

APLIKASI POLA BATIK MENGGUNAKAN METODE FRAKTAL DAN ALGORITMA LINGKARAN 8 WAY *SIMETRIS*

Angga Prastyo, Teady Matius Surya Mulyana
angga.prastyo05@gmail.com, tmulyana@bundamulia.ac.id
Program Studi Teknik Informatika, Universitas Bunda Mulia

Abstrak

Lingkaran merupakan pola dasar sebuah gambar. Pola - pola lingkaran tersebut ternyata bisa dibentuk secara matematis melalui *geometri fraktal*. Pola lingkaran yang diterapkan dalam rumus fraktal dapat menghasilkan pola lingkaran baru yang sangat beragam.

Metode fraktal diterapkan dalam pola lingkaran karena konsep *fraktal* dapat menghasilkan kesamaan pola pada semua skala. Keberagaman pola fraktal dapat dilihat dari grafis, warna, ukuran, dan coraknya.

Penerapan metode fraktal pada pola lingkaran dapat memecahkan masalah keterbatasan motif lingkaran. Sehingga motif yang dihasilkan semakin banyak, mulai dari yang sederhana sampai bentuk yang unik.

Pola lingkaran telah menghasilkan motif-motif yang banyak dan beraneka ragam. Corak yang dihasilkan akan membentuk pola fraktal bahkan gradasi warna yang digunakan akan membuat corak dan pola yang dihasilkan akan lebih indah. Dengan adanya motif - motif baru, maka dapat dimanfaatkan untuk membuat sebuah pola yang lebih banyak lagi dan diterapkan dalam pola *batik*. Indonesia terkenal dengan batik tulisnya yang indah serta motif yang unik dan berbeda satu sama lain. Teknologi komputer saat ini akan membantu menghasilkan pola - pola batik yang baru dan lebih beragam. Selain itu dengan adanya pola lingkaran berbasis fraktal akan membuat pola *batik* menjadi lebih beragam dan indah.

Kata Kunci : *Batik, Fraktal, Pola Lingkaran*

PENDAHULUAN

Lingkaran adalah himpunan semua titik disebuah bidang datar yang memiliki jarak yang sama dari satu titik ke titik yang tetap pada bidang tersebut. Titik tetap pada bidang itu disebut dengan titik pusat lingkaran. Adapun jarak yang sama dari satu titik ke titik yang lain disebut dengan jari - jari lingkaran. Pola lingkaran juga dapat dikembangkan menggunakan teknik *fractal*. Teknik *fractal* yang dikembangkan dengan dasar pola

lingkaran akan menjadi pola yang indah.

Untuk membuat pola lingkaran *fractal* dapat menggunakan media aplikasi desain seperti Microsoft paint dan Photoshop. Namun untuk membuat pola *fractal* pada aplikasi tersebut sangatlah rumit. Fasilitas yang ada pada aplikasi tersebut terbatas dan sang user harus kreatif dalam membuat pola lingkaran *fractal*. Sang user harus ahli dalam menggunakan fasilitas pada

Photoshop dan Microsoft paint untuk membuat pola lingkaran fraktal.

KERANGKA TEORI

Landasan teori ini menggunakan teori algoritma lingkaran, komputer grafis dan rumus pola *treeleaf*, pola kincir, dan pola spiral. Setiap pola dalam proses penggambaran menggunakan rumus masing - masing pola yang kemudian diterapkan dalam proses pembuatan gambar.

Komputer Grafika

Nurmanto (Nurmanto, www.nurmanto.com/pengertian-grafika-komputer) menjelaskan, *Komputer Gra fis* atau yang juga sering disebut *Grafika Komputer* adalah suatu disiplin ilmu yang mempelajari bagaimana menghasilkan suatu gambar menggunakan komputer. Dalam grafika komputer akan dibahas teknik-teknik menghasilkan gambar. Bentuk sederhana dari grafika komputer adalah *grafika komputer 2D* yang kemudian berkembang menjadi *grafika komputer 3D*, *pemrosesan citra (image processing)*, dan pengenalan pola (*pattern recognition*). *Grafika komputer* sering dikenal juga dengan istilah visualisasi data.

