

## MODIFIKASI MOTIF ENDEK BALI DENGAN APLIKASI KONSEP GEOMETRI FRAKTAL

L.Virginayoga Hignasari<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mahendradatta Bali  
Jl. Ken Arok No 12, Peguyangan Denpasar Utara, Bali 80115

**Abstrak** - Kain endek merupakan kain tenun ikat tradisional khas Daerah Bali. Kain endek memiliki motif yang beragam. Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi telah memungkinkan terjadinya sebuah inovasi. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan motif baru pada endek dengan menggunakan pendekatan sains dan teknologi yaitu dengan aplikasi konsep geometri fraktal. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif. Data yang didapat akan dianalisis dan dimodifikasi untuk mendapatkan inovasi yang terbaru. Motif kain endek yang akan dimodifikasi didapat dari beberapa pengrajin di daerah Klungkung. Modifikasi motif endek dilakukan dengan bantuan aplikasi *corel draw*. Proses yang pertama dilakukan adalah menentukan pola endek yang akan diaplikasikan konsep fractal. Percobaan dilakukan dengan bantuan aplikasi sampai menemukan motif baru yang sesuai dengan nilai seni dan estetika. Berdasarkan beberapa contoh fractal konsep yang digunakan dalam modifikasi ini adalah konsep *Julia Set* dan *Sierpinski Triangle*. Pola dari kedua fractal tersebut akan diaplikasikan pada motif endek yang sudah ada. Melalui proses modifikasi dapat diciptakan suatu motif endek baru dengan sentuhan sains dan teknologi tanpa meninggalkan kekhasan budayanya.

**Kata Kunci** : endek, geometri, fractal,

**Abstract** - Endek fabric was a traditional woven cloth ikat typical of Bali. Endek fabric had a variety of motives. The advancement of science and technology had enabled an innovation. This study was aimed to find new motives on endek by using sains approach and technology with application of fractal geometry concept. This research used descriptive kualitatif method. The data will be analyzed and modified until found a new innovation.. Endek cloth motifs that will be domodifikasi in can of beberapa craftsmen in Klungkung area. Endek motive modification is done with the help of corel draw application. The first process is to determine the pattern of endek that will apply fractal concept. The experiment was done with the help of the application until it found new motifs that fit the value of art and aesthetics. Based on some examples of fractal concepts used in this modification are the concepts of *Julia Set* and *Sierpinski Triangle*. Patterns of both fractals will be applied to existing endek motifs. Through the process of modification can be created a new endek motif with a touch of science and technology without leaving the cultural distinctiveness.

**Keyword** : endek, geometry, fractal

### PENDAHULUAN

Kain endek merupakan kain tenun ikat tradisional khas Daerah Bali. Dulunya kain Endek hanya digunakan untuk upacara keagamaan di Bali. Namun di era modernisasi ini, kain endek menjadi ciri khas untuk masyarakat Bali sehingga penggunaan kain endek saat ini beraneka ragam. Mulai dari seragam kantor, sekolah maupun acara-acara resmi lainnya.

Jika dilihat dari sejarahnya, kain endek bali merupakan kain yang telah diturunkan turun temurun oleh leluhur Bali. Endek mulai berkembang sejak tahun 1985, yaitu pada masa pemerintahan Raja Dalem Waturenggong di Gelgel Klungkung.

Kain Endek ini kemudian berkembang di sekitar daerah Klungkung. Akan tetapi Endek mulai berkembang pesat setelah masa kemerdekaan. Perkembangan kain endek di Desa Sulang dimulai pada tahun 1975 dan kemudian berkembang pesat pada tahun 1985 hingga sekarang. Dapat dilihat pada tahun 1985-1995 kain endek mengalami masa kejayaan akibat adanya dukungan dari pemerintah.

Kemudian pada tahun 1996-2006, kain endek mengalami penurunan akibat dari banyaknya persaingan produksi kain sejenis buatan pabrik yang mulai masuk ke pasaran. Tahun 2007-2012 juga mengalami penurunan. Fluktuasi penurunan sangat

dirasakan pada tahun 2008-2010. Hal tersebut disebabkan bahan baku yang sulit didapat, harga benang yang mahal, dan kualitas yang tidak sesuai dengan standar produksi kain Endek. Untuk menaikkan pangsa pasar kain endek Bali, pemerintah Bali setempat mewajibkan seluruh pegawainya menggunakan endek di salah satu hari dan juga mewajibkan masyarakat untuk menggunakan endek di acara-acara tertentu. Hal tersebut dilakukan untuk mengakrabkan masyarakat dengan kain endek Bali sekaligus sebagai media promosi baik di nasional maupun internasional.

