dapat disimpan dan dikirim dengan cepat dan efisien. Teknik-teknik kompresi dan dekompresi telah berkembang dengan pesat, terutama kompresi terhadap citra-citra yang berukuran besar, akan tetapi masih ada permasalahan yaitu pada rasio kompresinya. Kompresi citra tersebut dimaksudkan agar citra dapat disimpan dengan efisien dan dengan mempertahankan kualitas citra, baik untuk keperluan sebuah aplikasi atau untuk pengiriman citra lewat jaringan komputer.

Fraktal adalah bidang geometri yang mengupas dan dapat menjelaskan hal-hal yang alamiah (natural), yang mana semakin hari semakin berkembang seiring perkembangan teknologi komputer dan keinginan manusia untuk mengungkap rahasia alam semesta. Dengan menggunakan fraktal dapat dibuat gambar-gambar tiruan objek alam seperti pohon, gunung, batuan, awan, permukaan bumi/planet dan lain-lainnya. Perancangan tersebut dilakukan dengan menggunakan beberapa transformasi sederhana yang disebut sistem fungsi iterasi (iterated function system) yang disingkat SFI, titik tetap/atraktor dari sistem fungsi iterasi inilah yang berupa gambar kompleks yang bisa berbentuk objek alam yang mirip sebenarnya (Barnsley, 1988).

Dengan cukup menyimpan nilai parameter-parameter pada SFI dari suatu citra, maka sebuah citra dapat disimpan dengan sangat efisien dan kualitas citra hasil dekompresinya dapat dipertahankan. Yang menjadi permasalahan adalah bagaimana menemukan atau menentukan sistem fungsi iterasi dari suatu citra sembarang, termasuk citra hasil dari kamera CCTV. Kemudian bagaimana algoritme untuk melakukan kompresi dan dekompresi dengan menggunakan sistem fungsi iterasi tersebut.

Pada penelitian ini dielaborasi dan dikaji (a). Bagaimana algoritme kompresi dan dekompresi citra hasil kamera CCTV dirancang menggunakan pendekatan fraktal dan bagaimana efisiensinya. (b). Bagaimana program komputer untuk melakukan kompresi dan dekompresi citra dengan metode fraktal. Hasil tinjauan pustaka tentang kompresi dan dekompresi citra dengan metode fraktal dapat dilihat pada Tabel 1.

Peneliti	Topik Penelitian, Metode yang digunakan	Kekurangan/kelemahan
Guerin dkk., 2006	Kompresi fraktal dari suatu citra menggunakan SFI <i>projected</i> yang merupakan pengembangan kompresi fraktal dengan SFI, yang mana hasilnya sedikit lebih baik dibanding dengan SFI biasa.	Hasil berupa gambar dan analisisnya tanpa membahas algoritme dan programnya.
Hien , 2009	Metode kompresi fraktal konvensional menjadi metode wavelet-fraktal yaitu memperbaiki metode kompresi citra berbasis wavelet, hasil eksperimen terhadap citra keabuan standar menunjukkan bahwa, dibandingkan dengan wavelet klasik, algoritme ini jelas meningkat tingkat kompresi dan kecepatannya.	Menggunakan data uji citra keabuan bukan citra warna.
Jeet dan Manish , 2011	Algoritme baru untuk melakukan kompresi <i>lossless</i> dari suatu citra dengan menggunakan metode fraktal tanpa melakukan partisi citra menjadi blok domain dan blok range yaitu hanya menggunakan satu partisi saja yang diharapkan mengurangi perhitungan sehingga proses kompresi dan dekompresi bisa lebih cepat.	Menggunakan data uji citra keabuan bukan citra warna.
Baviskar dan Pawale, 2012	Teknik pencarian domain yang efisien menggunakan ekstraksi fitur untuk proses pengkodean fraktal dari suatu citra yang dapat	Menggunakan data uji citra keabuan bukan citra warna.

