

# Aplikasi Pola Fraktal pada Desain Kain Gringsing Cemplong Tenganan Bali

Ida Ayu Putu Ari Crisdayanti / 13515067

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

13515067@std.stei.itb.ac.id

**Abstrak**—Makalah ini membahas aplikasi pola fraktal pada desain salah satu kain tenun khas masyarakat Desa Tenganan, Bali yaitu kain Gringsing Cemplong. Kain Gringsing Cemplong memiliki sejumlah peminat baik di dalam maupun di luar negeri. Namun, proses desain serta pembuatan kain ini sendiri membutuhkan waktu yang cukup lama sehingga hanya diproduksi dalam skala kecil. Maka dari itu akan dibuat desain fraktal untuk beberapa bagian dari pola kain Gringsing Cemplong dengan memanfaatkan konsep rekursif. Pola fraktal ini diaplikasikan pada desain kain dengan tujuan untuk efektivitas proses desain serta implementasinya menggunakan teknologi tenun modern. Produktivitas pembuatan kain Gringsing Cemplong dapat ditingkatkan dengan bantuan sains dan teknologi tanpa menghilangkan ciri khasnya.

**Kata Kunci**—Gringsing Cemplong, Rekursif, Fraktal, Teknologi Tenun.

## I. PENDAHULUAN

Pulau Bali terkenal dengan pesona alamnya yang indah serta beragam budaya hasil karya penduduk setempat. Salah satu produk hasil budayanya yang sudah terkenal di berbagai negara adalah kain Gringsing. Kain Gringsing merupakan kain tenun yang diproduksi oleh masyarakat Desa Tenganan, Bali. Terdapat sekitar 20 jenis kain Gringsing, namun saat ini hanya 14 jenis yang masih diproduksi. Kain Gringsing memiliki jumlah peminat yang cukup banyak karena kualitas warna kain tersebut.

Kebanyakan kain tenun warnanya semakin lama akan semakin memudar. Berbeda halnya dengan kain Gringsing Tenganan, semakin tua umur kain justru kualitas warnanya akan semakin baik. Untuk menjaga kualitas warnanya, kain Gringsing menggunakan pewarna dari alam seperti minyak kemiri dan akar sunti Nusa Penida. Teknik perwarnaannya juga khusus.

Pembuatan sehelai kain Gringsing dapat memakan waktu sampai beberapa tahun. Hal ini menyebabkan harganya mencapai kisaran 500 ribu sampai 20 juta per helainya. Waktu pembuatan yang relatif lama membuat kain Gringsing sulit untuk diproduksi dalam jumlah banyak pada jangka waktu tertentu.

Dewasa ini, telah banyak berkembang teknologi di bidang tenun. Hal ini dapat dimanfaatkan untuk memproduksi kain Gringsing dalam jumlah yang lebih besar. Kain Gringsing memiliki pola yang unik. Salah satunya yang akan dibahas disini adalah kain Gringsing Cemplong. Kain ini memiliki motif bunga-bunga besar diantara bunga-bunga kecil sehingga seolah-olah ada kekosongan atau lubang diantara bunga-bunga tersebut sehingga terlihat seperti *cemplong* (sebutan untuk lubang oleh masyarakat setempat Desa Tenganan).

Motif ini dapat dimodifikasi menjadi pola fraktal dengan tujuan agar lebih mudah diproses oleh teknologi tenun modern. Fraktal adalah pola kompleks yang menyerupai sebuah pola tunggal pada skala yang berbeda. Pola fraktal diciptakan secara rekursif dengan mengulangi proses sederhana dalam umpan balik yang berkelanjutan. Dalam implementasinya, pola berulang (iteratif) akan menghasilkan bentuk fraktal sebagaimana pola berulang aritmatik sederhana dapat menghasilkan pola *chaos*.

