

Implementasi Konsep Rekursifitas Pada Desain Batik Fractal

Ilma Alifia Mahardika - 13516036
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
13516036@std.stei.itb.ac.id

Abstrak—Batik merupakan bahan sandang wajib dan kebanggaan bagi Indonesia. Namun proses pembuatan batik konvensional bisa memakan waktu yang cukup lama. Dengan waktu yang lama pun variasi-variasi batik yang dihasilkan relatif sama. Yang menjadi kekhawatiran Bersama adalah hilangnya minat generasi masa depan terhadap motif batik yang begitu-begitu saja. Semakin majunya perkembangan zaman, batik harus mampu melakukan variasi-variasi yang dinamis agar eksistensinya di masa depan tetap terjaga. Bagaimana caranya?

Kata kunci—Batik Fractal, rekursif, motif, manipulasi

I. PENDAHULUAN

Batik adalah salah satu budaya warisan Indonesia berupa kain yang memiliki motif atau corak khusus. Proses pembuatan batik yaitu menggunakan alat yang bernama canting. Canting diisi dengan malam yang telah dipanaskan lalu isinya digoreskan sedikit demi sedikit mengikuti pola yang telah dibuat di kain hingga semua pola tertutup oleh malam. Setelah itu kain tersebut akan dicelupkan ke dalam pewarna. Motif yang tertutupi oleh malam tidak akan terkena pewarna, sehingga setelah proses pewarnaan selesai, akan timbul motif batik yang telah dilukis sebelumnya.

Batik merupakan sebuah warisan kebudayaan penting bagi Bangsa Indonesia. Hampir tiap daerah memiliki corak batik masing-masing. Status kepemilikan batik sebagai warisan budaya Indonesia pun telah diakui oleh dunia. UNESCO telah memasukkan batik sebagai salah satu Budaya Tak-benda Warisan Manusia (*Representative List of the Intangible Cultural Heritage of Humanity*). [1]

Saat ini batik tak hanya sekadar pakaian formal, tapi sudah bertransformasi menjadi identitas penting bagi rakyat Indonesia. Hampir setiap instansi pemerintahan mewajibkan batik menjadi seragam. Baik kalangan atas maupun rakyat biasa mengenakan batik. Tidak ada lagi perbedaan strata sosial ketika mengenakan batik. Hal ini menunjukkan, batik merupakan simbol persatuan.

Semakin majunya perkembangan zaman membuat batik harus menyesuaikan dengan perkembangan teknologi saat ini. Perpaduan antara seni dan budaya batik dengan teknologi dan ilmu matematis melahirkan sebuah karya yang diberi nama Batik Fractal.

Batik Fractal adalah batik yang desainnya dihasilkan oleh rumus fractal. Desain Batik Fractal memanfaatkan algoritma

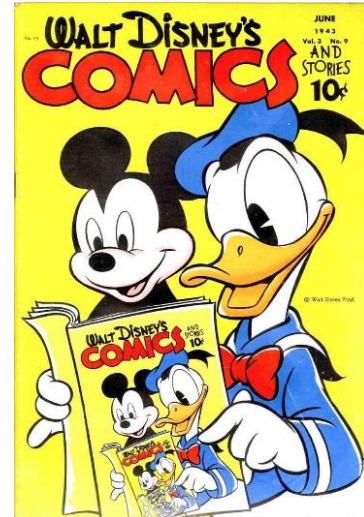
husus yang dieksekusi dengan kecanggihan komputer, namun produksinya sendiri masih mempertahankan cara-cara tradisional menggunakan canting dan malam.

Makalah ini akan membahas mengenai implementasi konsep rekursifitas pada proses desain Batik Fractal pada komputer.