	mengurangi waktu proses kompresi dan dekompresinya serta meningkatkan kualitas citra terkompresi.	
Guo H. dkk. , 2012	Kompresi fraktal menggunakan partisi quadtree dan memodifikasi metode komposisi domain klasik, Hasil percobaan, dengan citra keabuan standar, menunjukkan bahwa algoritme yang diusulkan dapat mencapai kualitas hampir sama dengan citra hasil dekompresi algoritme klasik, akan tetapi waktu pengkodeannya lebih cepat dan rasio kompresinya juga meningkat.	Menggunakan data uji citra keabuan bukan citra warna.
Chaurasia, V. Dkk., 2017	Mengoptimasikan ukuran blok domain dengan menggunakan pergeseran satu piksel dalam pembentukan domain blok pada proses pengkodean fraktalnya, sehingga dapat mengurangi waktu kompresi maupun waktu dekompresi dengan tidak mengurangi kualitas citra hasil dekompresi.	Simulasi menggunakan tiga citra keabuan standar, yaitu dengan mengubah tingkat tumpang tindih di tahap pembagian blok domain, belum menggunakan citra warna.
Gupta, R. dkk., 2017	Metode kompresi citra fraktal berbasis tepi menggunakan pendekatan hybrid yaitu dengan <i>fast Fourier transform</i> (FFT) dan <i>discrete cosine transform</i> (DCT) dimana pencarian blok range dan blok domain menggunakan metode pencarian tetangga terdekat ke-k ( <i>k-nearest neighbor</i> ).	Menggunakan data uji citra keabuan bukan citra warna.

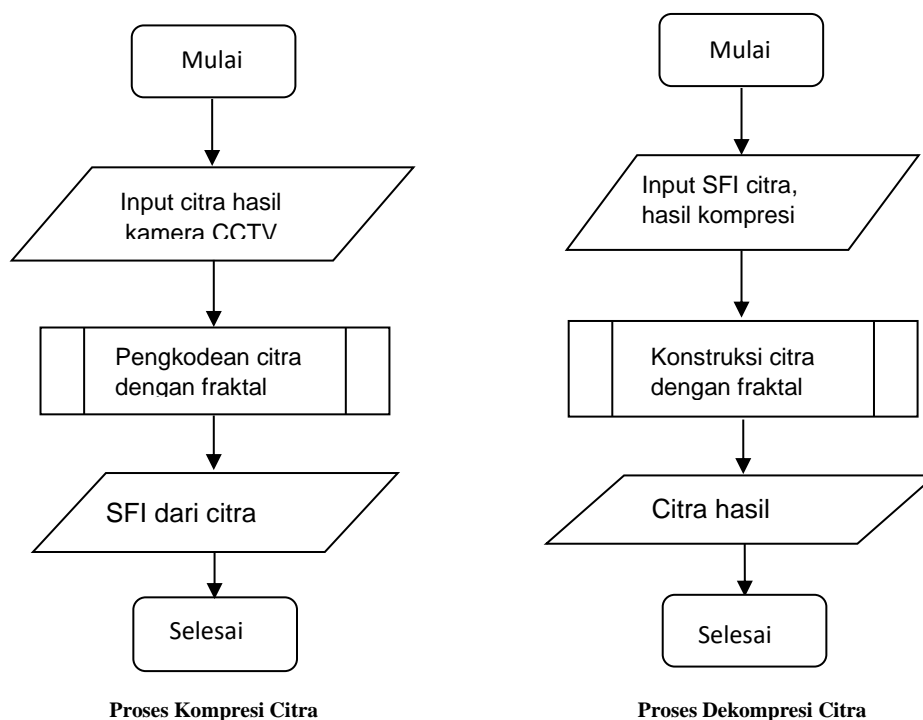
Tabel 1 Tabel Hasil Tinjauan Pustaka

Berdasarkan analisis terhadap hasil penelitian sebelumnya maka dapat dilihat bahwa permasalahan yang belum banyak diteliti adalah bagaimana algoritme kompresi dan dekompresi citra warna (hasil camera CCTV) menggunakan metode fraktal.