Bert Tyler (Bert Tyler, www.goshen.edu/kevin/fractint/history) menjelaskan, setiap proses komputer grafis selalu menggunakan rumus matematika. Penggunaan rumus matematika ini disebut *Fractal*, karena rumus ini dapat membuat sebuah objek gambar dengan hanya menggunakan posisi titik dan luas gambar yang diinginkan. Sistem Grafika Komputer melakukan input data dan diproses menjadi informasi dan disajikan dalam bentuk gambar pada komputer. Oleh karena itu, dipilih komputer grafis atau Grafika Komputer sebagai panduan dalam pembangunan dan pengembangan aplikasi ini.

Algoritma Lingkaran

Muhammad Fuad DR (Fuad DR, Muhammad, 2006) menjelaskan, Lingkaran secara umum merupakan suatu bentuk benda yang berbentuk dua dimensi dan terdiri dari jari-jari. Pembentuk lingkaran dibuat dengan rumus dasar, yaitu $x^2+y^2=R^2$. Oleh karena itu, rumus lingkaran disini sama halnya dengan rumus lingkaran pada matematika, dimana jari-jari sebagai titik pusat sebuah pola lingkaran yang akan dibentuk tersebut.

Dalam perancangan aplikasi ini, algoritma lingkaran digunakan untuk membuat pola lingkaran sesuai dengan rumus matematika dan menampilkan gambar yang telah dibuat kedalam sebuah aplikasi.

Metode Lingkaran *Midpoint* dan *8 Way Simetris*

Muhammad Fuad DR (Fuad DR, Muhammad, 2006) menjelaskan bahwa Algoritma lingkaran *Midpoint* atau disebut algoritma lingkaran bresenham. Bresenham mengembangkan generator lingkaran yang cukup efisien. Algoritma yang digunakan yaitu membentuk semua titik berdasarkan titik pusat dengan penambahan semua jalur disekeliling lingkaran. Algoritma ini diturunkan dari algoritma *Midpoint* untuk pembentukan garis. Dalam hal ini hanya menggunakan bagian 45' dari suatu lingkaran yaitu oktan kedua dari $x=0$ ke $x=R/\sqrt{2}$ dan menggunakan *circlepoints* untuk menampilkan titik dari seluruh lingkaran.

Selain metode *Midpoint*, algoritma lingkaran memiliki metode kedua yaitu metode 8 titik simetris (*8 way simetris*). Metode 8 titik simetris ini proses pembuatan lingkaran dilakukan dengan menentukan satu titik awal sebagai pusat. Bila titik awal pada lingkaran (x,y) , maka terdapat tiga posisi lain. Sehingga pada metode ini dapat diperoleh delapan titik. Dengan titik pusat lingkaran tertentu maka delapan titik simetris dapat ditampilkan.

Membuat lingkaran memiliki rumus dalam pembuatannya. Dengan demikian lingkaran dari 8 sektor dari 45' jika digabung akan membuat 360' (satu lingkaran penuh). Dalam bentuk rumus dasar lingkaran, dituliskan pada rumus (1).

$$r^2 = x^2 + y^2 \dots\dots\dots (1)$$

dimana pada rumus (1) memiliki keterangan yaitu :

r^2 : Jari-jari lingkaran.

x^2 : titik posisi di x pada koordinat kartesius.

y^2 : titik posisi di y pada koordinat kartesius.

Jari-jari lingkaran akan menentukan diameter lingkaran dalam proses penggambaran. Berdasarkan jari-jarinya dari titik pusat (X_c, Y_c) dapat ditentukan koordinat x,y titik pembentuk lingkaran akan diletakkan pada tiap-tiap sudut θ . Dalam bentuk rumus, dituliskan pada rumus (2) dan rumus (3).

$$X = X_c + r \cdot \cos(\theta) \dots\dots\dots (2)$$

$$Y = Y_c + r \cdot \sin(\theta) \dots\dots\dots (3)$$

Dimana pada rumus (2) dan rumus (3) terdapat keterangan, yaitu :

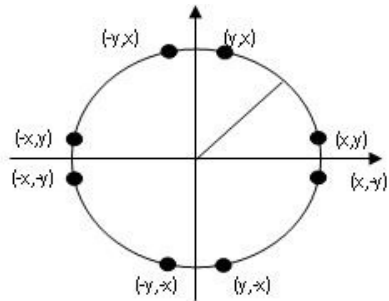
X_c : titik posisi X yang diisi pada sistem untuk perhitungan.

