



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 4 Nomor 6 Tahun 2024 Page 8578-8589

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Transformasi Seni Tradisional ke Era Digital: Penerapan Konsep Fraktal dalam Desain Batik Berbasis Website untuk Meningkatkan Kreativitas dan Inovasi

M.Arya Pasaribu^{1✉}, Muhammad Ibrohim Nasution², Annisya Mardiana³, Puspa Cahaya⁴, Dinda Kartika⁵

Universitas Negeri Medan

Email: aryapasaribu88@mhs.unimed.ac.id^{1✉}

Abstrak

Batik merupakan salah satu warisan budaya Indonesia yang telah diakui UNESCO sebagai Warisan Budaya Dunia. Keindahan motif batik sering kali mencerminkan harmoni seni dan filosofi mendalam. Penelitian ini mengintegrasikan seni tradisional batik dengan teknologi modern melalui penerapan konsep fraktal, cabang geometri yang mempelajari pola berulang dan kompleks. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sebuah website interaktif berbasis fraktal yang memungkinkan pengguna mendesain motif batik secara mandiri. Dengan algoritma matematis, pola batik dapat dihasilkan secara otomatis dan variatif, membuka peluang untuk eksplorasi desain yang inovatif. Hasil penelitian berupa platform yang memadukan estetika seni batik dan kecanggihan teknologi digital. Meski memiliki keterbatasan dalam variasi pola, website ini memiliki potensi besar untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai alat kreatif yang memudahkan akses terhadap seni tradisional di era modern.

Kata Kunci: *Batik, Fraktal, Website*

Abstrac

Batik is one of Indonesia's cultural heritages recognized by UNESCO as a World Cultural Heritage. The beauty of batik patterns often reflects the harmony of art and profound philosophy. This study integrates the traditional art of batik with modern technology through the application of fractal concepts, a branch of geometry that explores repetitive and complex patterns. The purpose of this study is to develop an interactive, web-based platform utilizing fractal algorithms, enabling users to independently design batik patterns. Through mathematical algorithms, batik motifs can be generated automatically and variably, providing opportunities for innovative design exploration. The research resulted in a platform that combines the aesthetics of batik art with the sophistication of digital technology. Although it has limitations in pattern variations, this website holds great potential for further development as a creative tool, facilitating access to traditional art in the modern era.

Keyword: *Batik, Fractal, Website*

PENDAHULUAN

Indonesia, sebagai negara kepulauan yang kaya akan budaya, memiliki warisan budaya yang begitu beragam dan unik, salah satunya adalah kerajinan tangan yang mengagumkan yaitu batik. Batik secara etimologi berasal dari Bahasa Jawa yaitu "tik" yang memiliki arti titik/matik (kata kerja, membuat titik) yang kemudian berkembang menjadi istilah "batik" (Anas B,1997). Upaya pelestarian dan pengembangan batik yang dilakukan secara mandiri oleh masyarakat Indonesia telah membuahkan hasil yang membanggakan dengan ditetapkannya batik sebagai Warisan Budaya Dunia oleh UNESCO pada tahun 2009. Sebagai generasi penerus, kita memiliki tanggung jawab untuk melestarikan dan mengembangkan warisan budaya Indonesia agar tetap relevan dan hidup di tengah arus modernisasi (Saputra, M. U. N., & Prasetyo, K. B. 2023).

Keindahan batik terletak pada harmoni garis-garis alami yang disusun secara estetis. Pola batik, baik yang teratur maupun tidak, selalu mengandung makna filosofis dan estetika yang mendalam. Kain batik merupakan warisan budaya asli Indonesia bernilai seni tinggi yang diajarkan oleh nenek moyang secara turun temurun (Oentoro K., et.al,2019). Hubungan antara titik-titik, garis-garis, sudut-sudut, bidang-bidang, serta bangun datar dan bangun ruang/solid dipelajari dalam geometri. Geometri adalah salah satu cabang dari ilmu matematika yang memuat konsep-konsep abstrak dan tidak mudah dipahami (Susanah &

Hartono, 2009). Geometri melahirkan banyak produk-produk seni yang indah diantaranya adalah batik.

Perkembangan teknologi telah memungkinkan terciptanya motif batik yang semakin variatif dan kompleks, bahkan dengan penerapan konsep matematis. Kombinasi antara seni, alam, dan ilmu pengetahuan inilah yang menjadikan batik sebagai warisan budaya Indonesia yang tak ternilai (Purnomo KD et.al,2020). Motif-motif batik dapat dikembangkan dengan berbagai cara, salah satunya dengan menggunakan fraktal. Konsep fraktal, yang diperkenalkan oleh Benoit Mandelbrot, telah membuka cakrawala baru dalam dunia batik. Fraktal, sebagai cabang geometri yang mengkaji bentuk-bentuk tidak beraturan di alam, memungkinkan seniman batik untuk menciptakan motif-motif yang sangat detail, kompleks, dan penuh variasi. Dengan menerapkan prinsip-prinsip fraktal, kita dapat menghasilkan pola batik yang unik dan estetik, serta menggabungkan keindahan seni dengan keajaiban matematika (Mandelbrot, 1983).

