PENGGABUNGAN GEOMETRI FRAKTAL DENGAN BATIK LABAKO

SKRIPSI

Oleh
Achmad Baichaqi Y
NIM 111810101030

JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2015

PENGGABUNGAN GEOMETRI FRAKTAL DENGAN BATIK LABAKO

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program studi Matematika (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh
Achmad Baichaqi Y
NIM 111810101030

JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2015

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, dengan puji syukur kehadirat Allah SWT, skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ayahanda H. M. Suharno dan Ibunda Hj. Siti A'isyah Fathoniyah terima kasih atas doa, perhatian, pengorbanan, pengertian, dan kasih sayang yang telah diberikan.
2. Kakak-kakak saya Achmad Rizal Saputra, Restu Widayu, dan Achmad Firmandani Putranto yang telah banyak memberikan kasih sayang, motivasi dan semangat dalam penyelesaian skripsi ini, serta Upik Susilowati yang telah banyak memberikan masukan dan semangat dengan penuh kesabaran.
3. Guru-guru yang telah memberikan ilmu dan motivasi.
4. Almamater Jurusan Matematikan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

MOTTO

"Jika kamu berbuat baik (berarti) kamu berbuat baik bagi dirimu sendiri, dan jika kamu berbuat jahat, maka kejahatan itu untuk dirimu sendiri.."
(QS. Al-Isra':7)*)

"Jangan lihat masa lampau dengan penyesalan, jangan pula lihat masa depan dengan ketakutan, tapi lihatlah sekitar anda dengan penuh kesadaran."
(James Thurber) *)

---

*) https:/nikenpuspitasari.wordpress.com/2012/03/11/motto-hidup-dari-al-quran/

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Achmad Baichaqi Y

NIM : 111810101030

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Penggabungan Geometri Fraktal dengan Batik Labako" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan dalam institusi manapun dan juga bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juni 2015

Yang menyatakan,

Achmad Baichaqi Y

NIM 111810101030

SKRIPSI

PENGGABUNGAN GEOMETRI FRAKTAL DENGAN BATIK LABAKO

Oleh

Achmad Baichaqi Y
NIM 111810101030

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Kosala Dwidja Purnomo, S.Si., M.Si

Dosen Pembimbing Anggota : Ahmad Kamsyakawuni, S.Si., M.Kom

PENGESAHAN

Skripsi berjudul "Penggabungan Geometri Fraktal dengan Batik Labako" telah diuji dan disahkan pada :

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

Tim penguji,

Ketua,	Sekretaris.
Kosala Dwidja Purnomo, S. Si, M. Si NIP. 196908281998021001	Ahmad Kamsyakawuni, S. Si, M. Kom NIP. 197211291998021001
Anggota I,	Anggota II,
Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D NIP. 196101081986021001	Ika Hesti Agustin, S.Si., M.Si NIP. 198408012008012006

Mengesahkan

Dekan,

Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D.

NIP 196101081986021001

RINGKASAN

Penggabungan Geometri Fraktal dengan Batik Labako; Achmad Baichaqi Yunirahman; 111810101030; 36 Halaman; Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Batik merupakan corak bergambar yang proses pembuatannya secara khusus dengan menuliskan atau menerakan malam pada kain. Indonesia memiliki banyak motif batik yang merupakan ciri khas dari bebagai daerah, salah satunya adalah batik Labako yang berada di Kabupaten Jember. Batik Labako mempunyai ciri khas daun tembakau sebagai motifnya, selain itu terdapat motif lain seperti kopi serta daun-daun komoditas perkebunan di Jember. Seiring perkembangannya batik dapat dikembangkan dengan menggunakan salah satu cabang ilmu matematika yaitu fraktal. Fraktal adalah objek yang tampak memiliki kemiripan yang simetris jika dilihat dari skala tertentu dan merupakan bagian terkecil dari struktur objek secara keseluruhan. Kehadiran fraktal dalam batik menunjukan bahwa batik merupakan suatu sistem kompleks, hasil interaksi manusia dengan lingkungannya. Pada penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk menggabungkan geometri fraktal dengan batik Labako menggunakan transformasi geometri untuk memperoleh motif batik yang menarik dan variatif.

Tahapan pelaksanaan penilitian ini meliputi, membangkitkan 7 macam fraktal. Kedua, menentukan motif batik fraktal dengan menggunakan transformasi geometri. Beberapa transformasi yang digunakan diantaranya translasi, dilatasi, rotasi, dan refleksi. Motif batik fraktal yang dihasilkan dapat menggunakan lebih dari satu macam fraktal dan transfromasi.. Ketiga, mendesain motif batik Labako yang akan digabungkan dengan motif batik fraktal. Selanjutnya, menggabungkan dan memodelisasi motif batik fraktal dengan motif batik Labako.

Motif batik fraktal menggunakan transformasi geometri yang digabungkan dengan batik Labako yaitu (i) motif batik segitiga Sierpinski dengan menggunakan translasi, dilatasi, refleksi, dan rotasi digabungkan dengan batik tembakau, (ii) motif batik kurva Naga dengan menggunakan rotasi dan translasi

digabungkan dengan batik tembakau, (iii) motif batik kurva Hilbert dan himpunan Julia dengan menggunakan rotasi dan translasi digabungkan dengan batik bunga kopi, (iv) motif batik himpunan Mandelbrot dengan menggunakan rotasi digabungkan dengan batik bunga kopi dan tembakau, (v) motif batik kurva Koch dengan menggunakan rotasi digabungkan dengan batik buah naga, dan (vi) motif batik karpet Sierpinski dengan menggunakan rotasi digabungkan dengan batik bunga kopi dan buah kakao.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayahNya sehingga skripsi yang berjudul "Penggabungan Geometri Fraktal dengan Batik Labako" dapat terselesaikan. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata 1 (S1) di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan keharibaan beliau nabi Muhammad SAW yang telah menjadi pembawa rahmatan lil'alamin. Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Kosala Dwidja Purnomo, S. Si, M. Si selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ahmad Kamsyakawuni, S. Si, M. Kom selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan secara intensif dan bantuan untuk penyempurnaan skripsi ini;
2. Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D dan Ika Hesti Agustin, S.Si., M.Si. Selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun untuk penyempurnaan skripsi ini;
3. seluruh dosen dan karyawan Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah memberikan ilmu serta fasilitas yang membantu selama proses perkuliahan berlangsung;
4. sahabat Gayo, Putri, Mely, Tole, Yusron, Ivan, Haki, Yulio dan seluruh keluarga besar KRAMAT '11 yang tidak bisa saya sebut satu per satu yang selalu senantiasa menemani, memberi dukungan, semangat perjuangan, serta saran dalam proses menyelesaikan tugas akhir;
5. serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam menyusun skripsi ini masih terdapat kekurangan baik isi maupun susunannya. Penulis mengharapkan saran dan kritik demi penyempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberi manfaat dan sumbangan bagi pembaca.

DAFTAR ISI

halaman

DAFTAR GAMBAR

halaman

DAFTAR TABEL

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Batik merupakan corak bergambar yang proses pembuatannya secara khusus dengan menuliskan atau menerakan malam pada kain. Pengolahannya diproses dengan cara tertentu yang memiliki ciri khas. Seni budaya yang tak asing bagi orang Indonesia, bahkan sering menjadi sebuah simbol akan bangsa Indonesia. Batik merupakan proses yang lahir dari sistem kognitif dan penggambaran akan alam dan lingkungan sekitar. Meski batik tak mungkin bisa dilihat dengan melepaskan konteks dan proses pembuatanya, motif dan ornamentasi yang terkandung di dalamnya ternyata memiliki tingkat kompleksitas yang sangat menarik. Indonesia memiliki banyak motif batik yang merupakan ciri khas dari berbagai daerah, salah satunya adalah batik Labako yang berada di Kabupaten Jember.

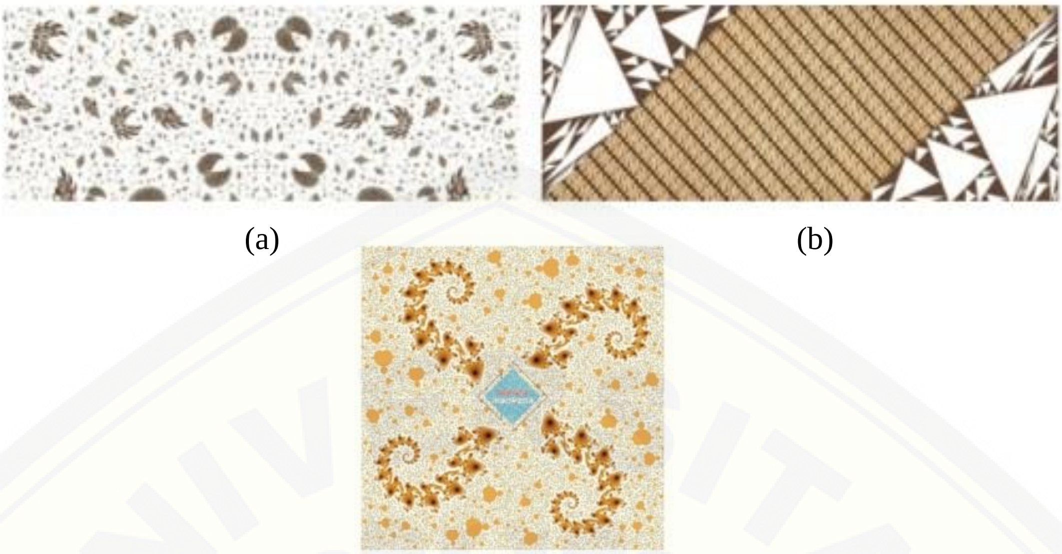
Saat ini batik Labako dikembangkan oleh pengrajin batik tulis di Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe yaitu Mawardi. Labako merupakan istilah “La Bako” yang berasal dari bahasa Madura yang mengambarkan aktivitas petani menanam dan mengolah daun tembakau. Menurut Mawardi (salah seorang pengrajin batik disana) motif tembakau muncul sekitar tahun 1985, dan sejak itu setiap motif Jember selalu disertai motif tembakau sebagai ciri khas daerah. Pemilihan corak tembakau karena Kabupaten Jember sebagai salah satu kota penghasil utama tembakau di Indonesia. Batik Labako dapat merepresentasikan ornamentasi yang unik dalam corak, warna dan bentuk-bentuk geometris yang ditampilkannya. Batik Labako dapat juga merepresentasikan proses dari pembuatan corak dan ornamentasi yang ditunjukkan di dalamnya. Selain tembakau juga terdapat motif lain seperti kopi serta daun-daun komoditas perkebunan di Jember (Gambar 1.1).

(Sumber UD. Batik Labako Sumberjambe)
Gambar 1.1 Batik Labako

Seiring dengan perubahan jaman, batik juga berkembang pesat. Mulai dari perkembangan motif, makna, proses pembuatan, hingga penggunaanya dalam kehidupan sehari-hari. Batik dapat dikembangkan dengan menggunakan salah satu cabang ilmu matematika yaitu fraktal. 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 dirancang atau dibuat gambar-gambar tiruan objek alam seperti pohon, gunung, batuan, awan, permukaan bumi atau planet dan lain-lainnya. Perancangan tersebut dilakukan dengan menggunakan beberapa transformasi sederhana yang disebut sistem fungsi iterasi *(iterated function system)* yang disingkat IFS. Titik tetap atau atraktor dari sistem fungsi iterasi inilah yang berupa gambar kompleks yang bisa berbentuk objek alam yang mirip sebenarnya (Barnsley, 1988).

Menurut J. Ulinnuha (2009) berbagai motif batik bisa dapat dihasilkan dari geometri fraktal khususnya dengan fungsi-fungsi yang sudah didefinisikan oleh program atau secara manual user menginputkan. Dalam motifnya dapat menghasilkan warna yang beragam dengan cara memasukkan nilai pada masing-masing sistem RGB *(Red Green Blue)*. Kehadiran fraktal dalam batik menunjukan bahwa batik merupakan suatu sistem kompleks, hasil interaksi manusia dengan lingkungannya. Beberapa fraktal yang digunakan dalam penggabungan batik fraktal yaitu Kurva Koch, Mandelbrot, himpunan Julia, kurva Hilbert, segitiga Sierpinski, karpet Sierpinski dan kurva Naga. Faktor yang berperan besar dalam penerapan fraktal pada batik adalah teknik dekoratif yang berhubungan dengan makna yang terdapat dalam batik, yaitu isen atau mengisi motif besar dengan motif kecil yang mirip dengan kesamaan diri pada fraktal. Kombinasi antara batik dengan fraktal yang mempunyai perbedaan konsep dan menerapkan rumus matematika memunculkan motif batik fraktal. Teknologi yang diterapkan pada batik fraktal akan menghasilkan desain pola baru yang sangat beragam. Keragaman desain ini dapat dilihat dari grafis, warna, ukuran, sudut, dan perulangan. Ada tiga tipe pola komputasi batik fraktal yaitu fraktal sebagai batik, hibrida fraktal batik, dan batik inovasi fraktal (Lukman *et al.*, 2007).