Y_c : titik posisi Y yang diisi pada sistem untuk perhitungan.

r : sudut yang akan dihitung berdasar Sin dan Cos.

θ : sudut yang diisi dalam suatu sistem agar dapat dibentuk.

Melalui hasil perhitungan *Midpoint* dan *8 way simetris* ini, dapat diperoleh metode lingkaran seperti pada gambar 1 dalam membentuk lingkaran.



Gambar 1 Lingkaran Dengan Delapan Titik Simetris

Metode Fraktal

Asti Musman dan Ambar B.Arini (Musman Asti, dan Ambar B.Arini, 2011) menjelaskan, fraktal adalah benda geometris yang kasar pada semua skala dan terlihat dapat dibagi - bagi secara radikal. Beberapa fraktal bisa dipecah menjadi beberapa bagian yang semuanya mirip dengan fraktal aslinya. Fraktal dikatakan memiliki detail yang tak hingga dan dapat memiliki struktur self-similarity pada tingkat perbesaran yang berbeda. Sebuah fraktal bisa dihasilkan dengan cara mengulang suatu pola tertentu, biasanya dalam proses rekursif atau iterative.

Berbagai jenis fraktal pada awalnya dipelajari sebagai benda matematis. Geometri fraktal adalah cabang matematika yang mempelajari sifat - sifat dan perilaku fraktal. Fractal bisa membantu menjelaskan banyak situasi yang sulit dideskripsikan menggunakan geometri klasik dan sudah cukup banyak diaplikasikan dalam sains, teknologi, dan karya seni komputer. Konsep fraktal banyak digunakan untuk pembuatan pola batik di Indonesia. Karena fraktal memiliki detail yang tak terhingga, tidak ada benda alami yang merupakan fraktal. Namun pada skala yang terbatas benda - benda alam bisa menampakkan sifat fraktalnya.

Rumus Pola

Rumus pola adalah rumus yang digunakan pada suatu program untuk mendapatkan perintah sistem agar berjalan. Setiap rumus memiliki fungsi yang berbeda - beda seperti rumus matematika, rumus ekonomi, dan rumus bangun ruang. Pada penelitian skripsi ini rumus yang diterapkan adalah rumus matematika. Pola yang memiliki rumus untuk penelitian skripsi ini yaitu pola *treeleaf*, pola kincir dan pola spiral. Setiap pola memiliki rumus yang akan diterapkan pada sistem agar pola yang dihasilkan memiliki motif yang beragam.

Pola *Treeleaf* adalah pola yang memiliki rumus geometris fraktal. Rumus pola *Treelaf* dapat menjalankan suatu perintah untuk membuat gambar berdasarkan titik X dan Y. Fadlisyah dan Muthmainnah Nurlaila (Fadlisyah dan Nurlaila, Muthmainnah, 2007) menjelaskan rumus pola *treeleaf*, pola kincir dan pola spiral. Pola *treeleaf* memiliki rumus yang dapat dilihat pada rumus (4), rumus (5) , rumus (6) dan rumus (7). rumus pola *treeleaf* akan diterapkan pada sistem untuk mendapatkan pola dan motif yang indah.

$$r = 50 \cdot \cos(3 \cdot 1) \dots\dots\dots (4)$$

$$x = r \cdot \cos(1) \dots\dots\dots (5)$$

$$s = r + 1 \dots\dots\dots (6)$$

$$y = -s \cdot \sin(1) \dots\dots\dots (7)$$

Pola Spiral adalah pola gambar yang menggunakan rumus geometri fraktal untuk menjalankan perintah gambar. Pola spiral akan membentuk pola gambar berdasarkan titik X dan Y. Untuk mendapatkan titik X dan Y menggunakan rumus pola spiral. Pola spiral memiliki rumus yang dapat dilihat pada rumus (8), rumus (9) dan rumus (10). rumus pola spiral akan digunakan pada sistem untuk mendapatkan pola gambar spiral.