Kain endek memiliki motif yang beragam. Bahkan, beberapa motif kain endek dianggap sakral, seperti motif patra dan encak saji. Motif ini hanya digunakan untuk kegiatan-kegiatan di pura atau kegiatan keagamaan lainnya. Adapula motif kain endek yang hanya boleh digunakan oleh orang-orang tertentu, seperti para orang tua dan kalangan bangsawan. Selain itu ada juga motif nuansa alam yang biasa digunakan untuk kegiatan sosial. Motif kain endek semakin berkembang seiring dengan berjalannya waktu. Saat ini, endek juga mulai dipadupadankan dengan kain jenis lainnya untuk menghasilkan busana yang indah..

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi telah memungkinkan terjadinya sebuah inovasi, termasuk di Indonesia. Selain itu, hadirnya inovasi tersebut juga mencerminkan kualitas sumber daya manusia bangsa Indonesia yang unggul dan berdaya saing. Mereka telah berpikir secara kreatif tentang cara menghasilkan sesuatu secara inovatif dan tetap mengangkat serta menonjolkan warisan budaya bangsa. Berbagai jenis fraktal pada awalnya dipelajari sebagai benda-benda matematis. Geometri fraktal adalah cabang

Dengan  $\frac{1}{L}$  adalah panjang unit dari

pengukuran; dan  $N$  adalah banyak

subsegmen atau sub unit persegi atau sub unit kubus dari tiap obyek. Kurva fraktal dapat diperoleh dari beberapa metode, tetapi kurva yang diperoleh hanya akan mengarah pada hasil estimasi. Terdapat banyak metode untuk memperoleh dimensi fraktal dari suatu obyek. Tetapi ada 2 metode sederhana yang dianggap mudah untuk digunakan, yaitu: metode grid dan metode ruler. Metode grid adalah suatu

matematika yang mempelajari sifat-sifat dan perilaku fraktal. Fraktal bisa membantu menjelaskan banyak situasi yang sulit dideskripsikan menggunakan geometri klasik, dan sudah cukup banyak diaplikasikan dalam sains, teknologi, dan seni karya komputer.

Fraktal adalah benda geometris yang kasar pada semua skala dan terlihat dapat dibagi-bagi secara radikal. Beberapa fraktal dapat 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 (Ulinuha, 2009). Berbagai jenis fraktal pada awalnya dipelajari sebagai benda-benda matematis. Ada banyak bentuk matematis yang merupakan fraktal, antara lain *Sierpinski triangle*, *Koch snowflake*, *Peano curve*, *Mandelbrot set*, dan *Julia set*.

Menurut Mandelbrot, fraktal dapat didefinisikan sebagai "himpunan yang dimensi Hausdorff Besicovitch nya lebih besar dari dimensi topologisnya". Dari pemahaman tersebut diperoleh suatu pemahaman bahwa fraktal merupakan suatu bentuk keserupadiran. Bentuk keserupadiran ini dapat memiliki dimensi yang sama atau berbeda dengan dimensi asalnya. Dimensi fraktal adalah sebuah pola yang bersifat rekursif yang setiap bagiannya mirip dengan bagian keseluruhan pada suatu objek geometri.

Dimensi fraktal dari suatu obyek kurva yang *self-similar* ditentukan oleh nilai mutlak dari rasio

$$\frac{\log N}{\log \frac{1}{L}} \quad (1)$$

metode yang diawali dengan cara melapisi kurva dengan sejumlah rangkaian unit masing-masing dalam berbagai ukuran. Dengan menerapkan metode grid dengan unit-unit yang semakin halus akan diperoleh struktur-struktur detail yang semakin besar. Sedangkan metode ruler adalah metode yang menggunakan berbagai jenis ukuran penggaris untuk mengukur obyek. Secara umum fraktal bentuknya tidak teratur (tidak halus) dan merupakan bentuk yang tidak berdasarkan linearitas. Sehingga fraktal bukan termasuk benda yang terdefinisi oleh geometri tradisional. Fraktal memiliki detail yang tak