Lukman *et al.* (2007) melakukan penelitian tentang motif-motif batik tradisional dan hubungannya dengan ilmu matematika fraktal. Penelitian tersebut menghasilkan software yang khusus untuk mendesain motif-motif batik fraktal. Kelebihan batik fraktal adalah dapat didesain menggunakan software dengan lebih efisien dan variatif. Beberapa batik lokal yang sudah dikembangkan dengan fraktal diantaranya batik inovatif yang dihasilkan dengan pola klowongan dan harmonisasi isen-isen dari berbagai ekstrasi pola motif sawat (Gambar 1.2a), batik hibrid yang dihasilkan dengan pola motif Parang Pedalaman dengan kombinasi fraktal segitiga Sierpinski (Gambar 1.2b), dan batik fraktal yang dihasilkan dengan pola klowongan dengan zooming (pembesaran) pada bentuk pola fraktal Julia dan harmonisasi isen-isen fraktal Mandelbrot (Gambar 1.3c). Sehubungan dengan keadaan tersebut, penulis tertarik untuk melakukan studi pengembangan motif batik Labako dengan menggabungkan batik fraktal dan memanfaatkan software matlab untuk teknik-teknik penggabungan menggunakan transformasi geometri.


(a) (b)
(c)
Gambar 1.2 Batik fraktal

1.2 Permasalahan

Permasalahan yang akan dibahas pada penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

a. bagaimana menentukan motif penggabungan batik fraktal menggunakan transformasi geometri dengan batik Labako.
b. bagaimana menentukan penggabungan batik fraktal dengan batik Labako yang digunakan adalah daun tembakau,bunga kopi, buah naga, dan kakao.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

a. menentukan motif batik fraktal dengan mengggunakan transformasi geometri pada beberapa macam fraktal.
b. menentukan motif penggabungan batik fraktal dengan batik labako yang variatif.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diperoleh adalah mendapatkan motif batik yang lebih beragam dan variatif dari perpaduan pola batik fraktal dengan pola batik labako.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Fraktal

Fraktal adalah objek yang tampak memiliki kemiripan yang simetris jika dilihat dari skala tertentu dan merupakan bagian terkecil dari struktur objek secara keseluruhan (Addison, 1997). Kata fraktal berasal dari bahasa latin *fractus* (memecahkan/menguraikan) dan kata kerja dalam bahasa latin *frangere*, yang berarti meretakkan atau membagi menjadi kepingan-kepingan. Menurut Beonit Mandelbrot fraktal merupakan bentuk geometri yang tampak kasar atau berupa sebuah pecahan yang dapat dibagi lagi pada bagian-bagiannya, masing-masing bagian merupakan (setidak-tidaknya) bentuk turunan yang diperbanyak dari ukuran keseluruhannya. Sedangkan definisi fraktal secara metematik sebagai suatu himpunan titik-titik yang memiliki dimensi melebihi dimensi topologinya (Bourke,1991).

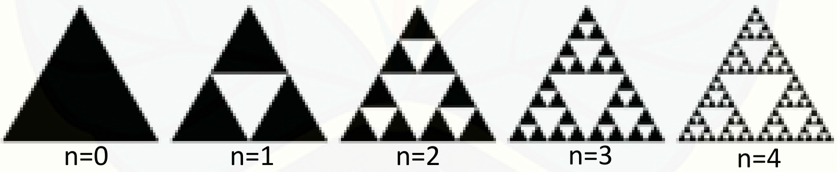
Sifat khas dari objek fraktal adalah setiap objek fraktal dapat dipecah menjadi beberapa bagian yang memiliki kesamaan bentuk dengan objek fraktal secara keseluruhan pada tingkat pembesaran yang berbeda. Sifat yang memiliki kesamaan bentuk dengan objek aslinya disebut *self-similarity*. Menurut sifat *self-similarity* nya ada dua macam fraktal yaitu *regular fractal* dan *random fractal*. *Regular fraktal* mempunyai sifat *exactly self-similarity* yaitu setiap bagian dari objek fraktal menyerupai secara persis dengan bentuk objek secara keseluruhan jika dilihat dari berbagai skala. Pada salah satu objek fraktal yaitu segitiga Sierpinski, jika diambil sebagian darinya kemudian diperbesar bagian potongan tersebut, maka akan terlihat kesamaan bentuk yang menyerupai diri secara persis. Contoh objek fraktal yang mempunyai sifat *exactly self-similarity* adalah struktur daun pakis, segitiga Sierpinski, himpunan Kantor.

Sedangkan *random fractal* mempunyai sifat *statistically self-similarity* yaitu setiap bagian dari objek fraktal tidak menyerupai secara persis dengan bentuk objek secara keseluruhan. Contoh objek fraktal yang mempunyai sifat *statistically self-similarity* adalah himpunan Julia,Mandelbrot dan garis pantai (Addison,1997).

2.2 Beberapa Contoh Fraktal

2.2.1 Segitiga Sierpinski

Segitiga Sierpinski adalah fraktal linier yang mempunyai sifat keserupaan diri identik sampai pada iterasi tak-hingga. Pembangkitannya diawali dengan segitiga sama sisi yang berisi warna tertentu. Kemudian titik tengah masing-masing sisinya dihubungkan untuk memperoleh segitiga dengan ukuran setengahnya dan terletak di tengah segitiga awal. Segitiga yang terletak di tengah lalu dihilangkan atau dikosongkan dari segitiga awal. Selanjutnya, pada ketiga segitiga berisi dengan ukuran setengah dai segitiga awal dilakukan proses serupa untuk mendapatkan segitiga dengan ukuran setengahnya lagi. Algoritma seperti ini dilakukan sampai pada iterasi tertentu. Pada setiap iterasi didapatkan fakta bahwa satu segitiga dibagi menjadi empat segitiga (dengan ukuran sisi setengahnya) yang terdiri atas tiga segitiga berisi warna dan satu segitiga kosong (lihat Gambar 2.1). Dengan rumusan ini, luas segitiga Sierpinski S_n pada iterasi ke-*n* adalah $\left(\frac{3}{4}\right)^n$ dari luas awalnya. Jika prosesnya diteruskan sampai iterasi mendekati tak-hingga, luas segitiga Sierpinski akan mendekati nol (Purnomo, 2014).

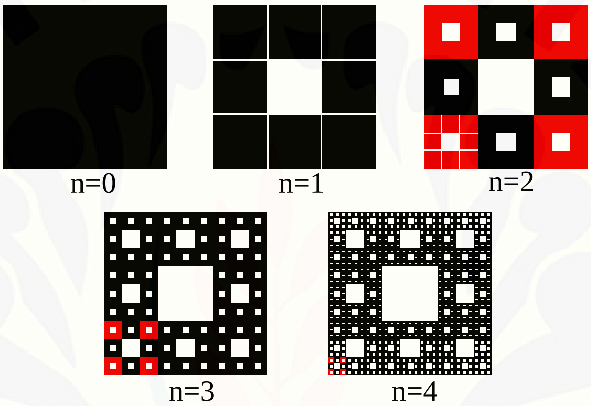


(Sumber: Purnomo, 2014)
Gambar 2.1 Segitiga Sierpinski

2.2.2 Karpet Sierpinski

Pembentukan karpet Sierpinski tidak jauh beda dengan segitiga Sierpinski. Teknik pengelompokan bentuk menjadi salinan yang lebih kecil dari dirinya sendiri, menghilangkan satu atau lebih salinan, dan terus beriterasi sampai tak-hingga. Dalam tiga dimensi, konstruksi yang sama berdasarkan kubus menghasilkan *spons Menger*.

Karpet Sierpinski adalah suatu interseksi (irisan) dari semua himpunan dimana karpet Sierpinski ini dimulai dari suatu bujur sangkar penuh, kemudian dibagi menjadi sembilan bujur sangkar yang lebih kecil serta sama dan sebangun. Dari sembilan bujur sangkar tersebut abaikan bagian tengan karena tidak ikut dalam hitungan, lalu bagi tiap kedelapan bujur sangkar tersebut untuk mendapatkan sembilan bujur sangkar yang sama, bagian tengah tidak ikut hitungan dan sebangun. Lakukan kembali seperti urutan sebelumnya sampai iterasi tak-hingga (lihat Gambar 2.2). Karpet Sierpinski memiliki skala faktor $\left(s = {}^{1}/_{3}\right)$dan memiliki nilai iterasi $(k\ =\ 8)$.



(Sumber: Zhu dan Dong, 2013)
Gambar 2.2 Karpet Sierpinski

2.2.3 *Koch Snowflake*

Salah satu contoh kurva yang memiliki sifat *self-similarity* adalah kurva *Koch* yang merupakan generator dari pembentukan fraktal *Koch Snowflake*. Kurva *Koch* didasarkan pada garis-garis yang mempunyai arah tertentu dan dihubungkan satu sama lain, sehingga terbentuk suatu garis yang sangat panjang pada suatu daerah yang terbatas. Langkah-langkah pembentukan kurva *Koch* dimulai dengan sebuah garis lurus (Gambar 2.3a). Pembentukan kurva *Koch* orde satu, yaitu K_1, garis tersebut dibagi menjadi tiga bagian, dan bagian tengah diubah menjadi segitiga samasisi tanpa alas, segitiga membentuk bangun dengan empat buah segmen garis (Gambar 2.3b). Pembentukan kurva *Koch* orde dua K_2, dibentuk dengan membagi setiap segmen garis dari kurva *Koch* orde satu menjadi tiga bagian, dan bagian tengahnya diubah menjadi segitiga sama sisi (Gambar 2.3c).

Dengan cara yang sama, kurva *Koch* untuk orde yang lebih tinggi bisa diperolehdari kurva *Koch* sebelumnya. Dengan kata lain, untuk memperoleh kurva *Koch* orde-i, setiap segmen yang ada pada kurva *Koch* orde $i-1$ dibagi menjadi tiga bagian sama panjang, dan bagian tengahnya diubah menjadi bangun dengan sisi yang sama tanpa alas.

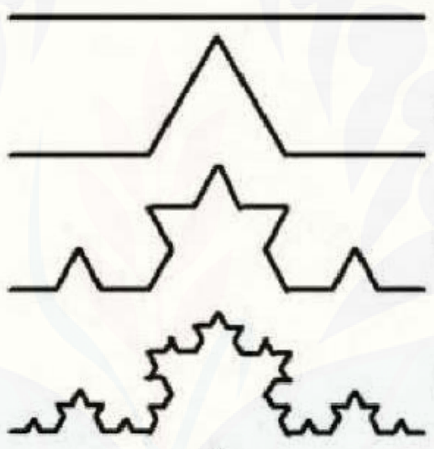
Fraktal *Koch Snowflake* (Gambar 2.4) dibangun dari kurva *Koch* yang dibangkitkan pada sisi-sisi segitiga samasisi, didasarkan pada garis-garis yang mempunyai arah tertentu dan dihubungkan satu sama lain. Variasi *Koch snowflake* dapat dilakukan dengan cara mengkombinasikan antara bentuk dan iterasinya (Kamil, 2004).