$$r = 50 \cdot \sin(5 \cdot 1) \dots\dots\dots (8)$$

$$x = r \cdot \cos(1) \dots\dots\dots (9)$$

$$y = r \cdot \sin(1) \dots\dots\dots (10)$$

Pola Kincir adalah pola yang dikembangkan dari dasar pola *Treeleaf*. Rumus pola kincir dan pola *treeleaf* tidak jauh berbeda. Namun hanya di bagian “Cos” dan “Sin” yang berbeda. Pola kincir akan menjalankan perintah berdasarkan titik X dan Y. Pola kincir memiliki rumus yang dapat dilihat pada rumus (11), rumus (12), rumus (13) dan rumus (14).

$$r = 50 \cdot \sin(1 \cdot 1) \dots\dots\dots (11)$$

$$x = r \cdot \cos(1) \dots\dots\dots (12)$$

$$s = r + 1 \dots\dots\dots (13)$$

$$y = -s \cdot \cos(1) \dots\dots\dots (14)$$

Setelah menerapkan rumus pola kincir pada sistem maka sistem akan melanjutkan proses gambar pola kincir dengan titik X dan Y. titik X dan Y akan membentuk sebuah gambar pola yang telah dihitung menggunakan rumus pola kincir.

PERANCANGAN SISTEM

Sistem dirancang dengan menerapkan pola *Treeleaf*, pola kincir, dan pola *spiral* yang dipadu dengan algoritma lingkaran.

Pola *Treeleaf*

Proses pola *Treeleaf* adalah proses pembuatan gambar yang menggunakan rumus *Treeleaf* sebagai dasar acuan untuk merancang aplikasi ini. Penjelasan proses *Treeleaf* akan dijelaskan melalui *Flowchart*. *Flowchart* ini akan menjadi acuan dalam menjelaskan bagian - bagian tahapan proses *Treeleaf* dalam membuat sebuah pola. Proses *flowchart* dapat dilihat pada gambar 2. Pola *Treeleaf* merupakan pengembangan dari pola lingkaran yang menerapkan metode fraktal. Dengan adanya penerapan metode fraktal dalam pola *Treeleaf* akan menghasilkan berbagai macam motif pola yang indah.

Penggunaan pola *Treeleaf* dapat diterapkan dalam pembuatan pola batik.

Untuk perintah pertama yang dijalankan adalah membuat kanvas. Sistem akan membuat kanvas dengan ukuran yang sudah ditentukan dalam sistem dengan rumus. Rumus pembuatan kanvas dapat dilihat pada rumus (15) dan rumus (16).

$$X \text{ sumbu} = \text{Lebar}/2 \dots\dots\dots (15)$$

$$Y \text{ sumbu} = \text{Tinggi}/2 \dots\dots\dots (16)$$

Dimana:

Lebar = ukuran lebar kanvas yang akan dihitung.

Tinggi = ukuran tinggi kanvas yang akan dihitung.

Setelah membuat kanvas, lalu masukan data untuk membuat pola seperti ukuran, corak, garis, dan warna. Kemudian sistem akan melakukan proses perhitungan ukuran lingkaran untuk membuat ukuran pola yang akan dibuat dengan rumus.

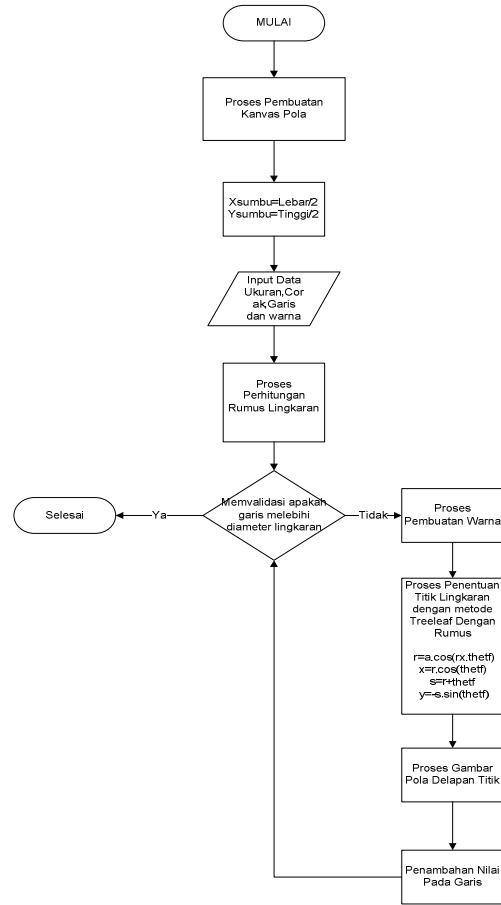
Gambar 2 menjelaskan proses pembuatan gambar pada pola satu. Pertama, dimulai dengan membuat kanvas terlebih dahulu untuk membuat pola di kanvas tersebut, selanjutnya sistem akan membuat kanvas dengan ukuran yang sudah ditentukan dalam sistem dengan rumus. Rumus pembuatan kanvas dapat dilihat pada rumus (15) dan rumus (16).