### Metode Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Studi pustaka, mulai dari referensi buku hingga mempelajari paper-paper mengenai kompresi citra dengan metode fraktal dan juga tentang citra hasil kamera CCTV.
2. Analisis permasalahan dan analisis terhadap algoritme kompresi dan dekompresi citra dengan metode fraktal.
3. Perancangan aplikasi kompresi dan dekompresi citra hasil kamera CCTV dengan metode fraktal, secara garis besar langkah-langkah kompresi dan dekompresi citra dapat dinyatakan dengan diagram alir pada Gambar 1.
4. Mengimplementasikan aplikasi dalam bentuk program, dengan menggunakan bahasa pemrograman Delphi.
5. Menguji program aplikasi kompresi dan dekompresi dengan menggunakan data uji yaitu beberapa citra hasil kamera CCTV di FMIPA UGM dan menentukan rasio kompresi, waktu proses dan *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) serta *Root Mean Square Error* (RMSE) citra hasil dekompresi.



Gambar 1. Diagram alir kompresi dan dekompresi citra dengan metode fraktal

## Hasil dan Pembahasan

Pertama akan disiapkan citra warna hasil kamera CCTV yang digunakan untuk data uji dalam proses kompresi dan dekompresi citra dengan metode fraktal, kemudian dibahas algoritme dan program tentang kompresi dan dekompresi citra dengan metode fraktal dan akhirnya dibahas analisis hasil programnya.

### A. Penyiapan Citra Uji

Citra uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra hasil kamera CCTV Fakultas MIPA yang dipasang di pos satpam pintu gerbang masuk, Ukuran citra asli : 1920 x 1080 untuk penelitian ini dilakukan *resize* menjadi : 512 x 288 dan 256 x 144 dengan format bmp, perbedaan ukuran citra hanya berpengaruh pada waktu yang dibutuhkan untuk proses kompresi dan dekompresi.

### B. Algoritme dan Program Kompresi-Dekompresi Citra hasil CCTV dengan Metode Fraktal.

Konsep dari kompresi citra dengan fraktal adalah melakukan pengkodean citra ke dalam bentuk kode fraktal, salah satu dari kode fraktal adalah berupa sistem fungsi iterasi, yang merupakan kumpulan transformasi affine. Sedangkan dekompresi adalah melakukan proses balik yaitu mengkonstruksi citra, yang diharapkan mirip dengan citra aslinya, dari kode fraktal yang diperoleh dari proses kompresi.

Proses pembuatan gambar dengan metode fraktal adalah dengan melakukan iterasi terus menerus dari suatu Sistem Fungsi Iterasi (SFI) dan gambar fraktal merupakan atraktor dari SFI serta mempunyai sifat kesamaan diri (*self similar*). Kompresi citra dengan metode fraktal adalah merupakan *inverse problem*, yaitu bagaimana mencari SFI (*SFI parsial*) dari suatu citra yang diberikan. Algoritma kompresi citra berukuran 512 x 288 pixel dengan metode fraktal adalah sebagai berikut :

#### Begin

- Baca data citra (G[0..511,0..287] : citra hasil camera cctv dengan ukuran 512 x 288)
- Buat partisi citra G menjadi 64 x 36 blok domain (D) berukuran 8 x 8 titik
- Buat Partisi citra G menjadi 128 x 72 blok range (R) berukuran 4 x 4 titik
- Untuk setiap blok range  $R_i$  :
  - Lakukan pencarian blok domain  $D_j$  yang "mirip" dengan blok range  $R_i$
  - Simpan data domain  $D_j$  yang mirip dengan  $R_i$  beserta transformasi yang dilakukan ( data ini merupakan hasil kompresi gambar).