(a)

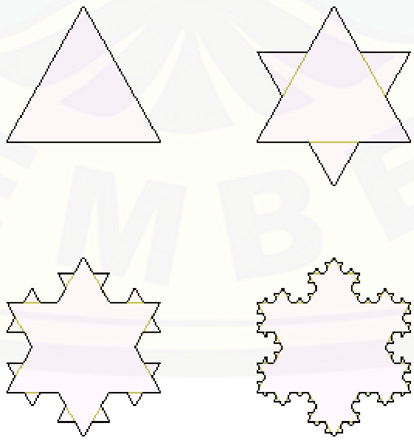
(b)

(c)

(d)



(Sumber: Kamil, 2004)
Gambar 2.3 Proses pembentukan kurva *Koch*



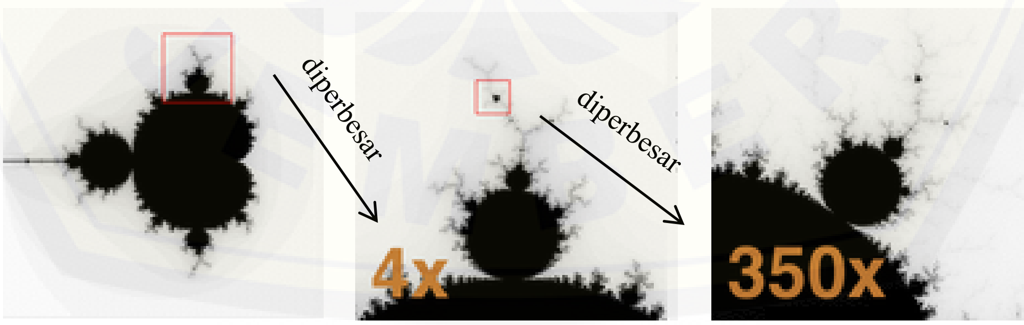
(Sumber: Kamil, 2004)
Gambar 2.4 *Koch Snowflake*

2.2.4 Himpunan Mandelbrot

Himpunan Mandelbrot (*Mandelbrot Set*) merupakan obyek fraktal dengan menggunakan bilangan kompleks sebagai generator dan dapat digambarkan pada bidang Euclid dengan memberi batasan daerah yang digunakan untuk menggambarnya. Weisstein (2005) menjelaskan bahwa himpunan Mandelbrot berupa sebuah disc pada R^2 yang berpusat di x dan berjari-jari r dinyatakan terbuka apabila $D_r(x) = \{y : |y - x| < r\}$. Dari definisi tersebut dapat diketahui batasan daerah untuk menggambarkan himpunan Mandelbrot adalah kurang dari jari-jari yang ditetapkan.

Houbard (2005) menjelaskan bahwa himpunan Mandelbrot terletak pada daerah tertentu sehingga himpunan Mandelbrot merupakan himpunan terhubung dengan jari-jari-jari maksimum yang ditentukan. Suatu himpunan dikatakan terhubung apabila untuk setiap dua titik di himpunan tersebut dapat dihubungkan oleh suatu lintasan berbentuk garis lurus yang sama titiknya masih didalam daerah tersebut (Spiegel,1992)

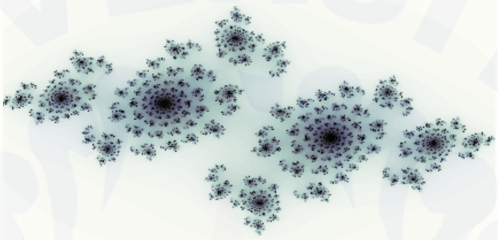
Himpunan Mandelbrot dibangkitkan dari pengiterasian $f_c(Z_n) = Z_n^2 + C$, dan setiap fungsi yang diiterasikan memiliki nilai tetap atau nilai *fixed point.* Devaney (1995) menyatakan bahwa suatu titik x dikatakan *fixed point* untuk *f* jika $f(x) = x$ dan titik x merupakan titik dari hasil pengiterasian fungsi yang menyebabkan pada saat pengiterasian fungsi dengan nilai tertentu, nilai fungsi tersebut kembali ke nilai semula (lihat Gambar 2.5).



(Sumber: Romadiastri,2013)
Gambar 2.5 Himpunan Mandelbrot

2.2.5 Himpunan Julia

Himpunan Julia *(Julia Set)* merupakan objek fraktal acak atau disebSut sebagai *random fractal* yang dibentuk dengan memberi batasan-batasan daerah yang digunakan untuk menggambarnya. Ada dua bagian di dalam himpunan Julia yaitu himpunan Julia itu sendiri dan himpunan Julia merupakan himpunan *filled-in Julia.* Falconer (1990) menjelaskan bahwa himpunan Julia merupakan cakram terbuka yang mempunyai keserupaan bentuk pada setiap bagian objek-objeknya sampai dengan perbesaran tak hingga (lihat Gambar 2.6).



Gambar 2.6 Himpunan Julia

Berikut merupakan algoritma dari himpunan Julia:

a. masukkan batas-batas maksimum dan minimum koordinat x dan y ($x_{min} \leq x \leq x_{max}\ dan\ y_{min} \leq y \leq y_{max}$). Bagi batas-batas x_{max} dan y_{max} yang telah dikurangi dengan batas-batas x_{min} dan y_{min} dengan titik-titik yang bersesuaian dengan jumlah titik pada titik-titik monitor.

b. ambil koordinat $x = x_{min} + i\ dx$, dan $y = y_{max} - i\ dy$ dengan i adalah iterasi, $dx = \frac{x_{max} - x_{min}}{Jumlah\ titik}$ dan $dy = \frac{y_{max} - y_{min}}{Jumlah\ titik}$.

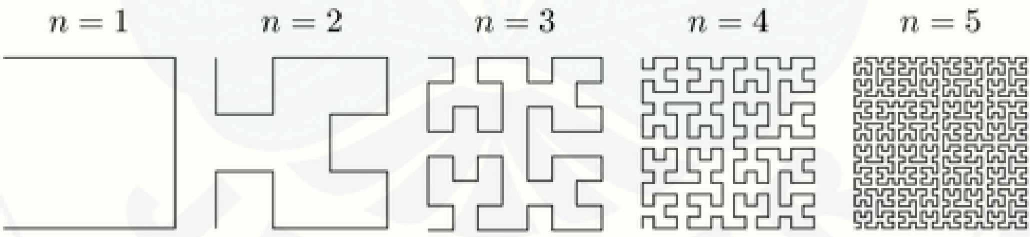
c. iterasikan fungsi kuadrat, fungsi pangkat tiga, fungsi pangkat empat dan fungsi pangkat lima yang telah dijumlahkan dengan konstanta yang diberikan. Apabila *modulus* bilangan kompleks tersebut melebihi batas yang telah ditentukan maka hentikan iterasi dan beri warna putih pada titik tersebut, namun apabila *modulus* bilangan kompleks tersebut memenuhi syarat batas yang diberikan maka lanjutkan iterasi sampai iterasi yang telah ditetapkan.

d. apabila sampai pada iterasi yang telah ditentukan dan *modulus* bilangan kompleks memenuhi syarat yang telah ditentukan, beri warna biru pada titik tersebut apabila x kurang dari y dan beri warna hijau pada titik tersebut apabila x lebih dari y dan semuanya beri warna merah bata apabila tidak terpenuhi. Warna biru, hijau dan merah bata adalah himpunan Julia yang merupakan himpunan *filled-in Julia.*

2.2.6 Kurva Hilbert

Menurut Lawder (2000) konsep *space filling curve* muncul pada abad ke-19 dan pertama kali dikemukakan oleh Peano pada tahun 1980 yang mengemukakan menggunakan matematika analitis murni. Selanjutnya, kurva yang dibangun oleh Peano disebut dengan kurva Peano. Pada tahun 1891, David Hilbert membangun *space filling curve* menggunakan konsep geometri yang disebut dengan kurva Hilbert. David mengilustrasikan konsep geometrinya dalam dimensi dua, namun David berpendapat bahwa konsep kurva Hilbert juga dapat diaplikasikan dalam dimensi sembarang.

Menurut Nelson Max (1998), kurva Hilbert merupakan kurva kontinu yang selalu melewati setiap titik pada ruang dimensi dua maupun ruang dimensi tiga sebanyak satu kali. Kurva Hilbert dapat didefinisikan sebagai pemetaan dari sub interval yang berasal dari interval domain kepada sebuah sub persegi pada ruang dimensi dua atau sub kubus pada ruang dimensi tiga. Pembentukan kurva Hilbert dilakukan dengan iterasi sebanyak *n* (lihat Gambar 2.7).



Gambar 2.7 Kurva Hilbert

2.2.7 Kurva Naga

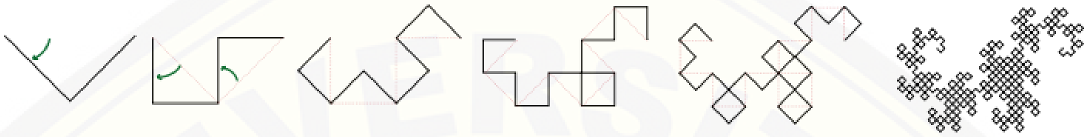
Kurva Naga *(Dragoncurve)* merupakan fraktal kurva yang cara pembentukannya dapat dekati metode sistem Lindenmayer. Kurva dibentuk dengan sistem Lindenmayer dengan:

a. menentukan sudut 90°
b. menggunakan awal string FX

c. string aturan produksi ; $X \to X + YF +$

$$Y \to -FX - Y$$

mulai dari segmen dasar, ganti setiap segmen dengan 2 segmen dengan sudut yang tepat dan dengan rotasi 45° alternatif ke kanan dan ke kiri. Membentuk kurva Naga menggunakan iterasi sebanyak *n* (lihat Gambar 2.8).



Gambar 2.8 Kurva Naga

2.3 Transformasi Geometri

Transformasi merupakan suatu pemetaan titik pada suatu bidang ke himpunan titik pada bidang yang sama. Jenis-jenis dari transformasi adalah sebagai berikut.

2.3.1 Translasi

Translasi merupakan perpindahan kedudukan sebarang titik dengan penambahan besaran pada arah sumbu $X, Y, dan\ Z$. Secara umum ,translasi dapat dinyatakan oleh persamaan $Q = P + K$, dimana P adalah posisi titik awal, Q adalah posisi titik setelah ditranslasikan dan K menunjukkan besarnya pergeseran kearah sumbu $X, Y, dan\ Z$. Persamaan translasi dalam bentuk matriks dapat dinyatakan sebagai berikut

$$[x_q, y_q, z_q]^T = \begin{bmatrix} x_p \\ y_p \\ z_p \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x_k \\ y_k \\ z_k \end{bmatrix}$$

Atau dalam bentuk koordinat kartesius dapat dituliskan sebagai

$$(x_q, y_q, z_q) = (x_p + x_k, y_p + y_k, z_p + z_k) \qquad (2.1)$$

Translasi bersifat mempertahankan bentuk dan ukuran objek.

2.3.2 Dilatasi

Transformasi dilatasi yang memetakan titik $P(x,y,z)$ ke $P'(x',y',z')$ didefinisikan dengan bentuk formulasi berikut

$$\begin{pmatrix} x' & y' & z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x & y & z \end{pmatrix} \begin{pmatrix} k_1 & 0 & 0 \\ 0 & k_2 & 0 \\ 0 & 0 & k_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k_1 x & k_2 y & k_3 z \end{pmatrix}$$

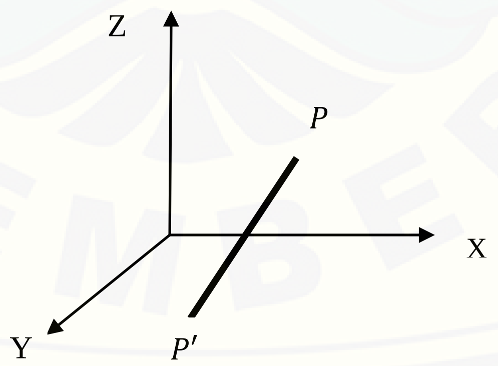
atau

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k_1 & 0 & 0 \\ 0 & k_2 & 0 \\ 0 & 0 & k_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k_1 x \\ k_2 y \\ k_3 z \end{pmatrix} \qquad (2.2)$$

Dalam hal ini pemilihan harga k_1 menyajikan skala kearah sumbu X, k_2 kearah skala sumbu Y dan k_3 menyajikan skala kearah sumbu Z. Jika $k_1 = k_2 = k_3$, maka peta obyek yang didapat sebangun dengan obyek aslinya (mungkin diperbesar, diperkecil atau tetap).

2.3.3 Refleksi

Refleksi titik $P(x, y, z)$ diruang terhadap bidang α melalui titik asal adalah transformasi yang memetakan P ke bayangan P' terhadap bidang tersebut. Misalkan $T: R^3$ transformasi yang memetakan masing-masing titik kedalam bayangan simetriknya terhadap bidang $x = 0$ (Gambar 2.9).