Setelah membuat kanvas, lalu masukan data untuk membuat pola seperti ukuran, corak, garis, dan warna. Kemudian sistem akan melakukan proses perhitungan ukuran lingkaran untuk membuat ukuran pola yang akan dibuat dengan rumus pada rumus (17), rumus (18) dan rumus (19).

$$d = 2 \cdot \text{PI} \cdot \text{PI} \dots\dots\dots (17)$$

$$\text{theta} = d \dots\dots\dots (18)$$

$$c = 1 / \text{ukuran pola} \dots\dots\dots (19)$$



Gambar 2 Flowchart Proses Pembuatan Gambar Pola Treeleaf

Proses berikutnya adalah penentuan warna, dimana penentuan warna ditentukan dengan proses gradasi warna. Setelah proses gradasi warna maka perintah pada sistem akan melanjutkan pada proses penentuan titik lingkaran dengan metode *Treeleaf*. Metode *Treeleaf* memiliki rumus yang dapat dilihat pada rumus (20), rumus (21), rumus (22) dan rumus (23).

$$r = \text{ukuran pola} \cdot \cos(\text{corak} \cdot \text{thetf}) \dots\dots (20)$$

$$x = r \cdot \cos(\text{thetf}) \dots\dots\dots (21)$$

$$s = r + \text{thetf} \dots\dots\dots (22)$$

$$y = -s \cdot \sin(\text{thetf}) \dots \dots \dots (23)$$

Setelah penentuan titik dengan metode *treeleaf* sistem akan melanjutkan proses penggambaran pola delapan titik sesuai dengan perhitungan yang telah ditentukan oleh metode *treeleaf*.

Pola Kincir

Proses selanjutnya adalah proses metode kincir. Metode kincir ini memiliki alur proses yang sama dengan proses *Treeleaf*, hanya saja memiliki rumus metode yang berbeda. Untuk penjelasan metode kincir seperti akan dijelaskan melalui Flowchat sebagai alur proses kerja dari metode kincir. Disebut pola kincir karena hasil gambar pola yang dihasilkan menyerupai sebuah kincir angin, sehingga metode ini disebut metode kincir. Pola kincir ini memiliki dasar pola lingkaran. Walaupun berbentuk kincir namun pola kincir ini hanya menghitung diameter ukuran sebuah pola untuk membuat ukuran gambar pola kincir.

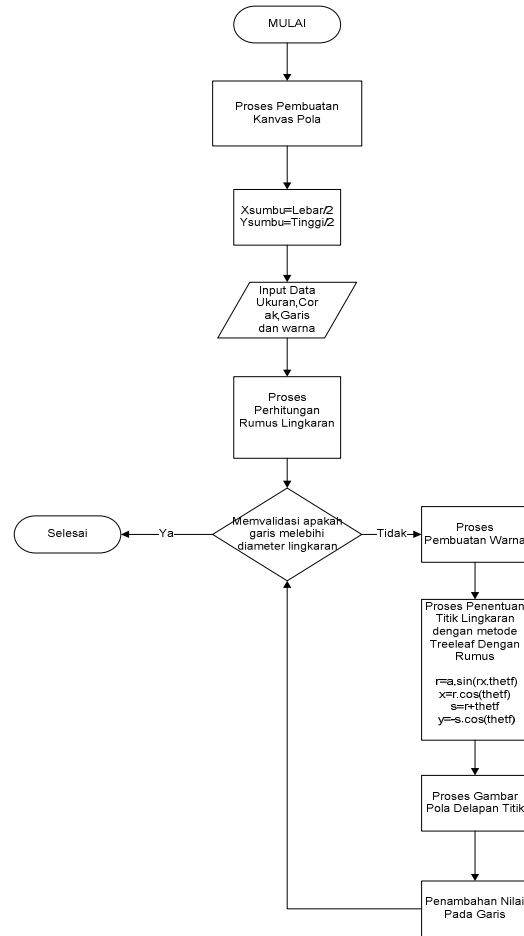
Untuk perintah pertama yang dijalankan adalah membuat kanvas. Sistem akan membuat kanvas dengan ukuran yang sudah ditentukan dalam sistem dengan rumus. Rumus pembuatan kanvas diterapkan agar gambar pola kincir yang akan dibuat berada di tengah kanvas. Proses pembuatan kanvas ini menggunakan rumus yang dapat dilihat pada rumus (24) dan rumus (25). Perhitungan berdasarkan ukuran lebar kanvas dan tinggi kanvas. Apabila hasil tinggi dan lebar telah dihitung maka sistem akan menjalankan proses berdasarkan titik Xsumbu dan Ysumbu untuk digunakan menggambar pola berada di tengah kanvas.