hingga dan dapat memiliki struktur serupa diri pada tingkat perbesaran yang berbeda. Suatu motif kain dapat dikatakan fraktal jika memiliki beberapa bagian motif yang semuanya mirip dengan motif utama. Dengan menerapkan fraktal, motif endek dapat memiliki lebih dari satu pola. Adanya pengembangan multi pola dengan penerapan fraktal diharapkan dapat menambah keindahan dari kain endek itu sendiri sehingga menambah nilai jual. Berdasarkan uraian di atas, dilakukan suatu inovasi dengan melakukan modifikasi terhadap motif kain endek dengan menggunakan penerapan konsep geometri fraktal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menemukan motif endek baru dengan sentuhan sains dan teknologi tanpa menghilangkan kekhasan budayanya.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan rancangan deskriptif kualitatif untuk mendeskripsikan proses modifikasi motif endek. Penelitian diawali dengan proses pengumpulan motif endek dari beberapa pengrajin endek di Daerah Kelungkung. Motif-motif endek yang diperoleh dijadikan inspirasi untuk proses modifikasi motif endek. Dalam proses pembuatan design dilakukan observasi dan dokumentasi untuk melengkapi data. Analisa data dilakukan atas bagian-bagian geometri yang saling terangkai satu sama lain (Baragar, 2001). *Self-inverse* artinya terdapat suatu bagian dalam geometri fraktal yang merupakan susunan yang terbalik dari susunan lainnya, sedangkan *self-squaring* dapat diartikan bahwa suatu bentuk geometri fraktal merupakan peningkatan kerumitan dari bagian sebelumnya atau secara matematis disebut pengkuadratan. Berdasarkan motif-motif endek yang sudah didapatkan dari pengrajin endek, motif tersebut dimodifikasi agar dapat ditentukan dimensi kefraktalnya. Metode yang biasa digunakan untuk menghitung dimensi fraktal suatu citra, adalah metode Penghitungan Kotak (*Box Counting*). Adapun langkah-langkah metode penghitungan kotak adalah sebagai berikut (Putra, 2004):

- Citra dibagi kedalam kotak-kotak dengan ukuran  $s$ .
- Hitung banyaknya kotak  $N(s)$  yang bersisi bagian objek pada

secara kualitatif berdasarkan indikator yang ditetapkan. Modifikasi motif endek dilakukan dengan bantuan aplikasi *corel draw*. Proses yang pertama dilakukan adalah menentukan pola endek yang akan diaplikasikan konsep fractal. Percobaan dilakukan dengan bantuan aplikasi sampai menemukan motif baru yang sesuai dengan nilai seni dan estetika.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Fraktal adalah benda geometri yang kasar pada segala skala, dan terlihat dapat "dibagi-bagi" dengan cara yang radikal. Beberapa fraktal bisa dipecah menjadi beberapa bagian yang semuanya mirip dengan fraktal aslinya. Fraktal dikatakan memiliki detil yang tak hingga dan dapat memiliki struktur serupa diri pada tingkat perbesaran yang berbeda. Konsep fraktal dapat menguraikan sifat fisis yang rumit menjadi elemen yang lebih sederhana. Proses yang lama kelamaan membentuk suatu keteraturan tertentu, yakni *self-similarity*, *self-affinity*, *self-inverse*, dan *self-squaring* merupakan konsep dasar dari geometri fraktal. Sifat fraktal yang berupa *self-similarity* menunjukkan bahwa fraktal terdiri dari bagian-bagian yang berbentuk serupa satu sama lain. *Self-affinity* menggambarkan bahwa fraktal disusun .

citra. Nilai  $N(s)$  sangat tergantung pada  $s$ . Pada penelitian ini, nilai  $s$  berubah dari 1 sampai  $2k$ , dengan  $k = 0, 1, 2, \dots$  dan seterusnya,  $2k$  tidak boleh lebih besar dari ukuran citra. Bila citra berukuran  $2m \times 2m$ , maka nilai  $k$  akan berhenti sampai  $m$ .

c) Hitung  $D(s)$  dengan rumus berikut:

$$D(s) = \frac{\log_2(N(s))}{\log_2(s)} \quad (2)$$

Langkah terakhir adalah buat garis lurus menggunakan nilai  $D(s)$  untuk berbagai nilai  $s$ . Persamaan garis lurus dapat ditentukan dengan metode kuadrat terkecil (*least square*). Kemiringan (*slope*) dari garis lurus tersebut merupakan dimensi fraktal dari citra.