Pada makalah kali ini, akan dipaparkan inovasi mengenai desain kain Gringsing Cemplong Tenganan dengan konsep fraktal. Tujuan dari penulisan makalah ini adalah untuk menemukan inovasi pembuatan kain Gringsing Cemplong dalam jumlah besar sekaligus mempopulerkan kain tenun khas Desa Tenganan, Bali.

## II. LANDASAN TEORI

### 2.1 Teori Rekursifitas

Sebuah objek dikatakan rekursif (*recursive*) jika ia didefinisikan dalam terminologi dirinya sendiri. Proses mendefinisikan objek dalam terminology dirinya sendiri disebut rekursi (*recursion*)<sup>2</sup>. Objek fraktal adalah contoh bentuk rekursif.



Gambar 2.1.1 Contoh objek fraktal di alam<sup>[6]</sup>

Rekursif adalah konsep pengulangan yang penting dalam ilmu komputer. Konsep ini dapat digunakan untuk merumuskan solusi sederhana dalam sebuah permasalahan yang sulit untuk diselesaikan secara iteratif dengan menggunakan *loop for, while do*. Pada saat tertentu konsep ini dapat digunakan untuk mendefinisikan permasalahan dengan konsisten dan sederhana. Pada saat yang lain, rekursi dapat membantu untuk mengekspresikan algoritma dalam sebuah rumusan yang menjadikan tampilan algoritma tersebut mudah untuk dianalisa.

### 2.1.1 Rekursi Dasar

Rekursif berarti bahwa suatu proses bisa memanggil dirinya sendiri. Menurut definisi dalam Microsoft Bookshelf, Rekursif adalah kemampuan suatu rutin untuk memanggil dirinya sendiri. Dalam Rekursif sebenarnya terkandung pengertian prosedur dan fungsi. Perbedaannya adalah bahwa rekursif bisa memanggil ke dirinya sendiri, tetapi prosedur dan fungsi harus dipanggil lewat pemanggil prosedur dan fungsi.

Fungsi rekursif didefinisikan oleh dua bagian:

(i) Basis

Bagian yang berisi nilai fungsi yang teridentifikasi secara eksplisit. Bagian ini sekaligus menghentikan rekursif dan memberikan sebuah nilai yang terdefinisi pada fungsi rekursif.

(ii) Rekurens

Bagian ini mendefinisikan fungsi dalam terminologi dirinya sendiri. Berisikan kaidah untuk menemukan nilai fungsi pada suatu input dari nilai-nilai lainnya pada input yang lebih kecil.

Berikut ini adalah contoh fungsi rekursif.

$$f(n) = \begin{cases} 3 & , n = 0 \text{ basis} \\ 2f(n-1) + 4 & , n > 0 \text{ rekurens} \end{cases}$$

Untuk memulai bahasan rekursi, kita membahas sebuah masalah sederhana yang kemungkinan kita tidak berpikir untuk menyelesaikannya dengan cara rekursif. Yaitu permasalahan faktorial, yang mana kita menghitung hasil faktorial dari sebuah bilangan, yaitu n. Faktorial dari n (ditulis n!), adalah hasil kali dari bilangan tersebut dengan bilangan di bawahnya, di bawahnya hingga bilangan 1. Sebagai contoh, 4! = (4)(3)(2)(1). Salah satu cara untuk menghitung adalah dengan menggunakan *loop*, yang mengalikan masing-masing bilangan dengan hasil sebelumnya.

Penyelesaian dengan cara ini dinamakan iteratif, yang mana secara umum dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$n! = (n)(n-1)(n-2) \dots (1)$$

Cara lain untuk menyelesaikan permasalahan di atas adalah dengan cara rekursi, dimana n! adalah hasil kali dari n dengan (n-1)!. Untuk menyelesaikan (n-1)! adalah sama dengan n!, sehingga (n-1)! adalah n-1 dikalikan dengan (n-2)!, dan (n-2)! adalah n-2 dikalikan dengan (n-3)! dan seterusnya sampai dengan n = 1, kita menghentikan penghitungan n! Cara rekursif untuk permasalahan ini, secara umum dapat kita detailkan sebagai berikut:

$$F(n) = \begin{cases} 1 & \text{jika } n=0, n=1 \\ nF(n-1) & \text{jika } n>1 \end{cases}$$