Pada gambar 3 menjelaskan proses pembuatan gambar pada pola dua. Pertama, dimulai dengan membuat kanvas terlebih dahulu untuk membuat pola di kanvas tersebut, selanjutnya sistem akan membuat

kanvas dengan ukuran yang sudah ditentukan dalam sistem dengan rumus pada rumus (24) dan rumus (25).

$$X \text{ sumbu} = \text{Lebar}/2 \dots \dots \dots (24)$$

$$Y \text{ sumbu} = \text{Tinggi}/2 \dots \dots \dots (25)$$



Gambar 3 Flowchart Proses Pembuatan Gambar Pola Kincir

Setelah membuat kanvas, lalu masukan data untuk membuat pola seperti ukuran, corak, garis, dan warna. Kemudian sistem akan melakukan proses perhitungan ukuran lingkaran untuk membuat ukuran pola yang akan dibuat dengan rumus pada rumus (26), rumus (27) dan rumus (28).

$$d=2.PI.PI \dots\dots\dots (26)$$

$$\theta = d \dots\dots\dots (27)$$

$$c = 1/\text{ukuran pola} \dots\dots\dots (28)$$

Dilanjutkan dengan penentuan warna, dimana penentuan warna ditentukan dengan proses gradasi warna. Setelah proses gradasi warna maka sistem akan melanjutkan pada proses penentuan titik lingkaran dengan metode *Kincir*. Metode *Kincir* memiliki rumus yang dapat dilihat pada rumus (29), rumus (30), rumus (31) dan rumus (32).

$$r = \text{ukuran pola} \cdot \sin(\text{corak} \cdot \theta) \dots\dots (29)$$

$$x = r \cdot \cos(\theta) \dots\dots\dots (30)$$

$$s = r + \theta \dots\dots\dots (31)$$

$$y = -s \cdot \cos(\theta) \dots\dots\dots (32)$$

Setelah penentuan titik dengan metode *Kincir* sistem akan melanjutkan proses penggambaran pola delapan titik sesuai dengan perhitungan yang telah ditentukan oleh metode *Kincir*.