Gambar 2.9 Refleksi terhadap $x = 0$

Adapun matriks transformasinya dapat ditentukan sebagai berikut

$$T(e_1) = T\left(\begin{bmatrix}1\\0\\0\end{bmatrix}\right) = \begin{bmatrix}-1\\0\\0\end{bmatrix}; T(e_2) = T\left(\begin{bmatrix}0\\1\\0\end{bmatrix}\right) = \begin{bmatrix}0\\1\\0\end{bmatrix}; T(e_3) = T\left(\begin{bmatrix}0\\0\\1\end{bmatrix}\right) = \begin{bmatrix}0\\0\\1\end{bmatrix}$$

Dengan menggunakan $T(e_1), T(e_2), T(e_3)$ maka didapatkan matriks tranformasinya sebagai berikut

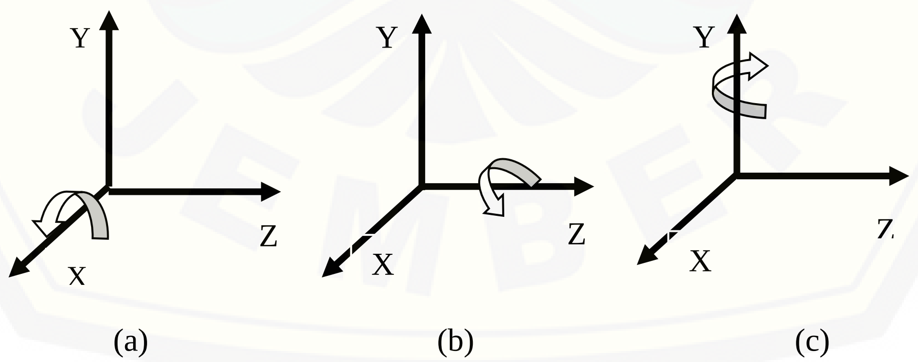
$$A = \begin{bmatrix}-1 & 0 & 0\\0 & 1 & 0\\0 & 0 & 1\end{bmatrix}$$

Dari matriks transformasi A dapat ditentukan persamaan-persamaan refleksi yang melalui titik awal $P(x_p, y_p, z_p)$ menghasilkan titik perpindahan $Q(x_q, y_q, z_q)$. Adapun persamaan-persamaan refleksinya disajikan pada tabel 2.1 berikut

Tabel 2.1 Persamaan Refleksi

No.	**Refleksi terhadap Bidang**	**Persamaan Refleksi**
a.	$x = 0$	$[x_q, y_q, z_q]^T = \begin{bmatrix}-1 & 0 & 0\\0 & 1 & 0\\0 & 0 & 1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_p\\y_p\\z_p\end{bmatrix}$
b.	$y = 0$	$[x_q, y_q, z_q]^T = \begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\0 & -1 & 0\\0 & 0 & 1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_p\\y_p\\z_p\end{bmatrix}$
c.	$z = 0$	$[x_q, y_q, z_q]^T = \begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\0 & 1 & 0\\0 & 0 & -1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_p\\y_p\\z_p\end{bmatrix}$

2.3.4 Rotasi



(a) Rotasi bersudut negatif terhadap sumbu X ;

(b) Rotasi bersudut negatif terhadap sumbu Y ;

(c) Rotasi bersudut negatif terhadap sumbu Z ;

Gambar 2.10 Ilustrasi rotasi pada sistem koordinat tangan kanan

Rotasi di R^3 dapat dilakukan dengan memilih salah satu sumbu koordinat sebagai sumbu putar. Dalam R^3 dikenal dua sistem koordinasi yaitu sistem koordinasi tangan kanan dan sistem koordinasi tangan kiri,pada sistem koordinasi tangan kanan rotasi bersudut positif dinyatakan sebagai berlawanannya arah rotasi dengan putaran jarum jam. Sedangkan pada sistem koordinat tangan kiri rotasi bersudut positif dinyatakan sebagai arah rotasi dengan putaran jarum jam. Sistem koordinat tangan kanan diilustrasikan seperti berikut (Gambar 2.10).

Apabila a menunjukkan besarnya sudut rotasi dengan titik pangkal rotasi $0(0,0)$ maka rotasi terhadap masing-masing sumbu dapat ditulis dalam bentuk berikut (Kusno, 2002).

Tabel 2.2 Matriks Rotasi

No.	Bentuk Rotasi	Matriks Rotasi
1.	Rotasi terhadap sumbu x	$[x_q, y_q, z_q]^T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & Cos\ a & -Sin\ a \\ 0 & Sin\ a & Cos\ a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_p \\ y_p \\ z_p \end{bmatrix}$
2.	Rotasi terhadap sumbu y	$[x_q, y_q, z_q]^T = \begin{bmatrix} Cos\ a & 0 & Sin\ a \\ 0 & 1 & 0 \\ -Sin\ a & 0 & Cos\ a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_p \\ y_p \\ z_p \end{bmatrix}$
3.	Rotasi terhadap sumbu z	$[x_q, y_q, z_q]^T = \begin{bmatrix} Cos\ a & -Sin\ a & 0 \\ Sin\ a & Cos\ a & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_p \\ y_p \\ z_p \end{bmatrix}$

2.4 Batik

Secara etimologi kata “batik” berasal dari bahasa Jawa, dari kata “amba” yang berarti menggambar dan “tik” yang berarti titik/matik (kata kerja, membuat titik) kemudian berkembang menjadi istilah “batik” (Indonesia Indah “batik”, 1997, 14). Batik adalah kerajinan yang memiliki nilai seni tinggi dan telah menjadi bagian dari budaya Indonesia (khususnya Jawa) sejak lama. Tradisi membatik pada mulanya merupakan tradisi yang turun temurun, sehingga kadang kala suatu motif dapat dikenali berasal dari batik keluarga tertentu. Ragam corak dan warna batik dipengaruhi oleh berbagai pengaruh asing. Awalnya, batik memiliki ragam corak dan warna yang terbatas, dan beberapa corak yang hanya boleh dipakai oleh kalangan tertentu.

Ragam corak motif atau pola batik pada mulanya masih didominasi dengan binatang dan tanaman. Dalam pengertiannya motif merupakan susunan terkecil dari gambar atau kerangkan gambar pada benda. Motif terdiri atas dasar bentuk/objek, skala/proporsi dan komposisi. Motif menjadi pangkalan atau pokok dari sesuatu pola setelah motif itu mengalami proses penyusunan dan diterapkan secara berulang-ulang sehingga diperoleh sebuah pola yang akan diterapkan pada benda lain sampai menghasilkan suatu ornamen. Namun, dalam perkembangannya batik mengalami perkembangan, yaitu dari corak-corak lukisan binatang dan tanaman lambat laun beralih pada motif abstrak yang menyerupai awan, relief candi, dan sebagainya.

Proses pembuatan batik secara tradisional dikerjakan secara manual dengan canting. Motif yang akan dibentuk dilukis terlebih dahulu dengan pensil kemudian ditebali dengan lilin malam dan selanjutnya dicelupkan dalam bak berisi cairan khusus. Proses ini memerlukan lebih banyak waktu dan bentuk motif batik yang dihasilkan cenderung tidak konsisten, sekarang motif-motif tersebut dapat dikerjakan dengan bantuan komputer salah satunya dengan program *Coreldraw* yang berfungsi untuk editing atau membuat suatu design grafis sehingga proses lebih cepat. Selain itu dengan menggunakan komputer bentuk, ukuran, dan berbagai parameter lainnya dapat diubah-ubah secara bebas tanpa khawatir akan terjadi penurunan kualitas tampilannya (Kudiya, 2009).

2.5 GUI pada Matlab

Matlab (*Matrix Laboratory*) adalah sebuah lingkungan komputasi numerikal dan bahasa pemograman yang dikembangkan oleh Mathwork. Matlab dikembangkan sebagai bahasa pemograman sekaligus sebagai alat visualisasi, yang menawarkan banyak kemampuan untuk menyelesaikan berbagai kasus yang berhubungan langsung dengan disiplin keilmuwan Matematika, seperti bidang rekayasa teknik, fisika, statistika, komputasi dan modeling. Bahasa ini mengintegrasikan kemampuan komputasi, visualisasi dan pemograman dalam sebuah lingkungan tunggal dan mudah digunakan.

Matlab merintis ke arah pemograman yang menggunakan *Grapichal User Interface* (GUI). GUIDE atau GUI builDEr merupakan sebuah GUI yang menyediakan media tampilan grafis sebagai pengganti perintah teks untuk berinteraksi antara user dengan program. Dengan menggunakan GUI program yang dihasilkan akan jauh lebih menarik, selain itu program akan menjadi lebih interaktif dan penggunaan program menjadi lebih efektif (Sugiharto, 2006).

Untuk keperluan membuat program GUI, Matlab menyediakan komponen-komponen standart, seperti *edit, text, pushbutton, frame, checkbox,* dan lain-lain. Untuk menggunakan komponen-komponen tersebut dengan benar, harus memahami konsep Pemograman Berbasis Objek (PBO) di Matlab dengan benar. Dalam pemograman Matlab, setiap objek memiliki hirarki objek yang dijabarkan dalam konsep *parent-children.*

2.6 Penjumlahan Dua Buah Citra

Operasi penjumlahan citra dapat digunakan untuk mengurangi pengaruh derau (*noise*) di dalam data, dengan cara merata-ratakan derajat keabuan setiap *pixel* dari citra yang sama yang diambil berkali-kali. Misalnya untuk citra yang sama direkam dua kali, f_1 dan f_2, lalu dihitung intensitas rata-rata untuk setiap *pixel*:

$$f'(x,y) = \frac{1}{2}\{f_1(x,y) + f_2(x,y)\}$$

Hasil operasi mungkin bernilai rill, karena itu semua niai riil tersebut perlu dibulatkan ke nilai bulat terdekat, nilai maksimum adalah 255. Persamaan penjumlahan dua buah citra:

$$C(x,y) = A(x,y) + B(x,y)$$

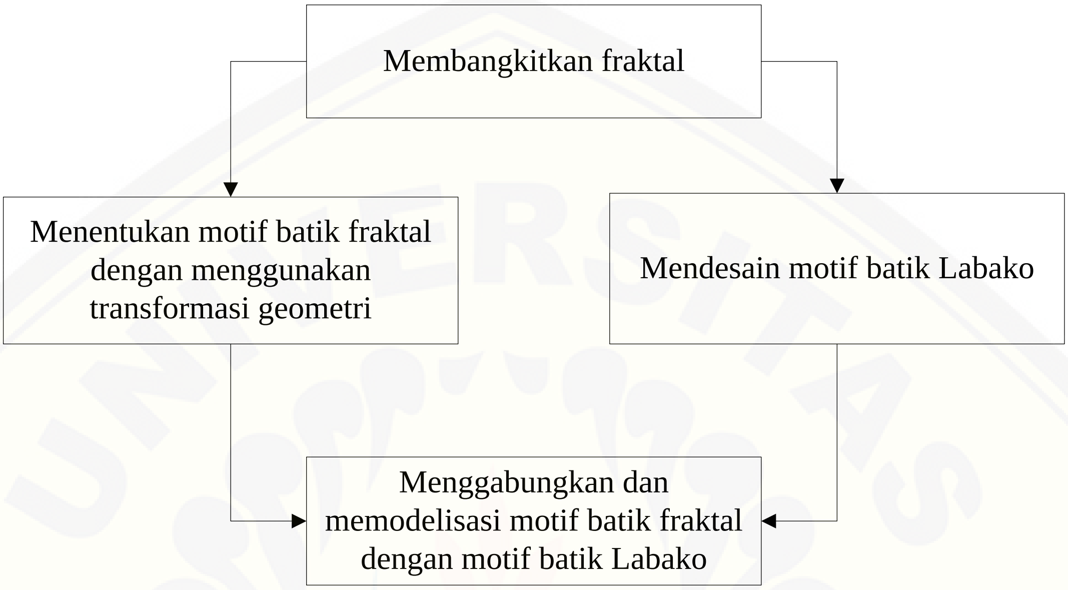
C adalah citra baru yang intensitas setiap *pixel*-nya adalah jumlah dari intensitas tiap *pixel* pada *A* dan *B.* Jika hasil penjumlahan lebih besar dari 255, maka intensitasnya dibulatkan ke 255.