### 2.1.2 Rekursi Tail

Sebuah proses rekursi dikatakan rekursi tail jika pernyataan terakhir yang akan dieksekusi berada dalam tubuh fungsi dan hasil yang kembali pada fungsi tersebut bukanlah bagian dari fungsi tersebut. Ciri fungsi rekursi tail adalah fungsi tersebut tidak memiliki aktivitas selama fase balik. Ciri ini penting, karena sebagian besar kompilator modern secara otomatis membangun kode untuk menuju pada fase tersebut. Ketika kompilator mendeteksi sebuah pemanggilan yang mana adalah rekursi tail, maka kompilator menulis aktivitas yang ada sebagai sebuah record yang dimasukkan ke dalam *stack*.

Kompilator dapat melakukan hal tersebut karena pemanggilan rekursi adalah pernyataan terakhir yang dieksekusi dalam aktivitas yang sedang berlangsung, sehingga tidak ada aktivitas yang harus dikerjakan pada saat pemanggilan kembali. Untuk memahami bagaimana sebuah rekursi tail bekerja, kita akan kembali membahas tentang penghitungan komputasi dari faktorial secara rekursi.

Sebagai langkah awal, kita perlu memahami alasan dalam definisi awal yang bukan rekursi tail. Dimana dalam definisi tersebut, penghitungan n! adalah dengan mengalikan n dengan (n-1)! dalam setiap aktivitas, yang mana hal tersebut terus diulang dari n = n - 1 sampai n = 1. Definisi ini bukanlah rekursi tail karena nilai yang dikembalikan dalam setiap aktivitas bergantung pada perkalian n dengan nilai yang dikembalikan oleh aktivitas sesudahnya.

Oleh karena itu, pencatatan aktivitas dari masing-masing pemanggilan harus diingat dalam stack sampai nilai-nilai yang dikembalikan dalam aktivitas-aktivitas sesudahnya telah terdefinisi. Sekarang marilah kita melihat bagaimana rekursi tail didefinisikan untuk menghitung n! yang secara formal kita definisikan sebagai berikut:

$$F(n,a) = \begin{cases} a & \text{jika } n=0, n=1 \\ F(n-1,na) & \text{jika } n>1 \end{cases}$$

Pada definisi ini digunakan parameter kedua, yaitu a, yang mana merupakan nilai utama dari penghitungan faktorial secara rekursif. Hal ini

mencegah kita untuk mengalikan nilai yang dikembalikan dalam setiap aktivitas dengan  $n$ . Dalam masing-masing pemanggilan rekursi kita mendefinisikan  $a = na$  dan  $n = n - 1$ . Kita melanjutkan sampai  $n = 1$ , sebagai kondisi terminal.

## 2.2 Teori Fraktal

### 2.2.1 Definisi dan Dimensi Fraktal

Fraktal berasal dari kata fraktus yang berarti pecah. Menurut istilah (Mandelbrot, 1982) fraktal merupakan suatu bangun benda yang memiliki dimensi fraktal lebih besar dari dimensi topologinya. Didalam fraktal, bagian dari suatu benda merupakan bentuk sederhana dari keseluruhannya. Menurut (Mandelbrot, 1982) fraktal memiliki berbagai sifat yaitu keserupaan diri (*self-similarity*) menunjukkan bahwa suatu obyek fraktal disusun oleh bagian-bagian yang serupa dengan dirinya sendiri, dan kesaling-bergabungan-diri (*self-affinity*) menunjukkan obyek fraktal disusun oleh bagian-bagian yang saling berangkai satu sama lain.