II. LANDASAN TEORI

A. Rekursifitas

Rekursifitas didefinisikan sebagai kata benda yaitu sebuah sifat yang rekursif. Sesuatu dapat dikatakan *rekursif* apabila sebuah objek mengandung definisi atau terminologi dirinya sendiri. Sedangkan proses untuk mendefinisikan sebuah objek dalam definisi atau terminologi dirinya sendiri disebut *rekursi*. [2]



Gambar 2.1.1 Contoh Rekursifitas

Sumber: <http://www.lbmslab.org/lab/photoshop-project-droste-effect/>

Rekursifitas dapat pula diterapkan dalam barisan dan fungsi. Contoh barisan yang memanfaatkan rekursifitas adalah barisan Fibonacci.

0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, ...

Barisan tersebut dihasilkan dari fungsi yang melibatkan proses rekursi.

$$F_n = \begin{cases} 0, & n = 0 \\ 1, & n = 1 \\ F_{n-1} + F_{n-2} & n \geq 2 \end{cases}$$

Sifat rekursif selalu berkaitan dengan pemanggilan dirinya sendiri.

B. Definisi Fractal

Fractal merupakan objek yang menunjukkan kesamaan diri (*self-similarity*) di semua skala. Objek tersebut tidak selalu pasti memiliki struktur yang persis sama, namun mengandung ‘tipe’ struktur yang sama. [3]



Gambar 2.2.1 Fraktal alami pada brokoli

Sumber:

https://en.wikipedia.org/wiki/Fractal#/media/File:Fractal_Broc_coli.jpg

Karena fractal mengandung definisi dirinya sendiri, maka fractal mempunyai sifat rekursif.

Selain kesamaan diri, sifat lain yang dimiliki fractal adalah memiliki dimensi bilangan non-bulat. Dua tipe fractal yang paling populer adalah fractal bilangan kompleks dan fractal IFS (*Iterated Function System*). [4]

1 Fractal Bilangan Kompleks

Bilangan kompleks terdiri dari bilangan real dan bilangan imajiner. Umumnya bilangan kompleks dikaitkan sebagai sebuah ‘titik’ pada bidang kompleks. Berikut representasi bilangan kompleks:

$$Z = (a + bi)$$

$$i = \sqrt{-1}$$

Dengan a sebagai representasi horizontal (sumbu real) dan b sebagai representasi vertical (sumbu imajiner).

Dua tokoh yang identik dengan konsep Fractal Bilangan Kompleks adalah Julia dan Mandelbrot.

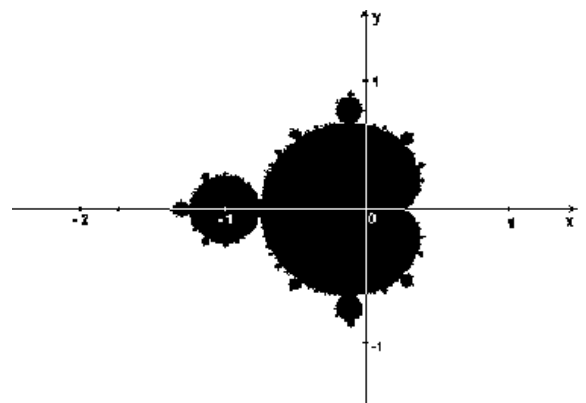
Julia menggunakan formula iteratif sedangkan Mandelbrot menggunakan formula rekursif.

Himpunan Mandelbrot

Himpunan Mandelbrot adalah himpunan dari titik-titik pada bidang kompleks. Untuk membentuk sebuah himpunan Mandelbrot, digunakan formula berikut ini:

$$Z_n = Z_{n-1}^2 + C$$

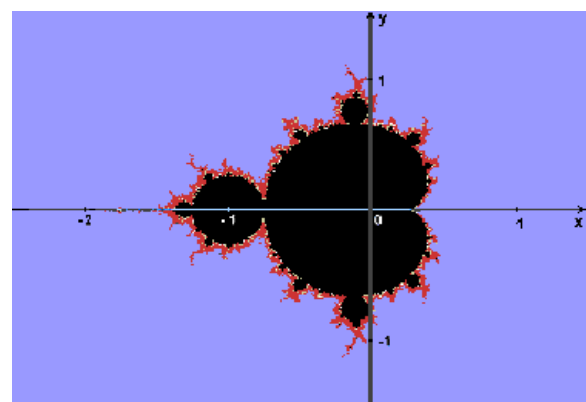
Formula di atas memisahkan titik-titik pada bidang kompleks menjadi dua, yaitu: titik yang berada di dalam ke dalam himpunan Mandelbrot dan titik yang berada di luar himpunan Mandelbrot.