#### End.

Sedangkan Algoritme untuk pencarian blok domain  $D_j$  yang "mirip" dengan blok range  $R_i$  adalah sebagai berikut :

#### Begin

- Untuk setiap blok domain  $D_i$  :
  - lakukan dilatasi terhadap  $D_i$  sehingga ukurannya sama dengan ukuran blok range.
  - lakukan transformasi warna (Red,Green,Blue) dari  $D_i$  ke  $R_i$  (skala dan offset)
  - Untuk setiap 8 transformasi geometri berikut :
    0. Identitas
    1. Pencerminkan terhadap sumbu tengah vertikal
    2. Pencerminkan terhadap sumbu tengah horisontal
    3. Pencerminkan terhadap diagonal pertama
    4. Pencerminkan terhadap diagonal kedua
    5. Rotasi sebesar 90
    6. Rotasi sebesar 180
    7. Rotasi sebesar - 90Lakukan transformasi terhadap  $D_i$  kemudian cari nilai\_jumlahan harga mutlak dari selisih pixel kedua blok  $D_i$  dan  $R_i$  yang minimum

**End.**

Selanjutnya untuk proses dekompresi adalah proses rekonstruksi citra berdasar SFI (SFI parsial) hasil kompresi di atas. Algoritme dekompresi citra dengan metode fraktal adalah sebagai berikut :

**Begin**

- Buat gambar awal sembarang ( $G[0..511,0..287]$ )
- Baca data hasil kompresi
- **Ulangi**
  - Buat partisi gambar  $G$  menjadi 64 x 36 blok domain ( $D$ )
  - Lakukan transformasi terhadap blok domain berdasar data hasil kompresi, menjadi blok range
  - Konstruksikan/susun gambar  $G$  dari blok range hasil transformasi
- **Sampai** (jumlah iterasi tertentu )
- Gambar  $G$  adalah citra hasil dekompresi

**End.**

Tampilan dari program yang dibuat hanya terdiri 1 tampilan utama yang mempunyai fasilitas untuk menampilkan citra asli dan citra hasil dekompresi serta proses kompresi dan dekompresi beserta data hasil lainnya. Tampilan utama program dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2. Tampilan Program Kompresi dan Dekompresi**

### **C. Analisis Hasil Program Kompresi-Dekompresi Citra dengan Metode Fraktal.**

Untuk mengukur kuantitas dan kualitas dari hasil kompresi suatu citra diperlukan ukuran-ukuran antara lain [Gonzalez dan Woods,1992] :

## 1. Rasio Kompresi

Rasio Kompresi = (ukuran memory citra Asli)/(ukuran memory hasil kompresi)

Rasio kompresi dari hasil program yang dibuat adalah sama untuk semua citra uji yaitu (ukuran citra 256 x 144 pixel dengan ukuran blok range 4x4 pixel) :

Rasio = 110.592 byte / (3x5x64x36) byte = 3,2.

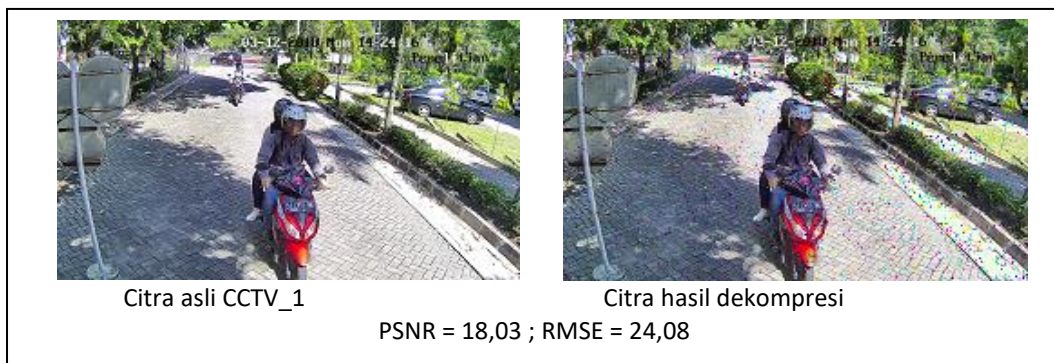
## 2. Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)