Konsep fraktal, yang didasarkan pada pengulangan pola sederhana, sangat sesuai dengan karakteristik motif batik yang berulang (rekursif). Namun, kompleksitas pola batik fraktal menuntut penggunaan perangkat lunak komputer untuk menghasilkan pola yang akurat dan efisien. Dengan menginput pola dasar yang sederhana, perangkat lunak ini dapat menghasilkan motif batik yang sangat detail dan kompleks, membuka peluang bagi terciptanya desain batik yang inovatif dan unik (Sunaryo WNP & Fanani A,2020).

Penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Yunirahman (2015), telah berhasil mengembangkan perangkat lunak khusus untuk merancang motif batik fraktal. Hal ini menunjukkan potensi besar dari batik fraktal dalam hal efisiensi dan variasi desain. Penelitian yang dilakukan oleh Linda Dwi Fenti Anggraini (2019) melakukan pengembangan terhadap motif batik sekar jagad dengan pola-pola geometri fraktal berbantuan transformasi geometri serta aplikasi Maple 13 dan Corel Draw. Pola-pola geometri fraktal yang digunakan (segitiga Sierpinski, kurva Hilbert/Peano, Koch Snowflake, dan himpunan Mandelbrot) yang telah dibangkitkan sampai beberapa iterasi kemudian ditransformasikan, dan selanjutnya disatukan dengan menggunakan aplikasi sehingga terbentuk motif batik sekar jagad.

Berdasarkan uraian sebelumnya, maka focus penelitian ini yaitu bagaimana penerapan konsep fractal untuk pembuatan motif batik berbasis website sebagai upaya menanamkan rasa cinta tanah air generasi muda Indonesia dengan menyatukan inovasi teknologi. Adapun

tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan sebuah sistem atau aplikasi berbasis web yang memungkinkan pengguna untuk secara mandiri merancang motif batik menggunakan konsep fractal.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk ke dalam kajian berbasis eksplorasi dan implementasi yang bertujuan untuk mempelajari penerapan konsep fraktal dalam pembuatan motif batik melalui pengembangan algoritma matematis. Penelitian ini juga melibatkan implementasi algoritma fraktal pada platform website interaktif untuk mendukung proses desain motif batik secara digital.

Penelitian ini dimulai dengan perencanaan, yaitu mempelajari konsep fraktal yang relevan untuk menciptakan motif batik dan merancang algoritma berbasis fraktal. Selanjutnya, penelitian dilanjutkan dengan implementasi algoritma menggunakan JavaScript, memanfaatkan library untuk menghasilkan pola fraktal yang dapat diintegrasikan ke dalam interface website. Website dirancang agar pengguna dapat memilih parameter seperti skala, warna, dan tipe fraktal untuk mendesain motif batik. Setelah implementasi, dilakukan uji coba untuk memastikan algoritma berfungsi sesuai tujuan dan website mudah digunakan. Akhirnya, hasil motif batik dianalisis berdasarkan estetika dan efisiensi, serta didokumentasikan untuk pengembangan lebih lanjut. Penelitian ini akan dilakukan perangkat komputer pribadi dengan perangkat lunak pendukung seperti JavaScript. Parameter fraktal misalnya, iterasi (bebas). Parameter ini dapat disesuaikan bebas untuk mengubah tingkat kerumitan motif fraktal yang dibuat. Pola batik yang dihasilkan (terikat). Pola batik yang dihasilkan adalah hasil akhir dari penerapan algoritma fraktal, yang dipengaruhi oleh parameter-parameter seperti iterasi, warna, dan bentuk fraktal. Data yang diperoleh dalam penelitian ini akan dianalisis menggunakan metode algoritma fraktal untuk menghasilkan pola batik berbasis website. Langkah pertama adalah mengolah data awal berupa parameter yang ditentukan pengguna, seperti jenis fraktal, skala, dan warna. Selanjutnya, algoritma fraktal akan diterapkan untuk menghasilkan pola berdasarkan input tersebut. Proses ini akan dilakukan dengan mendiskritkan domain desain menjadi grid untuk menentukan titik-titik pola yang akan dibuat. Hasil desain motif batik akan dianalisis dengan mengevaluasi kompleksitas, estetika, dan keunikan pola yang dihasilkan. Semua hasil akan disajikan dalam

bentuk visualisasi grafik dan contoh motif batik untuk mendukung interpretasi data secara komprehensif dan memberikan wawasan mengenai efektivitas penerapan konsep fractal dalam desain batik.