Gambar 2.2.2 Titik yang termasuk himpunan Mandelbrot diwarnai hitam

Sumber: <http://www.fractal.org/Bewustzijns-Besturings-Model/Image115.gif>

Selain itu, sangat mungkin pula untuk memberikan warna pada titik-titik di luar himpunan Mandelbrot, sehingga akan terbentuk suatu pola yang lebih menarik.



Gambar 2.2.3 Penambahan warna pada titik di luar himpunan Mandelbrot

Sumber: <http://www.fractal.org/Bewustzijns-Besturings-Model/Image116.gif>

Hal ini membuat perhitungan fractal sangat mungkin digunakan untuk mencari motif atau corak yang

indah dan berseni.

Untuk membentuk sebuah himpunan Mandelbrot, pertama harus diambil sebuah titik (C) pada bidang kompleks. Nilai C tersebut memiliki bentuk:

$$C = a + b.i$$

Dengan menggunakan formula sebelumnya dan nilai nol untuk Z_0 , maka akan didapatkan nilai Z_1 . Proses ini diulang terus-menerus karena formula pembentukan himpunan Mandelbrot merupakan fungsi rekursif.

Proses ini merepresentasikan ‘migrasi’ dari titik awal C yang diambil di awal. Titik C yang termasuk himpunan Mandelbrot merupakan titik yang tidak pernah menuju ke tak-hingga, titik yang dekat dengan himpunan Mandelbrot merupakan titik yang perlahan menuju ke tak-hingga, sedangkan titik yang jauh dari himpunan Mandelbrot dengan cepat menuju ke tak-hingga.

Proses pewarnaan sebelumnya berdasarkan pengelompokan ‘kecepatan’ titik dalam menuju ke tak-hingga.

2 Fractal IFS

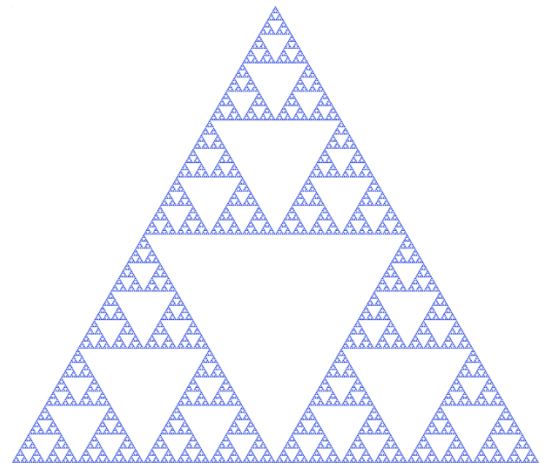
Fractal IFS dibentuk dari transformasi bidang sederhana: mengatur skala, dislokasi, dan rotasi.

Langkah-langkah dalam membentuk Fractal IFS adalah sebagai berikut:

- Membentuk sebuah himpunan transformasi bidang.
- Menggambar pola awal (apapun).
- Melakukan transformasi pada pola awal dengan definisi transformasi yang dibuat pada langkah pertama tadi
- Melakukan transformasi pada hasil dari langkah ketiga
- Melakukan langkah keempat secara berulang-ulang

Melihat proses di atas, tentu akan langsung terasiasikan dengan konsep rekursifitas.

Fractal IFS yang terkenal adalah Segitiga Sierpinski dan Keping Salju Koch (*Koch Snowflake*).