Pola-pola fraktal akan diaplikasikan pada motif endek yang sudah ada dengan tidak meninggalkan ciri khas budaya Bali. Konsep fraktal yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Julia Set* dan *Sierpinski triangle*. Himpunan Julia

dibangun dari pemetaan fungsi teriterasi

$f_c: \mathbb{C} \rightarrow \mathbb{C}$  yang didefinisikan dengan

$$f_c = z^2 + c \quad (3)$$

dengan  $c$  adalah bilangan kompleks.

Barisan bilangan kompleks

$$z, f_c(z), f_c^2(z), \dots, f_c^n(z) \quad (4)$$

yang terbentuk disebut orbit dari  $z \in \mathbb{C}$

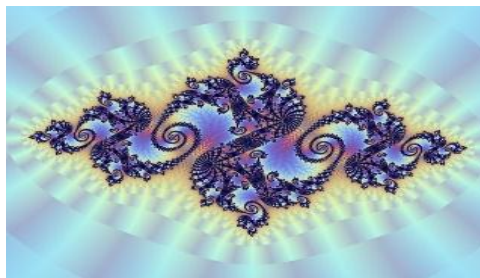
terhadap pemetaan fungsi kompleks  $f_c$ .

Barisan bilangan kompleks dari  $z$  dikatakan terbatas jika terdapat bilangan positif  $m$  sedemikian sehingga

$$|f_c^n(z)| < m \quad (5)$$

untuk semua bilangan bulat positif  $n$ .

Himpunan semua titik  $z$  yang orbitnya terhadap pemetaan  $f_c$  yang terbatas disebut himpunan Julia Penuh dan dinotasikan dengan  $K(f_c)$ . Batas dari himpunan Julia Penuh tersebut yang kemudian disebut himpunan Julia dan dinotasikan dengan  $J(f_c)$ . Berikut pola fraktal *Julia Set* disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Julia Set

*Sierpinski triangle* merupakan segitiga yang terus membagi dirinya dengan menggunakan segitiga – segitiga lain yang mirip namun dengan skala yang terus berbeda. *Sierpinski triangle* dibuat melalui metode rekursif. Pada segitiga utama tiap sisinya dibagi dua untuk membentuk titik-titik baru. Kemudian dari ketiga sisi yang terbentuk saling dihubungkan menjadi sebuah segitiga yang lebih kecil. Sehingga terbentuk tiga segitiga dipinggir dan satu segitiga paling besar di tengah. Demikian seterusnya untuk segitiga-segitiga yang terletak di pinggir dilakukan proses serupa.

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 dari 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 3 segitiga berisi warna dan 1 segitiga kosong. Dengan rumusan ini, luas segitiga *Sierpinski* pada iterasi ke- $n$  adalah

$$\left(\frac{3}{4}\right)^n \text{ dari luas awalnya} \quad (6)$$

(Purnomo, 2014).

Jumlah segitiga yang terbentuk dapat dicari dengan formula berikut: Jika prosesnya diteruskan sampai iterasi mendekati tak-hingga, luas segitiga *Sierpinski* akan mendekati nol. Berikut pola fraktal *Sierpinski triangle* disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. *Sierpinski triangle*

Dari pola fraktal tersebut akan dikombinasikan dengan motif endek yang telah didapatkan di pengrajin. Adapun motif

yang akan dimodifikasi disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Motif Endek Bali

Dari motif endek tersebut, diambil sebagian pola yang akan diaplikasikan dengan

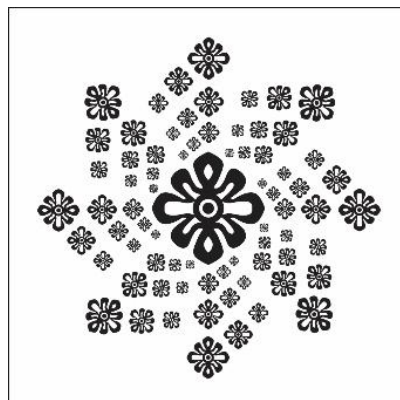
menggunakan konsep fraktal. Bagian pola tersebut disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Bagian Pola Endek

Bagian pola ini akan dimodifikasi dengan konsep fraktal *Julia Set*. Modifikasi dilakukan dengan menggunakan aplikasi

*Corel Draw*. Berikut hasil modifikasi disajikan pada Gambar5.