BAB 3. METODE PENELITIAN

Berdasarkan rumusan masalah pada subbab 1.2 dan hasil kajian tinjauan pustaka pada bab 2, untuk menyelesaikan permasalahan tersebut diuraikan langkah-langkah penelitian sebagai berikut (Gambar 3.1).

a. Membangkitkan fraktal dengan menggunakan operasi Matematika. Beberapa macam fraktal yang dibangkitkan seperti segitiga Sierpinski, karpet Sierpinski, kurva Hilbert, himpunan Mandelbrot, himpunan Julia, dan kurva Naga. Banyak iterasi pada fraktal ditentukan untuk mengetahui bentuk fraktal yang akan digabungkan dengan batik Labako.
b. Menentukan motif batik fraktal dengan menggunakan transformasi geometri. Transformasi geometri yang digunakan yaitu translasi, dilatasi, refleksi dan rotasi. Beberapa transformasi geometri diterapkan pada fraktal hingga membentuk motif batik fraktal.
c. Mendesain motif batik Labako yang akan digabungkan dengan motif batik fraktal. Motif batik Labako yang akan digunakan adalah daun tembakau, bunga kopi, kakao dan buah naga. Pembentukan motif batik Labako disusun secara vertikal, horisontal dan diagonal.
d. Menggabungkan dan memodelisasi motif batik fraktal dengan motif batik Labako. Penggabungan motif batik fraktal dengan motif batik Labako disesuaikan dengan motif yang telah dihasilkan. Teknik penggabungan batik Labako menggunakan pengolahan citra yaitu penjumlahan dua buah citra.

Berikut ini merupakan alur skema metode penelitian untuk menggabungkan geometri fraktal dengan batik Labako.



Gambar 3.0.1 Skema alur penelitian

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Fraktal adalah objek yang tampak memiliki kemiripan yang simetris jika dilihat dari skala tertentu dan merupakan bagian terkecil dari struktur objek secara keseluruhan. Fraktal dapat dikembangkan menjadi batik fraktal dengan mengaplikasikan transformasi geometri seperti translasi, dilatasi, refleksi dan rotasi. Fraktal juga dapat dimodifikasi dengan menggabungkan motif batik fraktal dengan motif batik lokal yang dalam penelitian ini batik yang digunakan adalah batik labako. Penggabungan batik fraktal dan batik labako akan menghasilkan motif-motif baru dengan adanya keunikan dari fraktal. Transformasi geometri yang digunakan dalam menggabungkan batik fraktal dengan batik labako akan diterapkan menggunakan software Matlab. Bab ini akan membahas secara detail tentang penerapan transformasi geometri pada fraktal dan penggabungannya dengan baik labako.

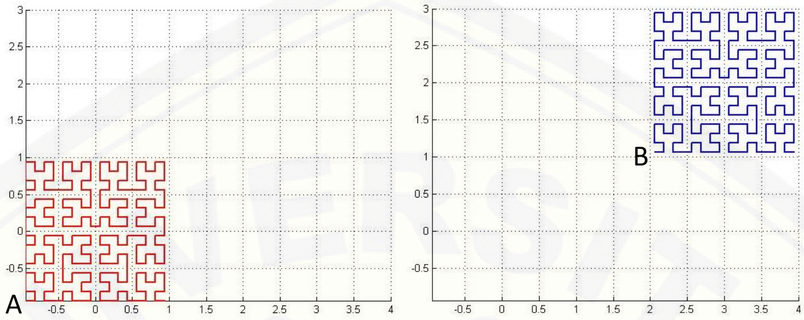
4.1 Transformasi Geometri pada Fraktal

Fraktal yang digunakan adalah Segitiga Sierpinski, Karpet Sierpinski, *Koch Snowflake*, Himpunan Mandelbrot, Himpunan Julia, Kurva Hilbert dan Kurva Naga. Pembangkitan fraktal tersebut menggunakan script matlab pada lampiran A. Script tersebut didapatkan dari Mathworks.

Sehubungan dengan permasalahan pada bab 1.2 pada bagian ini akan dibahas penyelesaiannya dengan ketentuan sebagai berikut.

4.1.1 Translasi

Translasi adalah salah satu bentuk transformasi untuk menggeser suatu objek. Misalkan diberikan kurva Hilbert A (lihat Gambar 4.1a) sebanyak 4 iterasi yang memiliki titik sudut dan didapatkan dari fungsi pembangkit selanjutnya akan ditranslasi dengan menggunakan persamaan 2.1. Kurva Hilbert mempunyai titik $A((-0{,}9),(-0{,}9))$ akan ditranslasi dengan arah pergeseran ke sumbu $X = 3$ dan sumbu $Y = 2$. Hasil translasi tersebut akan menghasilkan kurva hilbert B dengan titik $B((2,1),(1,1))$ (lihat Gambar 4.1b). Translasi objek tersebut akan dilakukan pada matlab dengan script pada lampiran B.1.

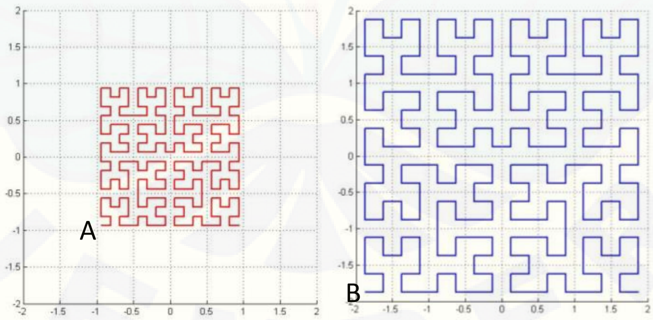


(a) (b)

(a) Kurva Hilbert A sebelum ditranslasi ;
(b) Kurva Hilbert B hasil translasi ;
Gambar 4.1 Translasi kurva Hilbert

4.1.2 Dilatasi

Transformasi lain yang dapat digunakan untuk memperbesar atau memperkecil suatu objek disebut dilatasi. Misalkan diberikan kurva Hilbert A (lihat Gambar 4.2a) sebanyak 4 iterasi yang memiliki beberapa segmen akan dilatasi dengan menggunakan persamaan 2.2.



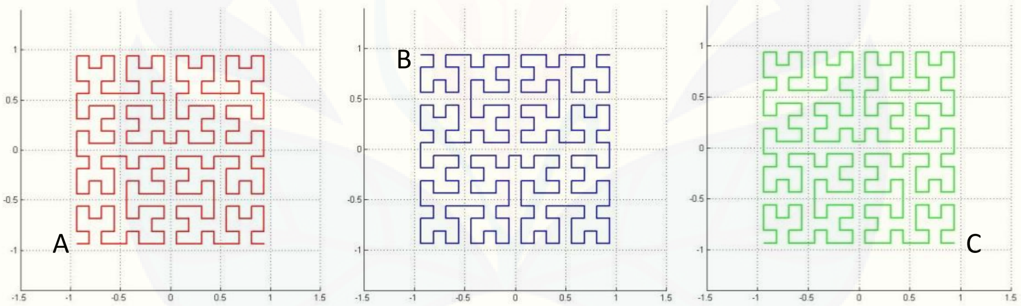
(a) (b)

(a) Kurva Hilbert A sebelum didilatasi ;
(b) Kurva Hilbert B hasil dilatasi sebesar 2 kali ;
Gambar 4.2 Dilatasi kurva hilbert

kurva Hilbert memiliki titik $A((-0,9),(-0,9))$ akan didilatasi dengan mengalikan matrik koefisien transformasi terhadap titik pusat $O(0,0)$ menggunakan skala $k_1 = 2$ ke arah sumbu X dan $k_2 = 2$ ke arah sumbu Y. Hasil dilatasi tersebut akan menghasilkan kurva hilbert B yang memiliki titik $B((-1,8),(-1,8))$ (lihat Gambar 4.2b). Script pada matlab yang digunakan untuk melakukan dilatasi dapat dilihat pada lampiran B.2.

4.1.3 Refleksi

Refleksi merupakan suatu transformasi yang digunakan untuk mencerminkan suatu objek. Objek tersebut dapat direfleksi terhadap sumbu X dengan menggunakan persamaan refleksi bagian a atau sumbu Y dengan menggunakan persamaan refleksi bagian b pada tabel 2.1. Misalkan diberikan kurva hilbert A sebanyak 4 iterasi yang mempunyai titik $A((-0,8),(-0,8))$ selanjutnya direfleksi terhadap sumbu X dan sumbu Y (lihat Gambar 4.3a). Hasil refleksi tersebut akan menghasilkan kurva hilbert B terhadap sumbu X dengan titik $B((-0,8),(0,8))$ (lihat Gambar 4.3b).dan kurva hilbert C terhadap sumbu Y dengan titik $C((0,8),(-0,8))$ (lihat Gambar 4.3c). Pada matlab suatu objek dapat direfleksi dengan menggunakan script yang terdapat pada lampiran B.3.



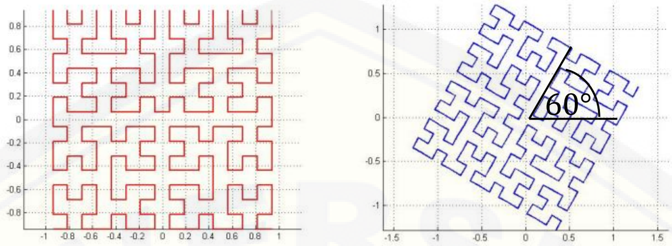
(a) (b) (c)

(a) Kurva Hilbert A sebelum direfleksi ;
(b) Kurva Hilbert B hasil refleksi terhadap sumbu *x* ;
(c) Kurva Hilbert C hasil refleksi terhadap sumbu *y* ;
Gambar 4.3 Refleksi kurva hilbert terhadap sumbu *x* dan sumbu *y*

4.1.4 Rotasi

Suatu objek dapat diputar mulai dari 1 – 360 derajat dengan menggunakan transformasi geometri yang disebut dengan rotasi. Misalkan diberikan kurva hilbert A sebanyak 4 iterasi yang memiliki titik $A((-0,9),(-0,9))$ akan dirotasi sebesar $60°$ berlawanan arah jarum jam terhadap sumbu Z dengan titik pusat $P(0,0)$ menggunakan persamaan rotasi bagian c pada tabel 2.2 (lihat Gambar

4.4a). Hasil rotasi tersebut akan menghasilkan kurva hilbert B dengan posisi kemiringan 60° (lihat Gambar 4.4b). Penerapan rotasi pada suatu objek dalam matlab dapat menggunakan script yang terdapat pada lampiran B.4.



(a) (b)

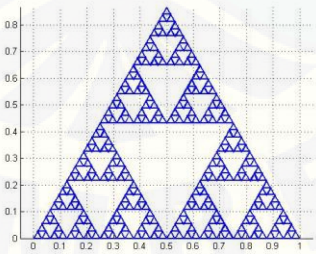
(a) Kurva Hilbert A sebelum dilakukan rotasi ;
(b) Kurva Hilbert B hasil rotasi sebesar 60°;
Gambar 4.4 Rotasi kurva hilbert

4.2 Penggabungan Desain Motif Batik Fraktal dengan Batik Labako

4.2.1 Motif Batik Segitiga Sierpinski dengan Batik Tembakau

Pembentukan motif batik fraktal menggunakan segitiga Sierpinski diterapkan beberapa jenis transformasi yaitu refleksi, translasi, dan rotasi. Langkah-langkah yang dilakukan untuk motif batik segitiga Sierpinski adalah sebagai berikut:

a. membangkitkan segitiga Sierpinski dengan menggunakan teori transformasi affine. Segitiga Sierpinski yang dibangkitkan sebanyak 8 iterasi (lihat Gambar 4.5).