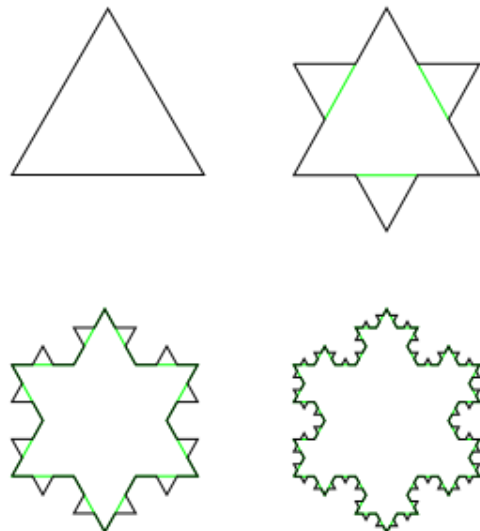


Gambar 2.2.4 Segitiga Sierpinski

Sumber:

https://en.wikipedia.org/wiki/Sierpinski_triangle#/media/File:Sierpinski_triangle.svg

Fractal Segitiga Sierpinski ini didapat dengan cara mengambil titik tengah di setiap segitiga sama sisi dan menghubungkannya.



Gambar 2.2.5 Keping Salju Koch

Sumber:

https://en.wikipedia.org/wiki/Koch_snowflake#/media/File:KochFlake.svg

Seperti Segitiga Sierpinski, Keping Salju Koch juga dibentuk dari bentuk segitiga, tetapi penambahan elemennya sendiri dilakukan di tengah tiap sisi dengan skala sepertiga dari segitiga semula.

C. Aplikasi Fractal

Fractal telah menjadi salah satu cabang ilmu Matematika yang penting. Saat ini aplikasi dari Fractal sudah digunakan dalam berbagai disiplin ilmu. Di antaranya: [4]

1. Astronomi
Konsep fractal pada gas-gas ruang angkasa diyakini sebagai faktor persebaran bintang-bintang.
2. Biologi
Banyak sekali objek-objek alami dalam dunia Biologi yang memerlukan pemodelan. Contohnya detak jantung (dimodelkan dengan gelombang sinus), pohon konifer (dimodelkan dengan bentuk kerucut), dan membrane sel (dimodelkan dengan kurva). Namun, pemodelan dalam dunia Biologi lebih cocok digambarkan dengan fractal. Hal ini terjadi karena banyak sistem dan proses yang mempunyai pola-pola berulang sama dalam berbagai skala.

Contohnya pemodelan kromosom, arsitektur dasar dari kromosom adalah sebuah objek seperti pohon, tiap kromosom terdiri atas kromosom-kromosom kecil, sehingga model kromosom dapat diperlakukan sebagai sebuah fractal.

3. Citra Komputer
Bidang yang sangat memanfaatkan fractal adalah ilmu computer. Banyak sekali skema kompresi citra yang memanfaatkan algoritma fractal.

Penggambaran berbagai permukaan benda serta efek khusus yang biasa ada pada film-film merupakan hasil dari pemanfaatan fractal ini.

D. Keterkaitan Rekursifitas dan Seni

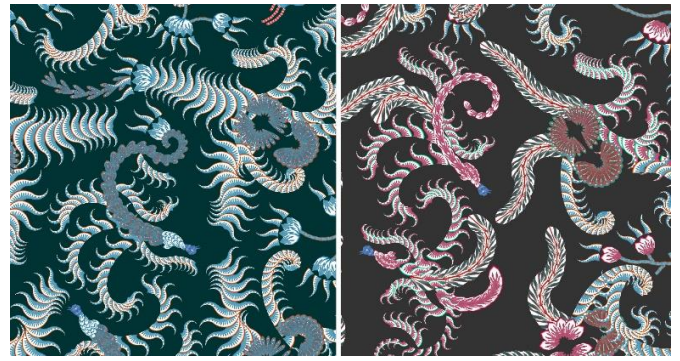
Ilmu fractal yang berbasis perhitungan matematis dengan konsep rekursif dan iteratif dapat menghasilkan hasil visualisasi yang memiliki nilai seni yang tinggi.