PSNR =  $20 \cdot \log_{10} \left( \frac{\sqrt{mxn}}{\text{RMSE}} \right)$  (untuk citra m x n pixel)

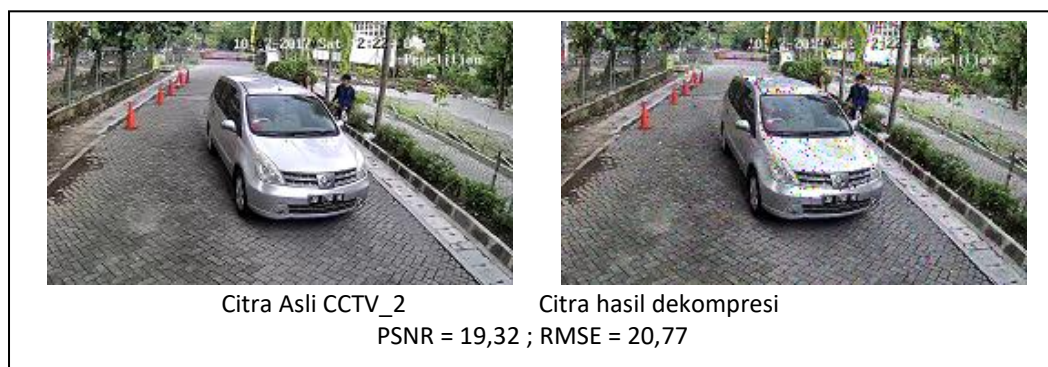
dimana RMSE ( Root Mean Square Error ) adalah = 
$$\sqrt{\frac{\sum_{0 \leq i \leq m-1; 0 \leq j \leq n-1} (Z_{i,j} - Y_{i,j})^2}{mxn}}$$

dengan  $Z_{i,j}$  nilai warna pixel (i,j) dari citra hasil dekomposisi dan  $Y_{i,j}$  nilai warna pixel (i,j) dari citra asli serta m dan n adalah ukuran lebar dan tinggi citra (m=256, n=144).

Nilai RMSE dan PSNR dari beberapa citra hasil dekomposisi untuk jumlah iterasi 20 dapat dilihat pada Gambar 3, Gambar 4 , Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7.



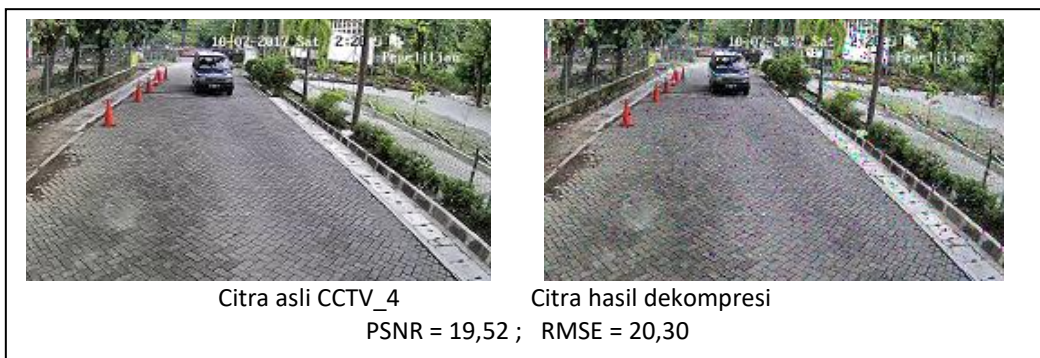
Gambar 3. Citra Asli CCTV\_1 dan citra hasil dekompresinya