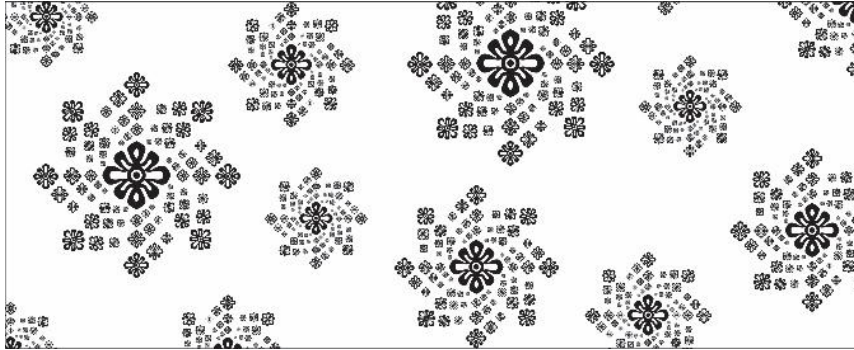




Gambar 5. Hasil Modifikasi Endek dengan Konsep Julia Set

Berikut ini adalah salah satu contoh pola modifikasi fraktal yang dituangkan dalam

media kain dalam bentuk visual (gambar) yang disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Visualisasi Motif Endek Fraktal Pada Bidang Datar

Modifikasi selanjutnya yaitu dengan aplikasi konsep fractal *Sierpinski triangle*. Pola

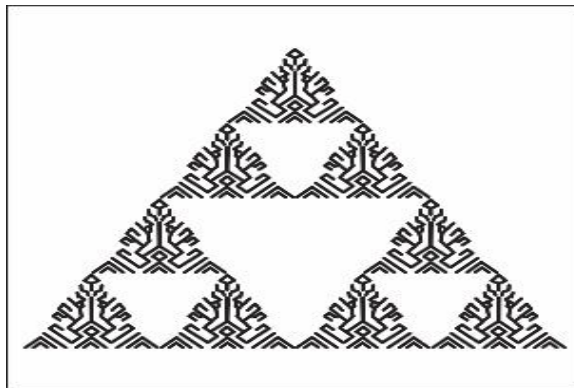
endek yang akan dimodifikasi ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Pola Endek Bali

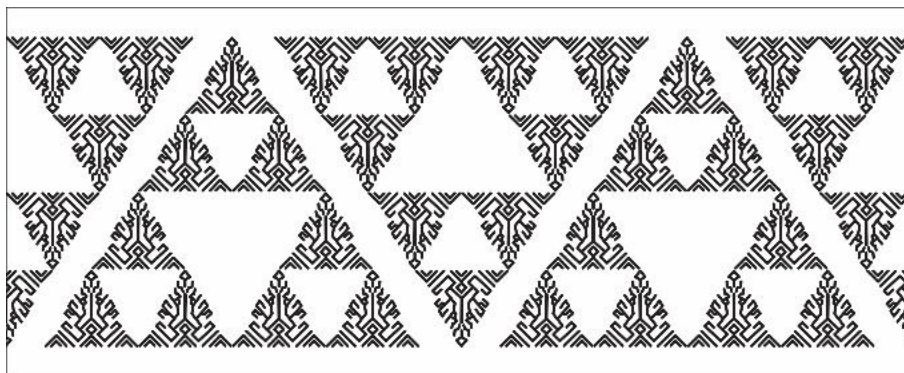
Modifikasi dilakukan dengan menggunakan *Corel Draw*.

Berikut hasil modifikasi disajikan pada Gambar 8.