III. BATIK FRACTAL

Batik Fractal merupakan batik yang coraknya didesain menggunakan software jBatik yang memanfaatkan rumus fractal. [5]

Motif-motif batik tradisional mengandung unsur-unsur matematika fractal, hal ini menjadi peluang untuk menggabungkan unsur seni dan budaya pada batik dengan unsur teknologi modern dengan menggunakan fractal.

Fokus utama dalam proses ‘modernisasi’ batik ini terletak pada proses desain. Desain batik dapat divariasikan sedemikian rupa sehingga dapat terbentuk berbagai corak yang jumlahnya tak-hingga. Bahkan bisa saja membuat batik dengan pola buatan sendiri.



Gambar 3.1.1 Salah satu motif Batik Fractal dan variasinya
Sumber:

http://jbatik.com/assets/front/img/features/lasem_variations.jpg

Sedangkan untuk proses produksinya masih mempertahankan cara-cara tradisional. Upaya ini dilakukan untuk tetap menjaga nilai-nilai estetika yang terdapat dalam Batik Fractal.

Sejarah singkat Batik Fractal bermula dari riset yang dilakukan Nancy Margried, Yun Hariadi, dan Muhammad Lukman. Terdapat sejumlah 300 motif batik tradisional yang diteliti unsur-unsur di dalamnya. Ternyata motif batik memiliki unsur matematika dan pemodelannya dapat memanfaatkan fractal.

Pola Fractal dalam pembentukan Batik Fractal secara komputasional dapat dibedakan menjadi tiga tipe: [6]

1. Tipe 1: Fractal sebagai Batik
Beberapa jenis fractal dikustomisasi sedemikian rupa dari segi corak pewarnaan dan sebagainya sehingga terbentuk konstruksi desain batik yang baru.

Pengaturan skala perbesaran dan teknik pewarnaan himpunan Mandelbrot untuk menghasilkan motif baru termasuk ke dalam tipe ini.
2. Tipe 2: Hibrida Fractal Batik
Tipe ini merupakan kombinasi dari fractal sebagai batik dengan motif dasar batik itu sendiri. Cara ini menggabungkan antara estetika pola fractal hasil dari sistem komputasi dengan nilai-nilai estetika luhur dari tradisi budaya batik yang luas dikenal di Indonesia.

Salah satu contohnya adalah dengan modifikasi Sistem-L.



Gambar 3.1.2 Batik Fractal Tipe 2
 Sumber: <http://fraktal.bandungfe.net/>

3. Tipe 3: Batik Inovasi Fractal
 Untuk tipe ini, dua motif batik diproses ulang secara komputasional dan menghasilkan sifat-sifat fractal, oleh karena itu tipe ini akan menghasilkan tipe batik yang sama sekali baru.

Langkah untuk mendapat tipe ini adalah dengan ekstraksi motif dasar dari ornamentasi batik, kemudian dilakukan rekursi dan iterasi ulang dengan menggunakan *pseudo*-algoritma batik yang telah dikenal.