Batik adalah kain bermotif yang dibuat melalui teknik pewarnaan dengan menggunakan lilin malam sebagai perintang warna. Seni batik tidak hanya sekadar pola atau corak yang dihasilkan oleh para seniman, tetapi juga mengandung pesan mendalam yang tersirat dalam setiap motif atau gambar yang diciptakan (Irawan A., et al,2022)

Teori Rekursifitas

Relasi rekursif adalah suatu topik penting dan menarik dalam kombinatorik. Banyak permasalahan dalam matematika, khususnya kombinatorik dapat dimodelkan ke dalam bentuk relasi rekursif. Sebagai ilustrasi, ikuti uraian berikut. Misal P_n menyatakan banyaknya permutasi dari n obyek berbeda. Jelas $P_1 = 1$, karena hanya ada satu permutasi dari 1 objek. Untuk $n \geq 2$, P_n diperoleh dengan cara berikut. Terdapat n kemungkinan posisi dari satu objek tertentu dan setiap kemungkinan posisi dari objek ini akan diikuti oleh permutasi dari $n-1$ objek. Karena banyaknya permutasi dari $n-1$ objek ini adalah P_{n-1} , maka terdapat hubungan $P_n = nP_{n-1}$, dengan demikian

$$P_1 = 1; P_n = nP_{n-1} \quad n \geq 2.$$

Bentuk ini disebut relasi rekursif untuk P_n , banyaknya permutasi dari n objek. $P_1 = 1$ disebut kondisi awal, sedangkan $P_n = nP_{n-1}$ disebut bagian rekursif dari relasi rekursif tersebut.

$$F_1 = F_2 = 1; F_n = F_{n-1} + F_{n-2} \quad n \geq 3.$$

Dalam relasi ini terdapat dua kondisi awal yaitu $F_1 = 1$ dan $F_2 = 1$. Kalau kondisi awal ini kita ubah nilainya, maka barisan Fibonacci yang kita peroleh tentu akan berbeda dari barisan Fibonacci di atas.

Misalnya n objek yang berbeda diijazkann dalam satu baris. Kemudian kita permutasikan objek-objek tersebut dalam baris yang sama sedemikian hingga tidak ada objek yang menempati tempatnya semula.

$$D_0 = 1; D_n = nD_{n-1} + (-1)^n, \quad n \geq 2.$$

Dalam hal ini $D_0 = 1$ adalah syarat awal, sedangkan $D_n = nD_{n-1} + (-1)^n$.

Bagi suatu fungsi numerik $(a_0, a_1, a_2, \dots, a_r, \dots)$ dan sembarang r , suatu persamaan yang mengaitkan a_i dengan satu atau lebih a_j , $i < r$, dinamakan relasi rekursif (recurrence relation). Relasi rekursif juga dinamakan persamaan beda (difference equation). Kiranya jelas bahwa

menurut relasi rekursif itu, kita dapat mengerjakan perhitungan setahap demi setahap untuk menentukan a_r dari a_{r-1} , a_{r-2} , ..., untuk menentukan a_{r+1} dari a_r , a_{r-1} , ... dan begitu seterusnya, asalkan nilai fungsi di satu lebih titik diketahui sehingga komputasi bisa dimulai. Nilai-nilai awal yang diketahui itu dinamakan syarat batas (boundary condition).

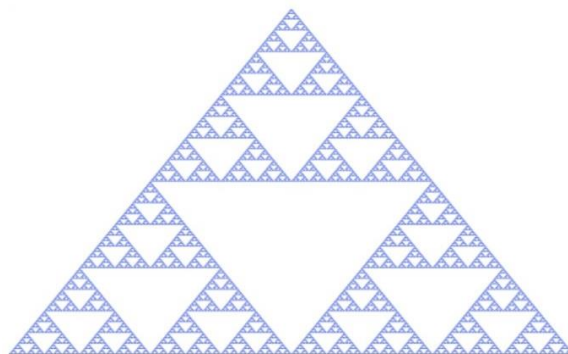
Konsep Fraktal

Bentuk geometri yang dibuat dengan memulai pola yang sangat sederhana disebut fraktal. Setelah aturan diterapkan, bentuk tersebut berkembang. Aturan untuk mengubah sebuah bentuk menjadi berkembang biasanya mencakup mengambil bentuk awal, mengubahnya, dan kemudian menerapkannya berulang dari satu tahap ke tahap berikutnya. Sistem fungsi iterasi (SFI) menciptakan bangun fraktal dengan mengubah bentuk awal sebuah fraktal menjadi bentuk baru yang terdiri dari beberapa bagian. Bentuk baru ini tidak lain adalah bentuk awal fraktal yang diperkecil pada skala tertentu. Setiap bagian dari bentuk baru tersebut kemudian diubah lagi dengan cara yang sama seperti yang dilakukan sebelumnya, sehingga setiap transformasi membentuk sebuah iterasi. Setelah terjadi iterasi yang tak terhingga jumlahnya, akan terbentuk sebuah fraktal.