Gambar 8. Hasil Modifikasi Endek dengan Konsep *Sierpinski triangle*

Berikut ini adalah salah satu contoh pola modifikasi fraktal yang dituangkan dalam

media kain dalam bentuk visual (gambar) yang disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Visualisasi Motif Endek Fraktal Pada Bidang Datar

Berdasarkan hasil modifikasi, dimensi fraktal dari motif baru akan ditentukan. Karena mengadopsi dari fraktal yang sudah ada, dimesinya pun akan sama dengan dimensi fraktal sebelumnya. Dimensi fraktal ditentukan dengan aproksimasi Hausdorff. Untuk motif hasil modifikasi dengan *Julia Set*, dimensinya adalah 1,0812 untuk

$$z^2 + \frac{1}{4} \quad (7)$$

dan 1,2683 untuk

$$z^2 - 1. \quad (8)$$

Motif hasil modifikasi dengan *Sierpinski Triangle*, dimensi fraktalnya adalah 1,5849.

Dari hasil modifikasi tentunya akan menciptakan pola baru dalam pembuatan kain endek. Sentuhan teknologi bukan berarti akan menghilangkan ke khasan dari kain endek tersebut. Tapi dengan adanya sains dan teknologi, motif kain endek dapat terus berkembang tanpa meninggalkan keaslian budayanya dan tentunya dapat diterima oleh masyarakat nasional maupun internasional.

## SIMPULAN DAN SARAN

Kain endek merupakan kain tenun ikat tradisional khas Daerah Bali. Kain endek memiliki motif yang beragam. Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi telah memungkinkan terjadinya sebuah inovasi. Berbagai jenis fraktal pada awalnya dipelajari sebagai benda-benda matematis. Fraktal adalah benda geometris yang kasar pada semua skala dan terlihat dapat dibagi-bagi secara radikal. Beberapa fraktal dapat 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. Meskipun terdapat begitu banyak motif endek, Dengan konsep fraktal sangat memungkinkan untuk membuat motif baru dari kain endek dengan sentuhan sains dan teknologi. Modifikasi dilakukan dengan menggunakan contoh fraktal yaitu *Julia Set* dan *Sierpinski Triangle*. Proses dilakukan dengan memilih pola endek yang akan di rekursi menjadi beberapa bagian yang sama

dengan skala yang berbeda. Proses modifikasi berhasil jika sudah mendapatkan pola baru yang bernilai seni. Dalam penelitian ini hanya terbatas pada beberapa pola saja. Modifikasi tidak dapat digunakan secara general.

Adapun saran yang dapat disampaikan adalah pada penelitian ini hanya terbatas pada modifikasi beberapa pola. Modifikasi masih sangat bisa dilakukan untuk berbagai pola sehingga mendapatkan motif fraktal yang lebih beragam lagi. Selain itu pada penelitian ini proses modifikasi dilakukan satu persatu dengan coba-coba tanpa menggunakan proses rekursif atau iterasi. Oleh sebab itu untuk kedepannya agar dapat diteliti tentang aplikasi yang digunakan untuk memodifikasi endek yang bisa berlaku secara general.

#### DAFTAR PUSTAKA

Baragar, Arthur. 2001. *A Survey Of Classical and Modern Geometry*. Prentice Hall: New Jersey.

Barnsley, Michael F. dan Rising, Hawley. 2003. *Fractals Everywhere*. Boston: Academic Press Professional.

Dewi, Rahmatilah AM. 2016. Geometri Fraktal Untuk Re-Desain Motif Batik Gajah Oling Banyuwangi. *ASIOMA Jurnal Pendidikan Matematika*, Vol.5 No.2.

Falconer, Kenneth. 2003. *Fractal Geometry: Mathematical Foundations and Applications*. West Sussex: John Wiley & Sons.

Manik, Ngarap. 2012. Penggunaan Model Fraktal Untuk Pengembangan Motif Ulos. *Jurnal Mat Stat*, Vol. 12 No.2.

Murwani, Titik. 2011. Dimensi Fraktal Himpunan Julia. Skripsi. Yogyakarta : Universitas Sanata Dharma.

Purnomo, Kosala Dwidja. 2014. Pembangkitan Segitiga Sierpinski dengan Transformasi Affine Berbasis Beberapa Benda Geometris. *.Prosiding*. Disajikan pada Seminar Nasional Matematika, Universitas Jember Tanggal 19 November 2014.