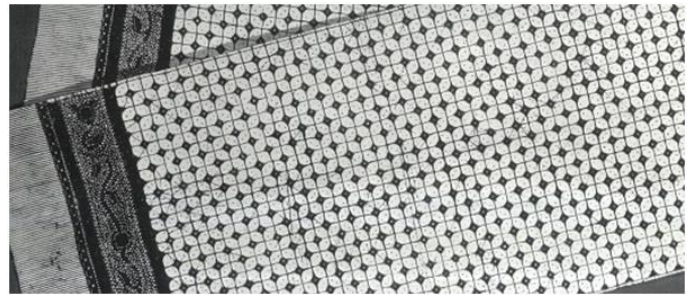


Gambar 3.1.3 Batik Fractal Tipe 3
 Sumber: <http://fraktal.bandungfe.net/>

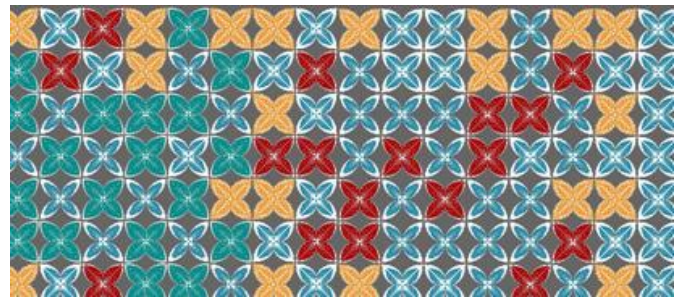
Sebelum membuat batik, hal pertama yang harus dilakukan adalah mengukur DNA batik tersebut. DNA batik adalah hasil pengukuran keteraturan motif batik serta ciri khasnya. Pengukuran menggunakan alat bernama Dimensi Fractal. Contohnya adalah motif parang rusak dari Yogyakarta. Pertama-tama, motif batik tersebut ditransformasikan dalam rumus matematika fractal dengan Bahasa Sistem-L. Selanjutnya rumus fractal ini nantinya dapat dimodifikasi tiap parameternya sehingga terbentuk sehingga muncul rumus yang lebih kompleks dan rumit. Proses ini didukung oleh piranti lunak bernama jBatik. [7]

Secara umum tidak ada perbedaan yang berarti antara batik konvensional dengan Batik Fractal, namun secara visual Batik Fractal lebih kontemporer. Selain itu inovasi teknologi saat proses desain menjadikan Batik Fractal lebih efisien untuk produksi batik di masa depan yang lebih massif dan variatif

dalam menghadapi dinamisnya perkembangan zaman serta trend dalam dunia berbusana.



Gambar 3.1.5 Motif Batik Kawung Konvensional
 Sumber: <http://batikfractal.com/about/>



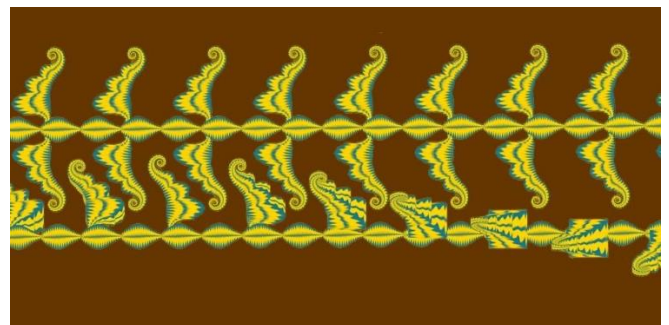
Gambar 3.1.6 Motif Batik Kawung versi Batik Fractal
 Sumber: <http://batikfractal.com/about/>

Dapat diperhatikan bahwa pada batik terkandung elemen dirinya sendiri, yang berarti prinsip rekursif sangat lekat dengan batik. Batik Fractal melakukan variasi pada elemen tersebut hingga memunculkan motif baru. Fractal sendiri juga berlandaskan pada konsep rekursif. Sehingga Batik Fractal tetap saling berhubungan erat dengan rekursifitas.

IV. SOFTWARE JBATIK

Software jBatik adalah sebuah piranti lunak yang khusus untuk menghasilkan desain Batik Fractal. Input dari software ini adalah sebuah rumus matematika fractal dan hasilnya adalah sebuah desain Batik Fractal. [5]

Piranti lunak jBatik mendukung proses desain secara 2 dimensi yang menghasilkan output format file (*.png) dan 3 dimensi dengan format output format file (*.obj).