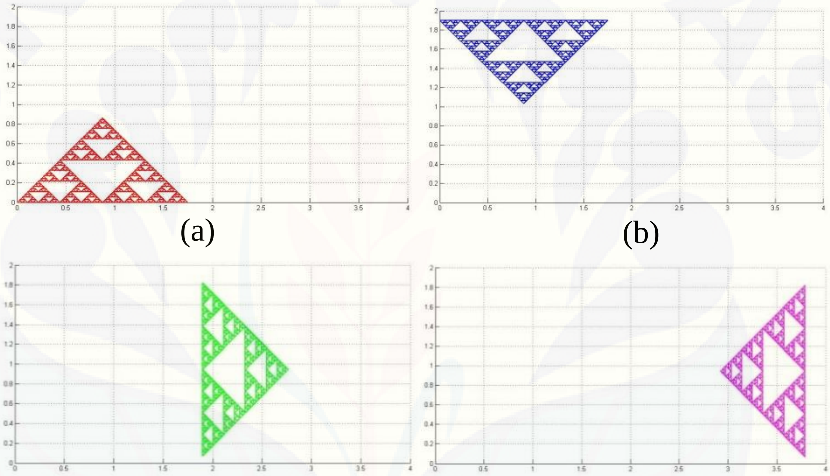


Gambar 4.5 Pembangkitan Segitiga Sierpinski

b. menentukan titik sudut pada segitiga Sierpinski. Titik sudut tersebut didapatkan dari nilai *z* yang dihasilkan dari fungsi pembangkit segitiga Sierpinski.

c. mentransformasi segitiga Sierpinski untuk menghasilkan motif batik segitiga Sierpinski. Segitiga Sierpinski A adalah hasil pembangkitan dengan 8 iterasi (lihat Gambar 4.5). Segitiga Sierpinski A didilatasi terhadap titik pusat $P(0,0)$ menggunakan skala $k_1 = 1{,}75$ ke arah sumbu X menjadi segitiga Sierpinski B (lihat Gambar 4.6a).

d. merefleksi segitiga Sierpinski B hasil dilatasi terhadap sumbu X menjadi segitiga Sierpinski C kemudian merotasi sebesar 90° berlawanan arah jarum jam terhadap sumbu Z dengan titik pusat $P(0,0)$ menjadi segitiga Sierpinski D. Segitiga Sierpinski D kemudian ditranslasi dan direfleksi terhadap sumbu Y menjadi segitiga Sierpinski E (lihat Gambar 4.6).

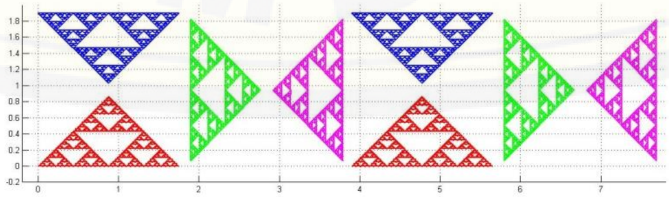


(a) (b) (c) (d)

(a) Segitiga Sierpinski B setelah didilatasi terhadap sumbu *x* ;
(b) Segitiga Sierpinski C hasil refleksi terhadap sumbu *x* ;
(c) Segitiga Sierpinski D hasil rotasi sebesar 270° ;
(d) Segitiga Sierpinski E hasil refleksi terhadap sumbu *y* ;

Gambar 4.6 Pola batik segitiga Sierpinski

e. segitiga Sierpinski B, C, D dan E kemudian ditranslasi ke arah sumbu X untuk membentuk motif batik segitiga Sierpinski (lihat Gambar 4.7).



Gambar 4.7 Motif batik segitiga Sierpinski

f. menentukan motif batik tembakau yang akan digabungkan dengan motif batik segitiga Sierpinski. Motif awal daun tembakau disusun dengan pengulangan hingga menjadi motif batik tembakau yang selanjutnya digabungkan dengan motif batik segitiga Sierpinski (lihat Gambar 4.8).

Gambar 4.8 Motif daun tembakau

g. memodelisasi motif batik segitiga Sierpinski dengan motif batik tembakau. Batik segitiga Sierpinski yang telah terbentuk dijadikan citra dan digabungkan dengan motif batik tembakau. Proses penggabungan dilakukan dengan menggunakan penjumlahan dua buah citra pada persamaan 2.3. Motif batik tembakau yang kosong diisi dengan menggunakan segitiga Sierpinski (lihat Gambar 4.9a). Motif batik segitiga Sierpinski diletakkan pada bagian tepi motif batik tembakau (lihat Gambar 4.9b).

(a) (b)

Gambar 4.9 Motif gabungan batik segitiga Sierpinski dengan batik tembakau

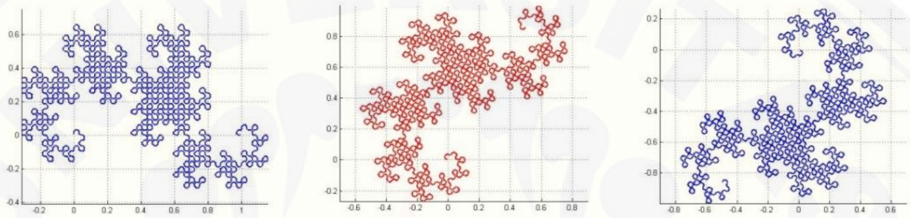
4.2.2 Motif Batik Kurva Naga dengan Batik Tembakau

Kurva Naga digabungkan dengan motif batik tembakau menggunakan beberapa transformasi geometri. Proses penggabungan kurva Naga dengan batik tembakau adalah sebagai berikut:

a. menciptakan kurva Naga menggunakan metode L-system sebanyak 10 iterasi (lihat Gambar 4.11a).

b. menetapkan titik sudut pada kurva Naga. Titik sudut tersebut didapatkan dari nilai *z* yang dihasilkan dari fungsi pembangkit kurva Naga.

c. melakukan transformasi kurva Naga untuk mendapatkan motif batik kurva Naga. Kurva Naga A adalah hasil pembangkitan dengan 10 iterasi. Kurva Naga A dirotasi sebesar 60° dan 240° berlawanan arah jarum jam terhadap sumbu *Z* menjadi kurva Naga B dan C (lihat Gambar 4.10).

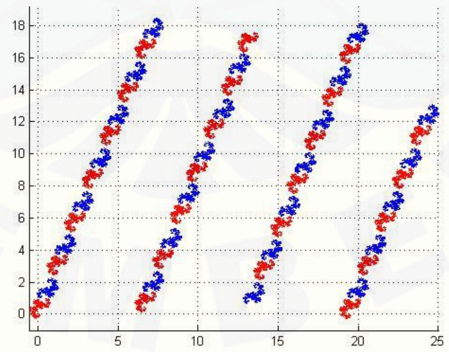


(a) (b) (c)

(a) Kurva Naga A hasil pembangkitan ;
(b) Kurva Naga B hasil rotasi 60° ;
(c) Kurva Naga C hasil rotasi 240° ;

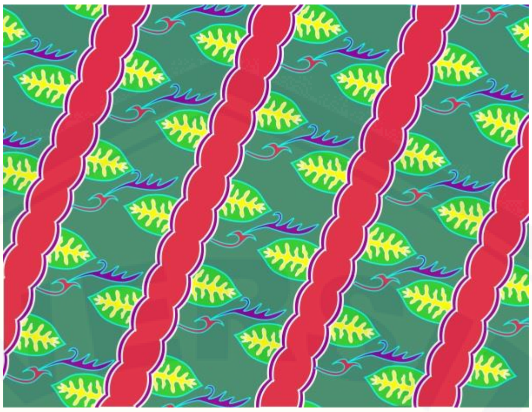
Gambar 4.10 Transformasi kurva Naga

d. kurva Naga B dan C ditranslasi terhadap sumbu *X* dan *Y*. Proses translasi dilakukan secara berulang untuk menghasilkan motif batik fraktal kurva Naga (lihat Gambar 4.11).



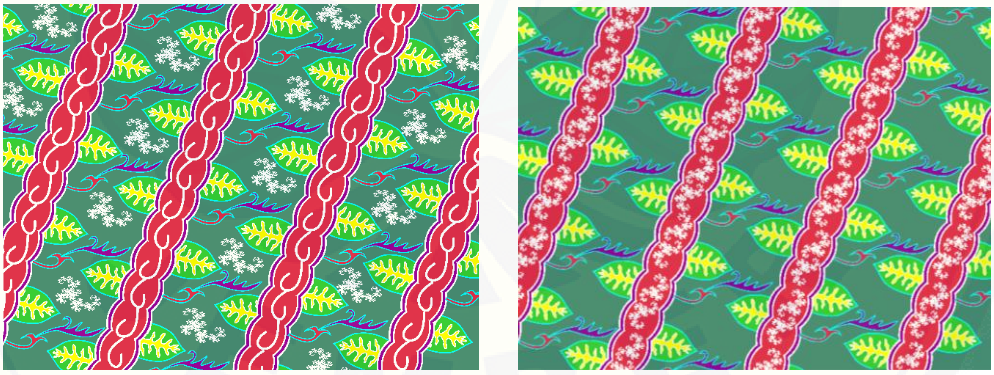
Gambar 4.11Motif batik kurva Naga

h. membuat motif batik tembakau yang akan digabungkan dengan motif batik kurva Naga. Daun tembakau disusun berulang secara diagonal untuk mendapatkan motif batik tembakau yang kemudian digabungkan dengan motif batik kurva Naga (lihat Gambar 4.12)



Gambar 4.12 Motif batik tembakau

i. menggabungkan motif batik kurva Naga dengan motif batik tembakau. Proses penggabungan dengan mengambil batik kurva Naga dalam bentuk citra yang akan digabungkan dengan motif batik daun tembakau dengan menggunakan penjumlahan dua buah citra pada persamaan 2.3. Penggabungan kurva Naga ditambahkan pada ruang kosong diantara daun tembakau (lihat Gambar 4.13a). Motif kurva Naga diletakkan pada ruang kosong diagonal yang disusun secara sejajar (lihat Gambar 4.13b).



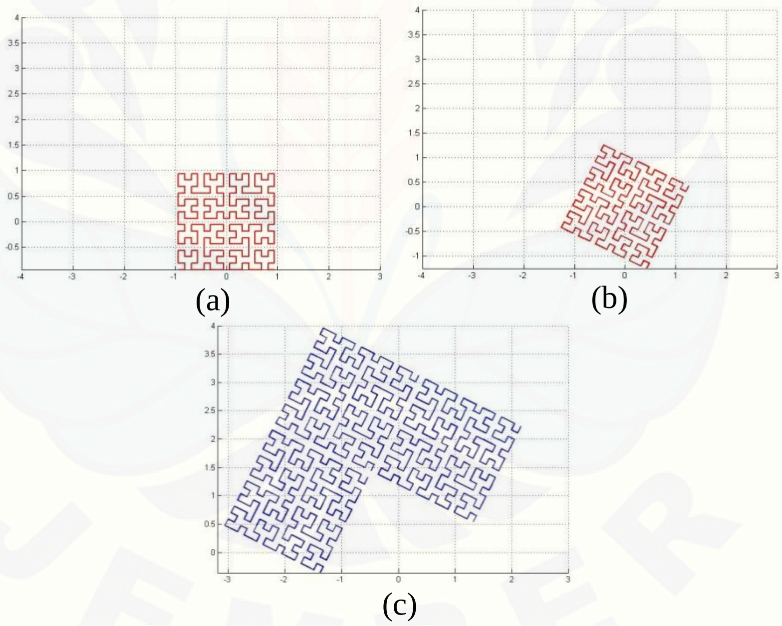
(a) (b)

Gambar 4.13 Motif gabungan batik kurva Naga dengan batik tembakau

4.2.3 Motif Batik Kurva Hilbert dan Himpunan Julia dengan Batik Bunga Kopi

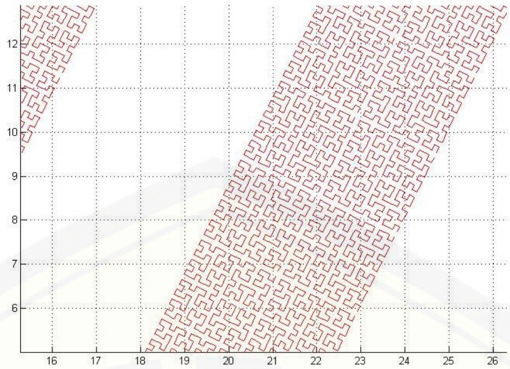
Kurva Hilbert dan himpunan Julia digabungkan dengan motif batik labako menggunakan beberapa transformasi geometri. Proses penggabungan kurva Hilbert dan himpunan Julia dengan batik Labako adalah sebagai berikut:

a. membangun kurva Hilbert menggunakan teori geometri. Kurva Hilbert yang dibangun mempunyai sebanyak 4 iterasi (lihat Gambar 4.14).
b. mengambil titik sudut pada kurva Hilbert. Titik sudut tersebut didapatkan dari nilai z yang dihasilkan dari fungsi pembangun kurva Hilbert.
c. membangun motif batik kurva Hilbert dengan melakukan beberapa macam transformasi. Kurva Hilbert A diciptakan dengan 4 iterasi. Kurva Hilbert A dirotasi sebesar 63,5° terhadap sumbu Z dengan titik pusat $P(0,0)$ menjadi kurva hilbert B kemudian ditranslasi ke arah sumbu X dan sumbu Y menjadi kurva Hilbert C (lihat Gambar 4.14).