Sifat-sifat yang dimiliki suatu fraktal tersebut mengakibatkan mampu menguraikan benda-benda di bumi yang rumit. Benda fraktal alami jarang yang benar-benar mempunyai sifat serupa dengan dirinya sendiri (*self similar*), hanya benda-benda tertentu yang memiliki sifat-sifat yang telah disebutkan seperti Segitiga Sierpinski, Koch Snowflake, dan Daun Paku. Contoh lainnya yaitu pohon bercabang memiliki ranting-ranting kecil, mirip dengan bentuk keseluruhan pohon, tetapi tiap-tiap cabang itu unik.

Bentuk fraktal menunjukkan kesamaan-diri dalam ruang. Fraktal bisa membantu menjelaskan banyak situasi yang sulit dideskripsikan menggunakan geometri klasik, dan sudah cukup banyak diaplikasikan dalam sains, teknologi, dan seni karya komputer. Karena keindahannya, fraktal banyak dipakai dalam *computer 2 graphics* untuk menciptakan bentuk-bentuk yang alami bahkan menakutkan. Keberadaan geometri fraktal menunjukkan bahwa matematika bukanlah subjek yang kering dan datar, tetapi merupakan suatu subjek yang indah dan dapat menghasilkan karya-karya yang memiliki citra seni dan nilai intelektual yang tinggi.

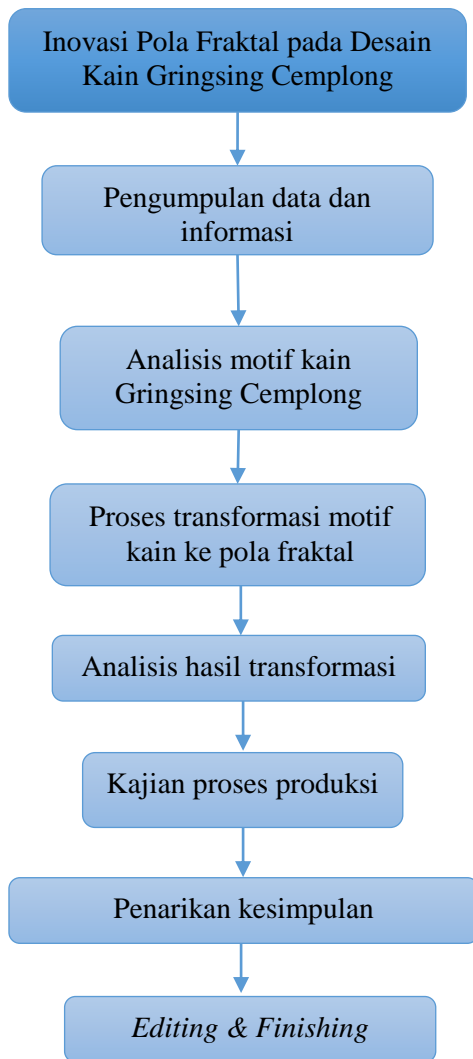
Sebagaimana yang dikatakan oleh Barnsley seorang pakar fraktal yang terkenal saat ini bahwa geometri fraktal merupakan bahasa baru. Begitu terucapkan, bahwa awan dapat digambarkan sama persisnya seperti seorang arsitek dapat menggambarkan rumah. Penentuan dimensi fraktal merupakan hal yang paling utama dalam fraktal, karena dimensi fraktal sangat penting dalam pemecahan permasalahan dengan praktis terutama mengenai derajat fraktal yang umumnya berbentuk iregular, untuk itu dengan dimensi fraktal masalah derajat dapat ditentukan.