Gambar 4.1.1 Desain 2 Dimensi
 Sumber: <http://jbatik.com/features>



Gambar 4.1.2 Desain 3 Dimensi
Sumber: <http://jbatik.com/features>

Piranti lunak ini dibangun dari bahasa pemrograman Java. Bekerja dengan sistem generatif dan parametrik.

Generate secara bahasa berarti menghasilkan. Sistem generatif berarti input yang dimasukkan pengguna akan diproses sedemikian rupa sehingga akhirnya akan *generate* output berupa gambar baik 2 dimensi maupun 3 dimensi. [5]

Parametrik sendiri bermakna penggunaan perangkat lunak ini memanfaatkan manipulasi pada parameter-parameter. Dengan sistem seperti, pengguna sangat dimudahkan karena tidak perlu membuat rumus baru untuk variasi batik baru. Cukup mengatur parameter-parameter yang ada sesuai dengan pemahaman estetika masing-masing pengguna hingga menghasilkan motif batik yang diinginkan.

Kemudahan ini menyebabkan desain motif batik dapat menyesuaikan perkembangan zaman, meskipun begitu, Batik Fractal tetap mempertahankan DNA batik yang telah dikalkulasi dari motif asli batik itu sendiri.

Manipulasi parameter yang dapat dilakukan yaitu dengan mengubah sudut, skala, pewarnaan, maupun posisi pada elemen-elemen fractal. Hasil manipulasi ini akan divisualisasikan oleh jBatik ke bentuk 2 dimensi maupun 3 dimensi.

Berikut ini adalah salah satu contoh input rumus fractal pada software jBatik: [7]

$$\begin{aligned}
 E &= [A][B][C][D], \\
 A &= C + FAE, \\
 B &= C - FBE, \\
 C &= C? FCE, \\
 D &= C&FDE
 \end{aligned}$$

Lambang [] menandakan percabangan, '+', '-', '&', '?', menandakan sudut dalam 3 dimensi.

Output gambar dari perangkat lunak ini selanjutnya akan digunakan sebagai panduan dalam melakukan proses pelilinan serta pencelupan warna pada kain batik.

V. KESIMPULAN

Batik Fractal merupakan inovasi mutakhir seni membuat desain batik dengan memanfaatkan ilmu fractal yang menerapkan konsep rekursifitas demi memberikan kemudahan bagi para artisan batik serta membantu budaya warisan batik dalam bertahan menghadapi dinamisasi zaman.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Surya. "Batik Indonesia Resmi Diakui UNESCO". Diakses tanggal 1 Desember 2017, dari ANTARANEWS: <https://www.antaraneWS.com/berita/156389/batik-indonesia-resmi-diakui-unesco>
- [2] Munir, Rinaldi. *Bahan Kuliah IF2120 Matematika Diskrit: Rekursi dan Relasi Rekurens*.
- [3] Weisstein, Eric W. "Fractal". Diakses tanggal 1 Desember 2017, dari Wolfram Web Resource: <http://mathworld.wolfram.com/Fractal.html>
- [4] Patrzalek, Edyta. "Fractals: Useful Beauty". Diakses tanggal 2 Desember 2017, dari Fractal.org: <http://www.fractal.org/Bewustzijns-Besturings-Model/Fractals-Useful-Beauty.htm>
- [5] "Batik Fractal". Diakses tanggal 2 Desember 2017, dari Batik Fractal: <http://batikfractal.com/about/>
- [6] "Fraktal Batik Komputasional indonesia". Diakses tanggal 2 Desember 2017, dari Bandungfe.net: <http://fraktal.bandungfe.net/>
- [7] Kudiya, Komarudin. "Proses Pembuatan Batik Fractal VS Batik Tradisional". Diakses tanggal 2 Desember 2017, dari Netsains.com: <http://netsains.com/2009/10/proses-pembuatan-batik-fractal-vs-batik-tradisional/>

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, 2 Desember 2017

Ilma Alifia Mahardika
13516036