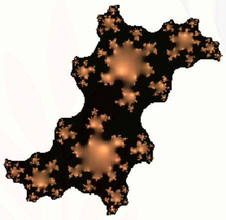
(a) Kurva Hilbert A hasil pembangkitan ;
(b) Kurva Hilbert B hasil rotasi 63,5° ;
(c) Kurva Hilbert C hasil translasi ;
Gambar 4.14 Transformasi pada kurva Hilbert

d. melakukan beberapa translasi kurva Hilbert A dan B ke arah sumbu X dan sumbu Y untuk membentuk motif batik kurva Hilbert (lihat Gambar 4.15).



Gambar 4.15 Motif batik kurva Hilbert

e. membangkitkan himpunan Julia dari pengiterasian $f_c(Z_n) = Z_n^2 + C$. Himpunan Julia yang dibangkitkan dengan 18 iterasi dan nilai $c = 0{,}11031031 - 0{,}67037 * i$ (lihat Gambar 4.16).



Gambar 4.16 Pembangkitan himpunan Julia

f. himpunan Julia dirotasi sebesar $72°$ terhadap sumbu Z berlawanan arah jarum jam disusun secara diagonal untuk menghasilkan motif batik himpunan Julia.

g. membangun motif batik bunga kopi. Bunga kopi disusun secara diagonal menyambung satu sama lain hingga menghasilkan motif batik bunga kopi yang akan digabungkan dengan motif batik kurva Hilbert dan himpunan Julia (lihat Gambar 4.17).

Gambar 4.17 Motif batik bunga kopi

j. mengkonstruksi motif batik kurva Hilbert dan himpunan Julia dengan motif batik Labako. Menggunakan persamaan 2.3 tentang penjumlahan dua buah citra untuk menggabungkan motif batik kurva Hilbert dan himpunan Julia dengan batik bunga kopi. Motif batik kurva Hilbert dan himpunan Julia disusun secara diagonal dan digabungkan dengan motif batik bunga kopi (lihat Gambar 4.18a). Motif batik kurva Hilbert dan himpunan Julia dengan rotasi 72° digabungkan dengan motif batik bunga kopi (lihat Gambar 4.18b).

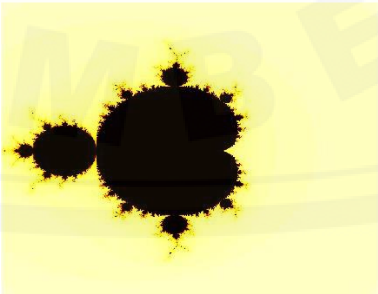
(a) (b)

Gambar 4.18 Motif batik kurva Hilbert dan himpunan Julia dengan batik Labako

4.2.4 Motif Batik Himpunan Mandelbrot dengan Batik Bunga Kopi dan Daun Tembakau

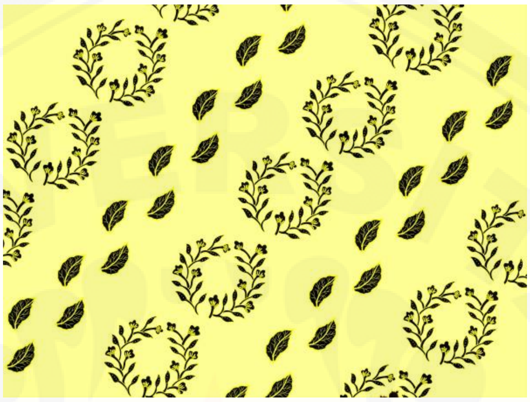
Himpunan Mandelbrot digabungkan dengan batik Labako menggunakan transformasi geometri yaitu rotasi. Proses penggabungan himpunan Mandelbrot dengan batik Labako adalah sebagai berikut:

a. membangkitkan himpunan Mandelbrot dari pengiterasian $f_c(Z_n) = Z_n^2 + C$ dengan 100 iterasi (lihat Gambar 4.19).



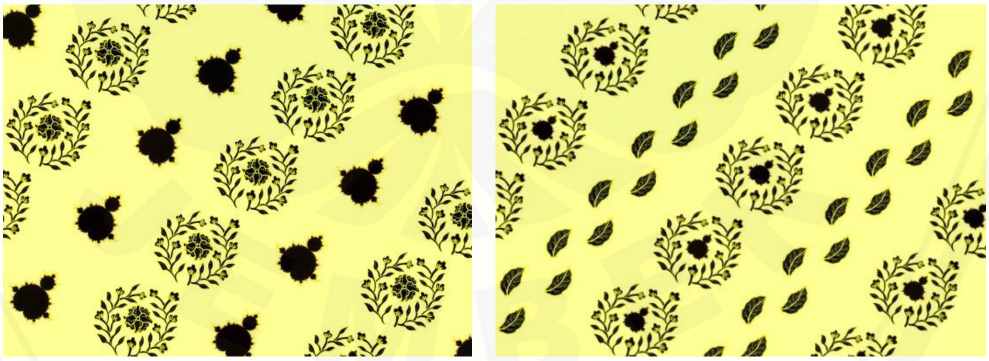
Gambar 4.19 Pembangkitan himpunan Mandelbrot

b. himpunan Mandelbrot dengan rotasi sebesar 232° disusun secara diagonal untuk menghasilkan motif batik himpunan Mandelbrot.
c. menciptakan motif bunga kopi dan daun tembakau. Bunga kopi dan daun tembakau disusun secara diagonal dan sejajar untuk membentuk motif batik bunga kopi dan daun tembakau (lihat Gambar 4.20).



Gambar 4.20 Motif batik bunga kopi dan daun tembakau

d. menggabungkan motif batik kurva Hilbert dan himpunan Mandelbrot dengan motif batik Labako. Teknik penggabungan dengan menggunakan pengolahan citra pada persamaan 2.3. Motif batik himpunan Mandelbrot diletakkan diantara batik bunga kopi dan daun tembakau (lihat Gambar 4.21a). Motif batik himpunan Mandelbrot diletakkan pada tengah bunga kopi dan daun tembakau berada diantara bunga kopi (lihat Gambar 4.21b).



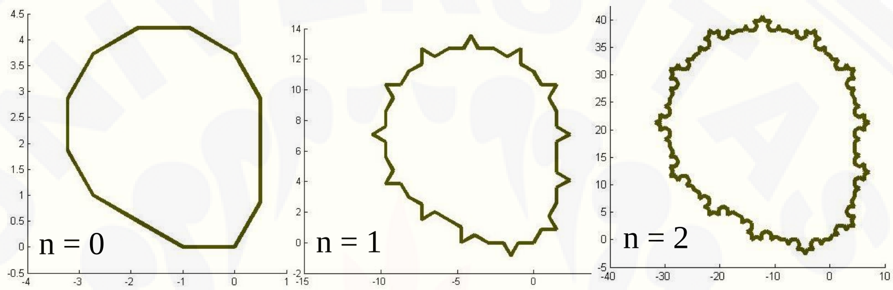
(a) (b)

Gambar 4.21 Motif himpunan Mandelbrot dengan batik Labako

4.2.5 Motif Batik Kurva Koch dengan Batik Buah Naga

Kurva Koch digabungkan dengan motif batik Labako menggunakan aturan L-system. Proses penggabungan kurva Koch dengan batik Labako adalah sebagai berikut:

a. membangkitkan desain kurva Koch dengan menggunakan aturan L-system dan dibentuk menyerupai buah naga. Untuk membentuk kurva Koch dilakukan sebanyak 2 iterasi dan menggunakan sudut 30° (lihat Gambar 4.25).

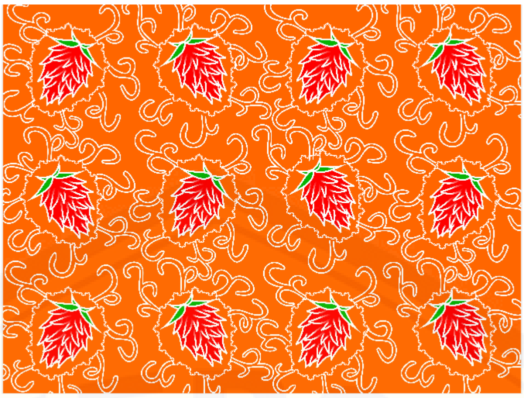


Gambar 4.22 Pembangkitan Kurva Koch dengan L-system

b. menentukan motif buah naga yang akan digabungkan dengan kurva Koch. Buah naga disusun secara vertikal dan horisontal dengan jarak yang sama dan diberikan selur-selur dibagian pinggir buah naga (lihat Gambar 2.23).

Gambar 4.23 Motif Batik Buah Naga

c. menggabungkan motif kurva Koch dengan motif batik buah naga. Proses penggabungan menggunakan teknik penjumlahan citra pada persamaan 2.3. Motif kurva Koch ditambahkan pada bagian tepi buah naga yang akan menyatu dengan selur-selurnya. (lihat Gambar 4.27).

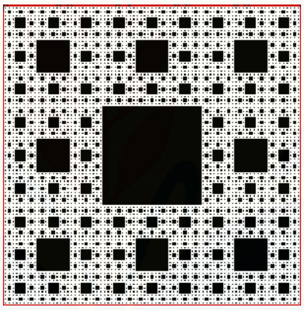


Gambar 4.24 Motif Kurva Koch dengan Batik Buah Naga

4.2.6 Motif Batik Karpet Sierpinski dengan Batik Labako

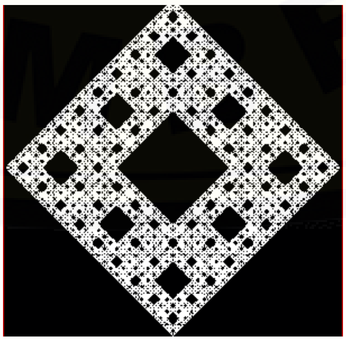
Karpet Sierpinski digabungkan dengan motif batik Labako menggunakan transformasi geometri yaitu rotasi. Proses penggabungan motif karpet Sierpinski dengan motif batik Labako adalah sebagai berikut:

a. membangkitkan karpet Sierpinski dengan menggunakan teori geometri. Karpet Sierpinski yang dibangkitkan sebanyak 4 iterasi (lihat Gambar 4.28).



Gambar 4.25 Pembangkitan karpet Sierpinski

b. motif batik karpet Sierpinski dibentuk dengan menyusun karpet sierpinski secara vertikal dan horisontal untuk menampilkan desain karpet Sierpinski yang dirotasi sebesar 45° (lihat Gambar 4.29).

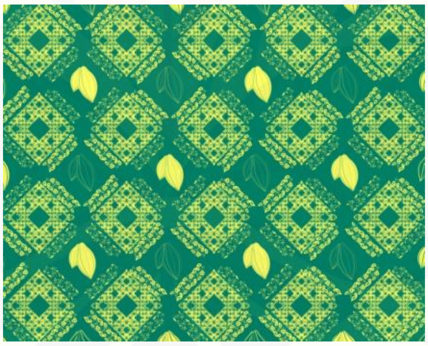


Gambar 4.26 Hasil Transformasi pada karpet Sierpinski

c. menentukan motif batik kakao dan bunga kopi yang akan digabungkan dengan motif karpet sierpinski. Batik kakao disusun secara vertikal dan horisontal dengan jarak yang sama dan tepi batik kakao ditambahkan bunga kopi (lihat Gambar 4.27).

Gambar 4.27 Motif batik kakao dan batik bunga kopi

d. menggabungkan motif batik kakao dan bunga kopi dengan motif karpet Sierpinski. Penggabungan dengan menggunakan teknik penjumlahan dua buah citra yang ada pada persamaan 2.3. Motif batik karpet Sierpinski diletakkan pada bagian kosong yang ada di motif batik kakao (lihat Gambar 4.28).



Gambar 4.28 Motif karpet Sierpinski dengan batik Kakao

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian di bab 4 yaitu :

a. motif batik fraktal yang dihasilkan transformasi geometri yaitu (i) motif batik segitiga Sierpinski dengan menggunakan translasi, dilatasi, refleksi, dan rotasi, (ii) motif batik kurva Naga dengan menggunakan rotasi dan translasi, (iii) motif batik kurva Hilbert dan himpunan Julia dengan menggunakan rotasi dan translasi, (iv) motif batik himpunan Mandelbrot dengan menggunakan rotasi, (v) motif batik kurva Koch dengan menggunakan rotasi, dan (vi) motif batik karpet Sierpinski dengan menggunakan rotasi. Proses transformasi dilakukan secara berulang agar mendapatkan motif batik fraktal

b. motif penggabungan batik fraktal dengan batik Labako yang dihasilkan adalah sebanyak 10 model yaitu motif gabungan batik segitiga Sierpinski dengan batik daun tembakau, motif gabungan batik kurva Naga dengan batik tembakau, motif gabungan batik kurva Hilbert dan himpunan Julia dengan batik bunga kopi, motif gabungan himpunan Mandelbrot dengan batik bunga kopi dan tembakau, motif gabungan Kurva Koch dengan Batik buah naga, dan motif gabungan karpet Sierpinski dengan batik kakao.