### 2.2.2 Jenis-Jenis Fraktal

- (1) Fraktal yang diturunkan dari geometri standar menggunakan transformasi iterasi pada bentuk-bentuk standar seperti garis lurus, segitiga, atau kubus.
- (2) IFS (*Iterated Function Systems*). Jenis fraktal ini diperkenalkan oleh Michael Barnsley. Struktur dari fraktal ini ditentukan oleh satu set dari fungsi linear yang transformasinya terjadi berdasarkan keseragaman, translasi, dan rotasi. Fungsi yang dimasukkan ke dalam sistem dipilih secara acak, tapi set akhir/final adalah pasti dan memperlihatkan struktur fraktal.
- (3) *Strange Attractors*. Bentuk ini dapat dikatakan adalah representasi dari pergerakan *chaos*/acak. Bentuk ini sangat kompleks dan dibentuk dari garis yang memiliki panjang yang tidak terbatas, digambarkan dengan perulangan terus-menerus, tanpa pernah bersilangan.
- (4) *Plasma fractals*. Dibentuk dengan teknik gerak Brown (*Brownian motion*) atau algoritma titik tengah. Fraktal jenis ini menghasilkan tekstur indah dengan struktur fraktal seperti awan, api, batu, kayu, dan lain-lain. Banyak digunakan pada program CAD.
- (5) *L-Systems* juga disebut sebagai sistem Lindenmayer, tidak diciptakan untuk membentuk fraktal tapi untuk memodelkan pertumbuhan dan interaksi. *L-Systems* adalah *grammar* formal yang secara berulang-ulang melakukan aturan-aturan menjadi sebuah set. Sebagai hasilnya, terkadang terbentuk suatu struktur fraktal.
- (6) Gambar fraktal yang diciptakan dengan iterasi dari fungsi polinomial. Hanya jenis inilah yang sudah sangat luas diteliti dan dikembangkan dengan berbagai algoritma pewarnaan.

### III. METODOLOGI

Dalam pengerjaan makalah yang berjudul “Aplikasi Pola Fraktal pada Desain Kain Gringsing Cemplong Tenganan Bali”, terdapat beberapa tahapan seperti pada diagram berikut.



Gambar 3.1 Diagram pengerjaan makalah

Pengerjaan makalah diawali dengan pengumpulan data dan informasi mengenai motif kain Gringsing Cemplong. Selanjutnya, dilakukan analisis terhadap motif kain untuk menentukan pola fraktal yang akan menjadi transformasinya. Setelah proses transformasi, dilakukan analisis kembali serta kajian proses produksi. Terakhir adalah penarikan kesimpulan.

### IV. TRANSFORMASI POLA FRAKTAL

Berdasarkan data dan informasi yang diperoleh dari berbagai sumber, motif kain Gringsing Cemplong pada dasarnya adalah motif kain dengan pola bunga-bunga besar diantara bunga-bunga kecil sehingga terlihat seperti ada ruang atau lubang pada kain yang masyarakat setempat menyebutnya sebagai *cemplong*.



Gambar 4.1 Motif kain Gringsing Cemplong<sup>[4]</sup>

Setelah melalui proses analisis pola corak kain Gringsing Cemplong, terdapat beberapa pola yang akan ditransformasikan menjadi pola fraktal. Pembentukan pola fraktal dilakukan dengan mengikuti konsep rekursifitas yakni proses pembentukan pola dengan melakukan sejumlah iterasi terhadap pola tertentu. Ini sama halnya dengan konsep rekursif pada perhitungan matematis.