Pola Spiral

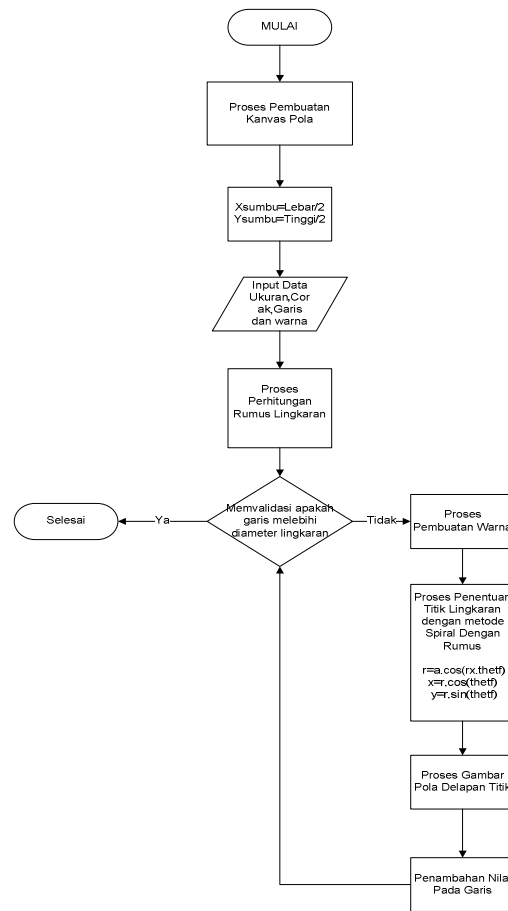
Proses pola terakhir adalah proses metode *Spiral*. Metode *Spiral* ini memiliki alur proses yang sama dengan proses *Treeleaf* dan proses *Kincir*, hanya saja memiliki rumus metode yang berbeda. Untuk penjelasan metode spiral seperti akan dijelaskan melalui Flowchat sebagai alur proses kerja dari metode spiral. Disebut pola *Spiral* karena hasil gambar pola yang dihasilkan menyerupai sebuah garis spiral, sehingga metode ini disebut metode *Spiral*. Pola *Spiral* ini memiliki dasar pola lingkaran. Walaupun berbentuk spiral namun pola *Spiral* ini hanya menghitung diameter ukuran sebuah pola untuk membuat ukuran gambar pola spiral.

Proses pembuatan gambar pada pola tiga. Pertama, dimulai dengan membuat kanvas terlebih dahulu untuk

membuat pola di kanvas tersebut, selanjutnya sistem akan membuat kanvas dengan ukuran yang sudah ditentukan dalam sistem dengan rumus pada rumus (33) dan rumus (34).

$$X \text{ sumbu} = \text{Lebar}/2 \dots\dots\dots (33)$$

$$Y \text{ sumbu} = \text{Tinggi}/2 \dots\dots\dots (34)$$



Gambar 4 Flowchart Proses Pembuatan Gambar Pola *Spiral*

Setelah membuat kanvas, lalu masukan data untuk membuat pola seperti ukuran, corak, garis, dan warna. Kemudian sistem akan melakukan proses perhitungan ukuran lingkaran untuk membuat ukuran pola

yang akan dibuat dengan rumus pada rumus (35), rumus (36) dan rumus (37).

$$d=2.Pi \dots\dots\dots (35)$$

$$\text{theta} = d \dots\dots\dots (36)$$

$$c = 1/\text{ukuran pola} \dots\dots\dots (37)$$

Dilanjutkan dengan penentuan warna, dimana penentuan warna ditentukan dengan proses gradasi warna. Setelah proses gradasi warna maka sistem akan melanjutkan pada proses penentuan titik lingkaran dengan metode *Spiral*. Metode *Spiral* memiliki rumus yang dapat dilihat pada rumus (38), rumus (39), dan rumus (40).

$$r = \text{ukuran pola} \cdot \sin(\text{corak} \cdot \text{thetf}) \dots\dots (38)$$

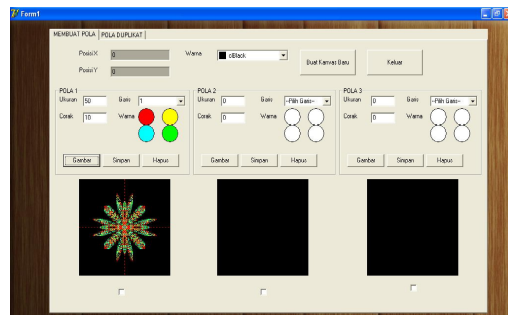
$$x = r \cdot \cos(\text{thetf}) \dots\dots\dots (39)$$

$$y = r \cdot \sin(\text{thetf}) \dots\dots\dots (40)$$

Setelah penentuan titik dengan metode *Spiral* sistem akan melanjutkan proses penggambaran pola delapan titik sesuai dengan perhitungan yang telah ditentukan oleh metode *Spiral*.