5.2 Saran

Skripsi ini membahas tentang penggabungan motif batik fraktal dengan motif batik Labako menggunakan beberapa transformasi geometri diantaranya translasi, refleksi, dilatasi, dan rotasi. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan berbagai motif batik fraktal dengan batik lokal lainnya dan juga menambahkan beberapa macam fraktal yang belum diperkenalkan dalam skripsi ini.

DAFTAR PUSTAKA

Addison P. S. 1997. *Fractal and caos an Illustrated Course*. London:Institute of Publishing.

Anas, B. 1997. *Indonesia Indah “Batik”.* Jakarta: Yayasan Harapan Kita/BP 3 TMII.

Bourke, P. 1991. *An Intoduction to Fractals* http://astronomy.swin.edu.au/~pbourke/fractals/francito.htm.

Devaney, R. L. 1995. *An Introduction to Chaotic Dynamical Systems.* Canada: Wesley Publishing Company, Inc

Kamil, A. 2004. *Penentuan Luas Fraktal Koch Snowflake.* Jember:Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Kudiya, H.K. 2009. *Proses Pembuatan Batik Fractal VS Batik Tradisional*. http://netsains.com/2009/10/proses-pembuatan-batik-fractal-vs-batik-tradisional/. [19 Februari 2015]

Lukman, M., Margried, N., dan Hariadi, Y. 2007. Batik Fractal : Traditional Art to Modern Complexity. London:Generative Art International Conferences.

Mandelbrot, B. 1982. *The Fractal Geometry of Nature.* New York: W. H. Freeman and Company.

Max, N. 1998. *Visualizing Hilbert Curve.* [on line]. http://www.idav.ucdavis.edu/func/return_pdf?pub_id=87 . [2 Maret 2015]

Purnomo, K.D. 2014. “Pembangkitan Segitiga Sierpinski dengan Transformasi Affine Berbasis Beberapa Benda Geometris”. *Prosiding Seminar*. Jember: Universitas Jember

Romadiastri, R. 2013. “Batik Fraktal: Perkembangan Aplikasi Geometri Fraktal”. Jurusan Tadris Matematika Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan IAIN Walisongo Semarang: *Jurnal Matematika.*

Spiegel, M. R. 1992. *Peubah Kompleks*. Alih bahasa. Koko Martono. Jakarta: Erlangga.

Sugiharto, A. 2006. *Pemograman GUI dengan Matlab.* Yogyakarta:C.V ANDI OFFSET.

Ulinnuha, J. 2009. Perancangan Software Batik Berbasis Geometri Fraktal. Departemen Matematika FMIPA UIN Maulana Malik Ibrahim Malang:*Matematika dan Aplikasi.*

Weisstein, E.W & Houbard, D. 2005. *Fractal*. MathWorld-A Wolfram Web Resource, http://mathworld.wolfram.com/Fractal.html.

Zhu, Z & Dong, E. 2013. "Simulation of Sierpinski-type fractals and their geometric contructions in Matlab environment".Jurnal.China: Northwest A&F University

LAMPIRAN

A. SCRIPT PEMBANGKITAN FRAKTAL

A.1 SEGITIGA SIERPINSKI

```
n=8; % n adalah banyaknya iterasi
a = (1+ sqrt(-3))/2;

% Pembangkitan segitiga
z = [0; 1];
for k = 1:n
    z = [z; z+a; z+1]/2;
end

% Membangun segitiga
z = [z; a; 0];
plot(z,'b', 'clipping', 'off');
axis off
```

A.2 KARPET SIERPINSKI

```
b0=logical([1 1 1;1 0 1;1 1 1]);
for n=1:2 %n = jumlah iterasi (jangan melebihi 6
iterasi)
    x=logical(zeros(3^n));
    b0=[b0 b0 b0;b0 x b0;b0 b0 b0];
end
imagesc(b0);
```

A.3 *KOCH SNOWFLAKE*

```
start_data=[4,8;2,2;4,4;6,2;4,8];
N=length(start_data);
i=6;
NNN=0;

for j=1:i
    for i=1:N-1
        A=start_data(i,:);
        B=start_data(i+1,:);
        l=sqrt((A(1)-B(1))^2 + (A(2)-B(2))^2);
        NNN=NNN+1;
        end_data(NNN,:)=A;
        NNN=NNN+1;
        A1=[A(1)+((B(1)-A(1))/3),A(2)+((B(2)-A(2))/3)];
        end_data(NNN,:)=A1;
        A2=[A(1)+2*((B(1)-A(1))/3),A(2)+2*((B(2)-
A(2))/3)];
        C=[(A(1)+B(1))/2,(A(2)+B(2))/2];
```

```
            l_AB=(B(2)-A(2))/(B(1)-A(1));
            l_CA3=-1/l_AB;
            b_AB=A(2)-l_AB*A(1);
            b_CA3=C(2)-l_CA3*C(1);
            if B(1)>A(1)
                A3(1)=((sqrt(4)*l/6)*sqrt(l_AB^2 + 1)+b_CA3-
b_AB)/(l_AB-l_CA3);
            elseif B(1)<A(1)
                A3(1)=((-sqrt(4)*l/6)*sqrt(l_AB^2 +
1)+b_CA3-b_AB)/(l_AB-l_CA3);
            end
            A3(2)=l_CA3*A3(1)+b_CA3;
            NNN=NNN+1;
            end_data(NNN,:)=A3;
            NNN=NNN+1;
            end_data(NNN,:)=A2;
            NNN=NNN+1;
            end_data(NNN,:)=B;
        end
        start_data=end_data;
        N=length(start_data);
        NNN=0;
    end
    plot(start_data(:,1),start_data(:,2),'w')
```

A.4 HIMPUNAN MANDELBROT

```
col=50;
m=400;
cx=0;
cy=0;
l=1.5;
x=linspace(cx-l,cx+l,m);
y=linspace(cy-l,cy+l,m);
[X,Y]=meshgrid(x,y);
Z=zeros(m);
C=X+i*Y;
for k=1:col;
    Z=Z.^5+C;
    W=exp(-abs(Z));
end

cmap = colormap(spring);
colormap(cmap);
pcolor(W);
shading flat;
axis('square','equal','off');
```

A.5 HIMPUNAN JULIA

```
xres = 2000;%x resolution
yres = 2000;%y resolution
```

```
x = linspace(-1.5,1.5,xres);
y = linspace(-1.5,1.5,yres);
c = zeros(length(y),length(x));
xn= 0;
yn= 0;
xnew = 0;
ynew = 0;
lenx  = length(x);
leny  = length(y);
zval  = zeros(lenx,leny);
%jumlah iterasi=[50 200 100 50  100 100 200 100 50 ...
          %100 100 200 100 200 200 200];
%beberapa model julia dengan beberapa nilai
%nilai jul=(a+bi){'-0.7500-0.3500i';'-0.4000+0.6000i';
         %'+0.2850+0.0100i';'+0.4500+0.1428i';
         %'-0.7017+0.3842i';'-0.8350-0.2321i';
         %'-0.8000+0.1560i';'-0.2365-0.6721i';
         %'+0.2311+0.6068i';'-0.7322-0.2628i';
         %'-0.79543+0.17308i';'-0.51251+0.52129i';
         %'-0.81000-0.17950i';'0.36237+0.32i';
         %'-0.4959345-0.52287731i';
         %'-0.4942345+0.52287731i'};
if 1
   a = -0.8350;
   b = 0.2321;
   iter  = 50;%jumlah iterasi
   for n=1:leny
       c(n,:)=y(n)+i*x(:);
   end

   for n = 1:lenx*leny
       k  = 1;
       xn = real(c(n));
       yn = imag(c(n));
       while ((k < iter) &&((xn*xn + yn*yn)<4))
              xnew = xn*xn-yn*yn + a;
              ynew = 2*xn*yn + b;
                xn = xnew;
                yn = ynew;
                 k = k+1;
       end
       zval(n)= k;

   end
%untuk mengganti warna pada julia menggunakan cmap
%cmap = flipud(colormap(hsv(iter)));
%cmap = flipud(colormap(bone(iter)));
%cmap = flipud(colormap(hot(iter)));
%cmap = flipud(colormap(gray(iter)));
%cmap = flipud(colormap(bone(iter)));
%cmap = flipud(colormap(summer(iter)));
```

```
%cmap = flipud(colormap(pink(iter)));
%cmap = fliplr(colormap(copper(iter)));
cmap = flipud(colormap(pink(iter)));
zval = zval';
colormap(cmap);
image(x,y,zval);
axis on
end
```

A.6 KURVA HILBERT

```
hold on;
axis equal;
a = 1 + 1i;
b = 1 - 1i;
% pembangkitan kurva hilbert
z = 0;
order = 3;%jumlah iterasi
for k = 1:order
    w = 1i*conj(z);
    z = [w-a; z-b; z+a; b-w]/2
end
plot(z,'b');
```

A.7 KURVA NAGA

```
a = (1 + 1i)/2;
b = (1 - 1i)/2;
c = sqrt(1/2);

% Pembangkitan Kurva Dragon
z = [1-c; c];
order=12 %jumlah iterasi
for k = 1:order
    w = z(end:-1:1);
    z = [a*z; 1-b*w];
end
plot(z,'w', 'clipping', 'off');
axis off
```

B.SCRIPT TRANSFORMASI

B.1 TRANSLASI

```
xy = load ( 'kurvahilbert.txt' );
tx = 3 ;%pergeseran ke arah sumbu x
ty = 2 ;%pergeseran ke arah sumbu y
A = [1 0 0;0 1 0;tx ty 1]; %tranformasi affine
xy2 = xy * A;
xy2 = xy2';
xy = xy';
hold on
plot( xy(1,:), xy(2,:), 'Color', 'r', 'LineWidth', 2 );
plot( xy2(1,:), xy2(2,:), 'Color', 'b', 'LineWidth', 2);
axis equal
grid on
hold off
```

B.2 DILATASI

```
xy = load ( 'kurvahilbert.txt' );
sx = 2 ;%dilatasi sumbu x
sy = 2 ;%dilatasi sumbu y
A = [sx 0 0;0 sy 0;0 0 1]; %tranformasi affine
xy2 = xy * A;
xy2 = xy2';
xy = xy';
hold on
plot( xy(1,:), xy(2,:), 'Color', 'r', 'LineWidth', 2 );
plot( xy2(1,:)+4, xy2(2,:), 'Color', 'b', 'LineWidth', 2);
axis equal
grid on
hold off
```

B.3 REFLEKSI

```
xy = load ( 'kurvahilbert.txt' );
A = [1 0 0;0 -1 0;0 0 1];%transformasi affine refleksi thd
sumbu y
A2 = [-1 0 0;0 1 0;0 0 1];%transformasi affine refleksi
thd sumbu x
xy2 = xy * A;
xy2 = xy2';
xy3 = xy * A2;
xy3 = xy3';
xy = xy';
hold on
plot( xy(1,:), xy(2,:), 'Color', 'r', 'LineWidth', 2 );
plot( xy2(1,:), xy2(2,:)-2, 'Color', 'b', 'LineWidth', 2);
plot( xy3(1,:)+2, xy3(2,:), 'Color', 'g', 'LineWidth', 2);
axis equal
grid on
```

```
hold off
```

B.4 ROTASI

```
xy = load ( 'kurvahilbert.txt' );
alpha = 60*pi/180; %nilai perputaran yang akan dilakukan
sa = sin ( alpha );
ca = cos ( alpha );
A = [ca sa 0;-sa ca 0;0 0 1]; %tranformasi affine
xy2 = xy * A;
xy2 = xy2';
xy = xy';
hold on
plot( xy(1,:), xy(2,:), 'Color', 'r', 'LineWidth', 2 );
plot( xy2(1,:)+4, xy2(2,:), 'Color', 'b', 'LineWidth', 2);
axis equal
grid on
hold off
```