Gambar 4. Citra asli CCTV\_2 dan citra hasil dekompresinya



Gambar 5. Citra asli CCTV\_3 dan citra hasil dekompresinya



Gambar 6. Citra asli CCTV\_4 dan citra hasil dekompresinya

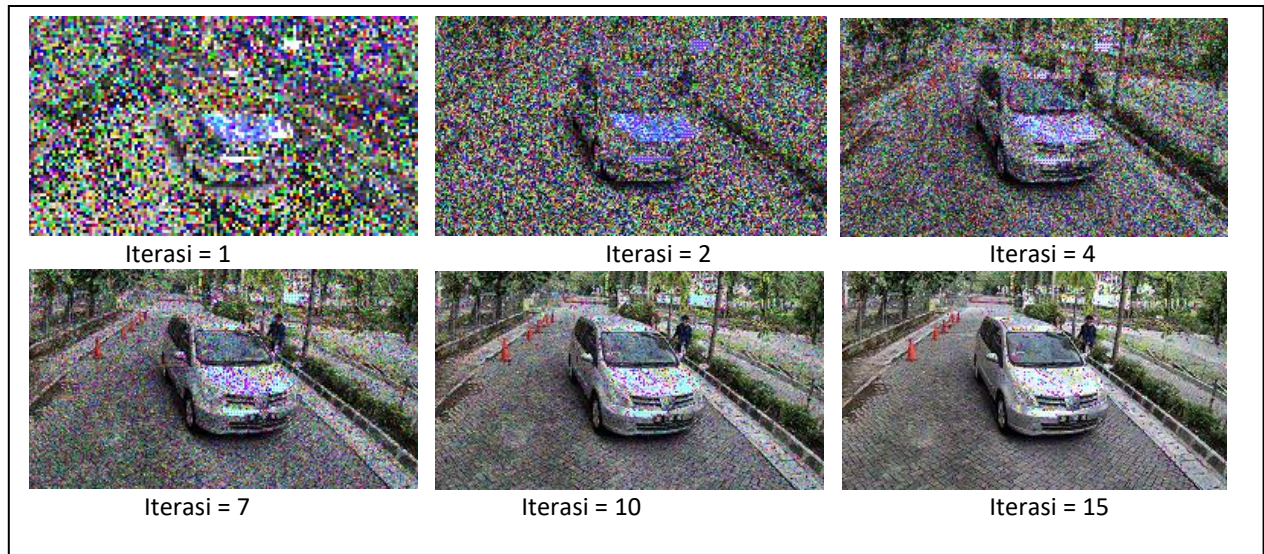


Gambar 7. Citra asli CCTV\_5 dan citra hasil dekompresinya

Nilai PSNR semakin tinggi semakin baik hasil dekompresinya, semakin besar jumlah iterasi pada proses dekompresi pada umumnya semakin memperbesar nilai PSNR, akan tetapi untuk citra tertentu setelah jumlah iterasi mencapai nilai tertentu nilai PSNR tidak bertambah lagi. Perubahan gambar pada proses dekompresi untuk beberapa jumlah iterasi dapat dilihat pada Gambar 8.

Waktu yang dibutuhkan dalam proses kompresi suatu citra adalah bervariasi bergantung pada ukuran blok range dan pada proses pencarian domain nya, akan tetapi hal ini termasuk agak lambat karena algoritme yang digunakan dalam proses kompresi mempunyai kompleksitas waktu  $O(n^4)$  dengan  $n$  adalah ukuran tinggi atau lebar citra. Sedangkan waktu yang dibutuhkan dalam proses dekompresi bergantung jumlah iterasi yang dilakukan, akan tetapi lebih cepat karena algoritme yang digunakan dalam proses dekompresi mempunyai

kompleksitas waktu  $O(n^2)$ . Hasil pencatatan waktu dan nilai RMSE serta PSNR dari 5 citra uji dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 8. Perubahan citra hasil Dekompresi berdasarkan jumlah iterasi

No.	Nama Citra	Waktu Kompresi ( detik ) (blok range 2x2)	Waktu Dekompresi (detik) (jumlah iterasi = 20 )	RMSE	PSNR
1.	CCTV_1	58,894	6,708	24,08	18,03
2.	CCTV_2	58,765	6,801	20,77	19,32
3.	CCTV_3	59,097	6,646	18,94	20,12
4.	CCTV_4	60,325	6,705	20,30	19,52
5.	CCTV_5	59,095	6,708	20,34	19,50
<b>Rata-rata</b>		<b>59,2352</b>	<b>6,7136</b>	<b>20,886</b>	<b>19,298</b>