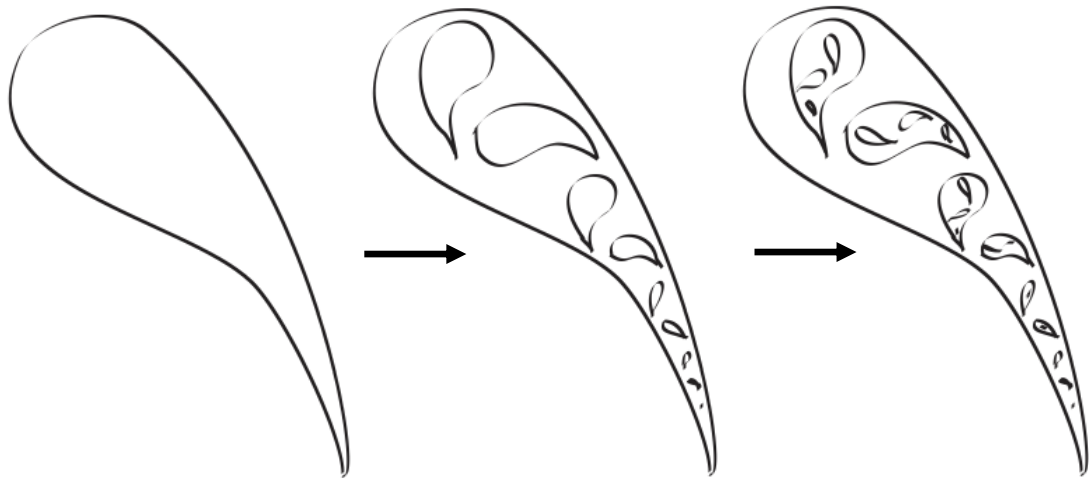
Sebagai contoh, misalnya terdapat rumus utama A yaitu  $A=XA$ . Maksud dari iterasi pada rumus tersebut adalah mengganti A dengan XA secara berulang-ulang sehingga terjadi proses rekursif ketika rumus A memanggil terminologi dirinya sendiri. Pada pembentukan pola fraktal, jumlah iterasi ditentukan sehingga terjadi pola pengulangan yang teratur dan seragam. Berikut akan dibahas satu per satu pola fraktal yang terbentuk.



Gambar 4.2 Pola bunga besar pada kain Gringsing Cemplong<sup>[4]</sup>

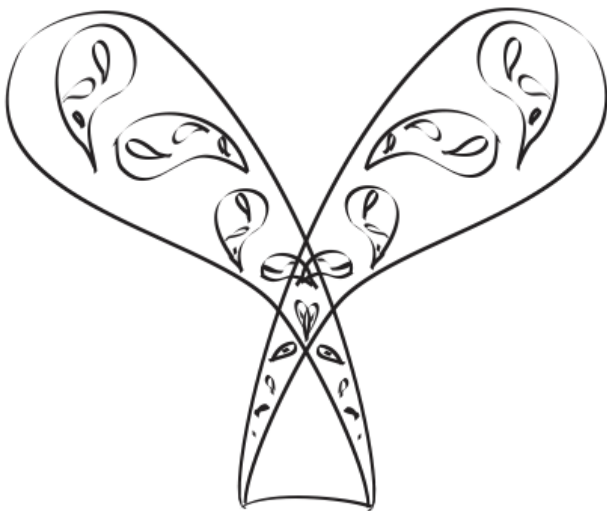
Pada corak kain Gringsing Cemplong terdapat pola menyerupai bunga. Bagian bunga tersebut kemudian dipecah menjadi beberapa bagian untuk ditransformasi ke pola fraktal. Bagian pertama adalah pola pada bunga yang berbentuk seperti lengkungan. Langkah awal adalah membentuk pola dasar. Langkah selanjutnya adalah melakukan iterasi terhadap pola dasar untuk menghasilkan pola fraktal yang diinginkan. Dari hasil iterasi tersebut diperoleh pola fraktal sebagai berikut.





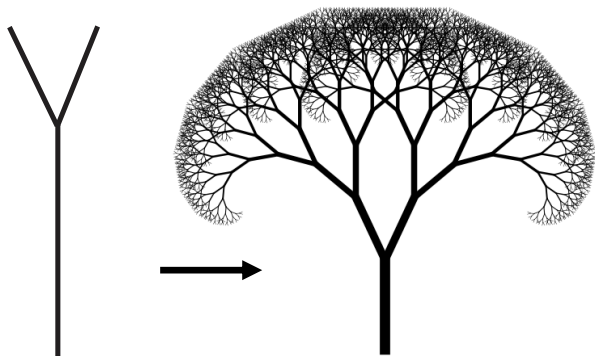
**Gambar 4.3 Pola fraktal lengkungan**

Proses iterasi pembentukan pola fraktal di atas mengikuti konsep rekursifitas. Selanjutnya, dibuat pola lengkungan fraktal yang sama namun dengan arah berlawanan. Keduanya lalu disatukan untuk membentuk salah satu bagian bunga sebagai berikut.