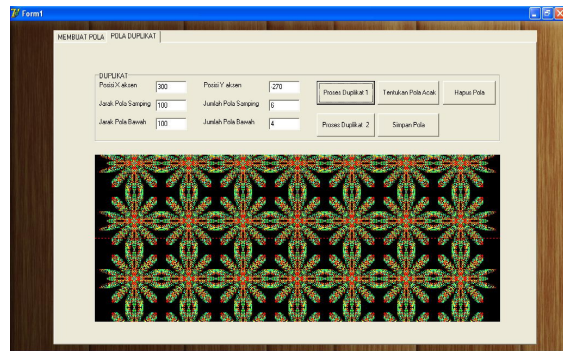
HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi aplikasi pola desain gambar lingkaran menggunakan metode *fractal*. Pada implemementasi akan ditampilkan setiap tampilan proses dari aplikasi yang telah dibuat.



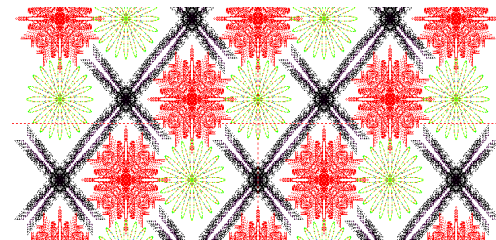
Gambar 5 Halaman Utama

Tampilan halaman utama pada gambar 5 ditampilkan ketika aplikasi mulai berjalan. Halaman utama memiliki beberapa komponen utama yaitu tombol buat kanvas, pemilihan warna kanvas, pemilihan warna pola, tombol gambar pola, tombol hapus dan tombol simpan.



Gambar 6 Tampilan Halaman Duplikat Pola

Pada gambar 6 merupakan tampilan halaman duplikat pola. Halaman duplikat pola digunakan untuk menduplikat pola yang telah dibuat pada halaman utama untuk menjadi sebuah pola batik. Pada tampilan halaman duplikat pola memiliki beberapa komponen yaitu tombol proses duplikat 1, proses duplikat 2, tentukan pola acak, hapus pola dan simpan pola. Contoh lain dari hasil batik fractal dapat dilihat pada gambar 7. Selain hasil tersebut, masih bias dihasilkan banyak hasil batik fraktal lainnya yang semuanya terbentuk dari pola lingkaran 8 way simetris.



Gambar 7 Contoh Hasil Batik Fraktal

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan penelitian skripsi yang telah dilakukan maka memiliki beberapa kesimpulan untuk penelitian skripsi ini yaitu :

1. Pola fraktal dapat dibuat dengan menggunakan pola lingkaran. Dengan menggunakan rumus lingkaran sistem dapat membuat pola lingkaran dengan corak fraktal yang beraneka ragam.
2. Penggunaan gradasi warna membuat pola gambar yang indah.
3. Penelitian skripsi ini membuktikan bahwa pola lingkaran fraktal juga dapat diterapkan dalam pembuatan pola batik.

Saran

Berdasarkan penelitian skripsi yang telah dilakukan maka terdapat beberapa saran untuk penelitian ini yaitu:

- Untuk pengembangan aplikasi terutama pada fitur penentuan pola disarankan dapat dilakukan dengan menggunakan satu klik saja. Sehingga lebih memudahkan dalam penentuan pola untuk proses duplikat

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fadlisyah dan Nurlaila, Muthmainnah. 2007. *Pengantar Grafika Komputer*. Yogyakarta: ANDI.
- [2] Fuad DR, Muhammad. 2006. *Modul Praktikum Grafika Komputer 2D*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- [3] Musman, Asti dan Ambar, B. Arini. 2011. *Batik-Warisan Adiluhung Nusantara*. Yogyakarta: ANDI.
- [4] Romadhon, Angga Prasetio dan Murinto. 2013. *Media Pembelajaran Proses Rendering Objek Pada Mata Kuliah Grafika Komputer Berbasis Multimedia*. Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan.
- [5] Rudi Cahyono, Gunawan. 2009. *Modul Praktikum Pemrograman Berorientasi Object (PBO-1) Delphi*. Banjarbaru: Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Komputer.
- [6] University of Washington. 2013. *Shneiderman's "Eight Golden Rules of Interface Design"*. <http://faculty.washington.edu/jtenenbg/courses/360/f04/sessions/schneidermanGoldenRules.html>, (diakses 21 Januari 2014)
- [7] Update Tekno. 2014. *Sejarah Borland Delphi 7*. <http://updatekno.blogspot.com/2013/05/pengertian-sejarah-dan-kegunaan-deplhi-7.html>, (diakses 10 Januari 2014).