Tabel 2 Tabel waktu untuk Kompresi dan Dekompresi citra

Dari tabel tersebut terlihat bahwa waktu kompresi masih sangat tinggi, sekitar 1 menit, karena ukuran blok range nya paling kecil yaitu 2x2 pixel, untuk ukuran blok range 4x4 pixel maka waktu kompresinya akan menjadi sekitar 10 detik, akan tetapi nilai PSNR nya turun sehingga kualitas citra hasil dekompresinya menurun.

## KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah berhasil disusun algoritme dan program untuk melakukan kompresi dan dekompresi citra hasil kamera CCTV menggunakan metode fraktal.
2. Program yang dibuat dapat melakukan kompresi dan dekompresi citra warna hasil kamera CCTV dengan rasio kompresi adalah 3,2 (untuk ukuran blok range 4x4 pixel) sedangkan nilai PSNR bergantung jumlah iterasi yang dilakukan dalam proses dekompresi, nilai rata-rata PSNR untuk jumlah iterasi 20 dari 5 citra uji adalah 19,298 dengan RMSE rata-rata 20,886.



3. Waktu yang diperlukan untuk proses kompresi jauh lebih besar dibanding waktu untuk proses dekompresi, hal ini karena kompleksitas waktu algoritma yang digunakan untuk kompresi adalah  $O(n^4)$  sedangkan untuk dekompresi adalah  $O(n^2)$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Barnsley, M., 1988, "Fractals Everywhere", Academic Press, Inc., New York.
- [2]. Baviskar, A.G., dan Pawale, S.S., 2012, "Efficient Domain Search for Fractal Image Compression Using Feature Extraction Technique", Advances in Computer Science, Eng. & Appl., AISC 166, pp. 353–365. ©Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- [3]. Chaurasia, V. dkk., 2017, "Fractal Image Compression with Optimized Domain Pool Size", 978-1-5090-5620-0/17/\$31.00 ©2017 IEEE.
- [4]. Gonzalez, R. C. dan Woods, R. E., 1992, *Digital Image Processing*, Addison Wesley, Massachusetts.
- [5]. Guerin, E., dkk., 2006, "Fractal Compression of Images with Projected IFS", LIRIS, Universite Claude Bernard Lyon, p. 1-8.
- [6]. Guo H. Dkk., 2012, "A Fast Fractal Image Compression Algorithm Using Improved Quadtree Partitioning Scheme", Electrical, Information Engineering and Mechatronics 2011, DOI: 10.1007/978-1-4471-2467-2\_88, @Springer-Verlag London Limited.
- [7]. Gupta, R. dkk., 2017, "Comparative analysis of edge-based fractal image compression using nearest neighbor technique in various frequency domains", Alexandria Engineering Journal 2017 <http://dx.doi.org/10.1016/j.aej.2017.03.038>.
- [8]. Hien, V.T., 2009, "A New Wavelet–Fractal Image Compression Method", KES 2009, Part I, LNAI 5711, pp. 161–168, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- [9]. Jeet, K., dan Manish, K., 2011, "Lossless Fractal Image Compression Mechanism by Applying Exact Self-similarities at Same Scale", CIIT 2011, CCIS 250, pp. 584–589, ©Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

## Biodata Penulis

**Drs. Janoe Hendaro M.Kom.**, memperoleh gelar Sarjana Matematika (Drs.), Program Studi Matematika FMIPA UGM, lulus tahun 1986. Tahun 1992 memperoleh gelar Magister Komputer (M.Kom) dari Program Studi Ilmu Komputer Program Pascasarjana UI. Saat ini sebagai Staf Pengajar program studi S1 Ilmu Komputer Departemen Ilmu Komputer dan Elektronika FMIPA Universitas Gadjah Mada.