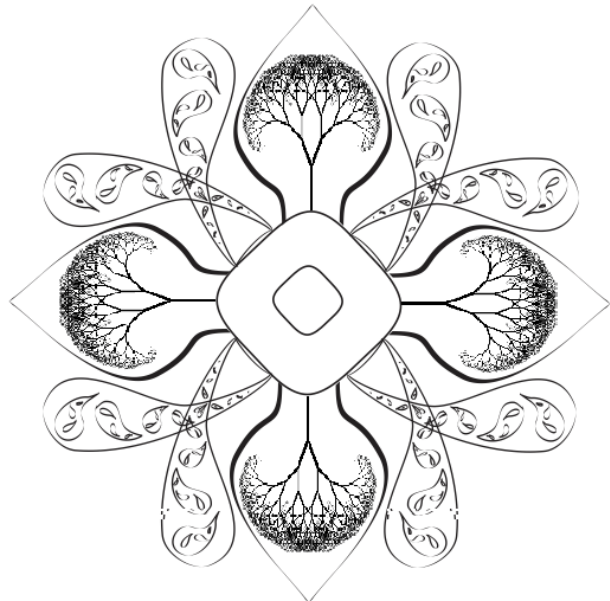
**Gambar 4.4 Gabungan dua pola lengkungan fraktal**

Desain fraktal selanjutnya adalah bagian kelopak bunga. Pola fraktal dibuat dengan mengisi volume kelopak bunga.



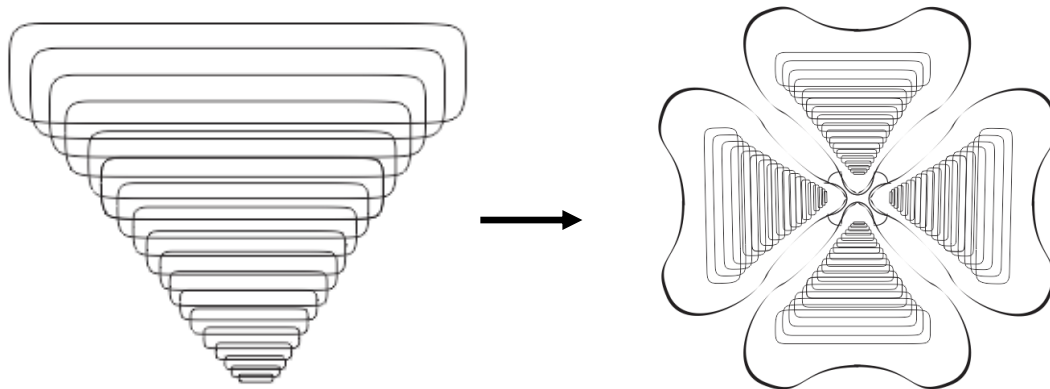
**Gambar 4.5 Pola fraktal kelopak bunga**

Pola fraktal lengkungan dan kelopak bunga kemudian disatukan untuk membentuk kesatuan pola bunga yang utuh.



**Gambar 4.6 Motif bunga dari gabungan pola fraktal**

Selain motif bunga di atas, terdapat motif lain pada corak kain Gringsing Cemplong yaitu motif bunga dengan ukuran lebih kecil dan memiliki empat kelopak. Bagian yang akan dibuat pola fraktalnya adalah kelopak bunga. Pola fraktal yang digunakan adalah pola sederhana berbentuk segiempat dengan sudut tumpul. Proses ini juga melibatkan iterasi dari konsep rekursifitas. Sama seperti langkah pada pola fraktal sebelumnya, terlebih dahulu ditentukan pola dasar yakni pola segiempat dengan sudut tumpul. Pola ini kemudian diiterasi beberapa kali sehingga menyerupai kelopak bunga. Pola ini akan disisipkan di bagian tengah kelopak bunga.



**Gambar 4.7 Pola fraktal dari motif bunga kecil kain Gringsing Cemplong**

Dari proses transformasi di atas, diperoleh beberapa pola fraktal sebagai inovasi pembuatan desain corak kain Gringsing Cemplong Tenganan. Pola fraktal yang memanfaatkan sifat rekursif akan lebih mudah untuk diterapkan pada teknologi modern. Desainnya juga dapat dibuat lebih mudah dengan bantuan komputer.

Waktu yang dibutuhkan untuk proses desain serta implementasinya akan lebih sedikit dengan bantuan teknologi tenun modern. Dalam proses produksi nantinya akan dibagi menjadi tahap desain, implementasi desain, dan pewarnaan. Untuk desain fraktal sendiri dapat dibuat dengan menggunakan *software* Jbatik yang merupakan hasil karya anak negeri atau *software* sejenis lainnya.

Dalam proses implementasinya sudah banyak terdapat teknologi pendukung modern di bidang tenun. Selanjutnya tahap pewarnaan. Guna menjaga kualitas warna kain yang menjadi ciri khasnya, proses pewarnaan dilakukan sesuai metode masyarakat setempat yang memanfaatkan bahan alami serta teknik penyimpanan khusus.

Tujuan dari aplikasi pola fraktal pada kain Gringsing Cemplong ini adalah untuk meningkatkan produktivitas terhadap kain tersebut dengan bantuan sains dan teknologi. Melalui makalah ini nantinya diharapkan dapat memberikan ide inspiratif dalam mengolah desain kain berpola fraktal. Selain itu, diharapkan dengan metode tersebut, kain Gringsing Cemplong dapat lebih dikenal masyarakat luas dan jumlah peminatnya bertambah.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan data dan informasi yang diperoleh dari berbagai sumber serta proses analisis, dapat disimpulkan bahwa kain Gringsing Cemplong Tenganan memiliki pola bunga yang dapat ditransformasikan ke pola fraktal. Proses transformasi dilakukan dengan metode rekursif sehingga mudah diproses oleh komputer dan teknologi tenun modern. Dilakukannya transformasi ke pola fraktal ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas kain Gringsing Cemplong dengan bantuan sains dan teknologi. Untuk menjaga kualitas warna kain, pewarnaan tetap dilakukan dengan metode masyarakat setempat yang menjadi ciri khasnya.

## VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan serta bantuan dalam menyelesaikan makalah yang berjudul “Aplikasi Pola Fraktal pada Desain Kain Gringsing Tenganan Bali”. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bu Harlili dan Pak Rinaldi Munir selaku pembimbing mata kuliah Matematika Diskrit.

## REFERENSI

- [1] Mandelbrot (1982), *Fractals in Science*, Springer.
- [2] Munir, Rinaldi, Matematika Diskrit, Bandung: Penerbit Informatika Bandung.
- [3] Rosen, Kenneth H. Discrete Mathematics and Its Applications, 7th Edition. The McGraw-Hill Companies. 2012.
- [4] <http://www.kuppubatiktenun.com/blogs/news/15443013-exotic-tenun-gringsing-from-tenganan-village-bali>, diakses pada tanggal 5 Desember 2016 pukul 17.00 WIB.
- [5] [www.forestry.umt.edu/academics/courses/for503/stats\\_glos\\_sary.htm](http://www.forestry.umt.edu/academics/courses/for503/stats_glos_sary.htm), diakses pada tanggal 5 Desember 2016 pukul 17.05 WIB.
- [6] [andridwisaputra-andri.blogspot.com/2013/10/pengertian-fractal.html](http://andridwisaputra-andri.blogspot.com/2013/10/pengertian-fractal.html), diakses pada tanggal 5 Desember 2016 pukul 17.10 WIB.
- [7] <http://www.mi.sanu.ac.yu/vismath>, diakses pada tanggal 5 Desember 2016 pukul 17.15 WIB.

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 8 Desember 2016

Ida Ayu Putu Ari Crisdayanti  
13515067