Metode L-System sangat mudah untuk mensimulasikan bentuk fraktal. Metode ini terdiri dari himpunan karakter dan kumpulan aturan yang dikembangkan ke setiap karakter menjadi string karakter yang lebih besar. Metode ini juga memiliki mekanisme untuk menterjemahkan string yang dihasilkan dalam bentuk struktur geometri.

a. Contoh Sederhana Konsep Fraktal

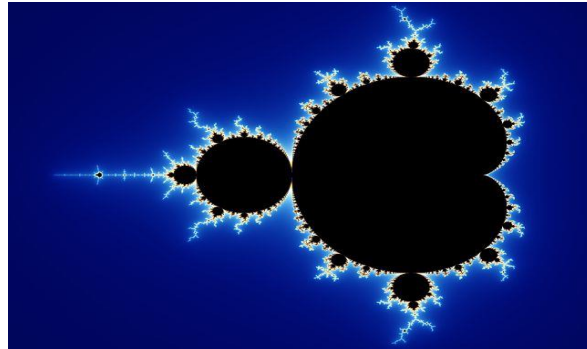
Segitiga Sierpiński adalah salah satu contoh himpunan fraktal yang mempunyai sifat yang mirip terhadap dirinya sendiri. Secara keseluruhan, segitiga ini merupakan segitiga sama sisi yang dibagi lagi secara berulang menjadi segitiga sama sisi yang lebih kecil. Segitiga ini dinamai dari seorang matematikawan asal Polandia bernama Waclaw Sierpiński.



Gambar 1 Segitiga Sierpiński

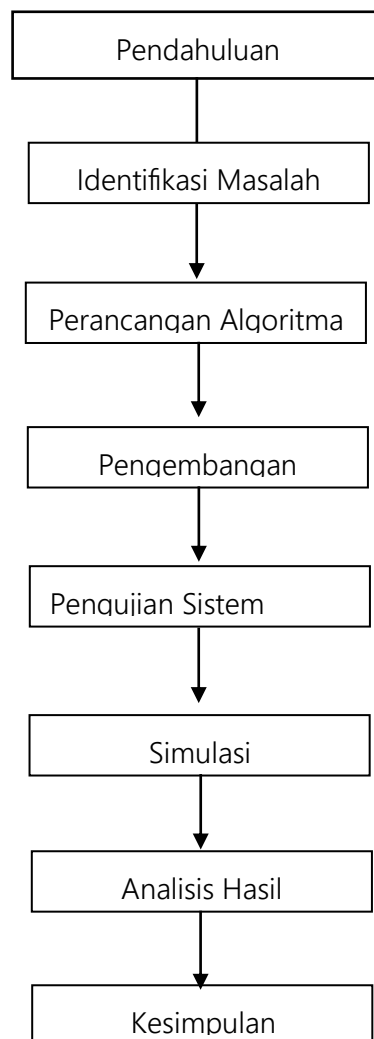
b. Contoh Rumit Konsep Fraktal

Himpunan Mandelbrot adalah himpunan dari bilangan kompleks C yang digunakan sebagai fungsi $f_c(z) = z^2 + c$ tidak menyimpang Ketika iterasi dari $z = 0$, yaitu urutan dari $f_c(0), f_c(f_c(0)),$ dll tetap di batasi dalam nilai absolut.



Gambar 2 Mandelbrot

Berikut ini adalah skema prosedur penelitian yang akan dilakukan:



HASIL DAN PEMBAHASAN

Website ini dirancang untuk memungkinkan pengguna mendesain batik dengan menggunakan prinsip fraktal dan berbagai pola geometris.

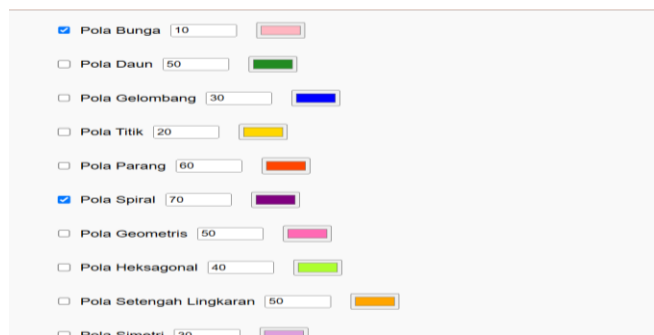
Alamat dari website ini adalah : <https://batikfraktal.github.io/Drawtik/>

Struktur HTML website ini dibagi menjadi dua bagian utama:

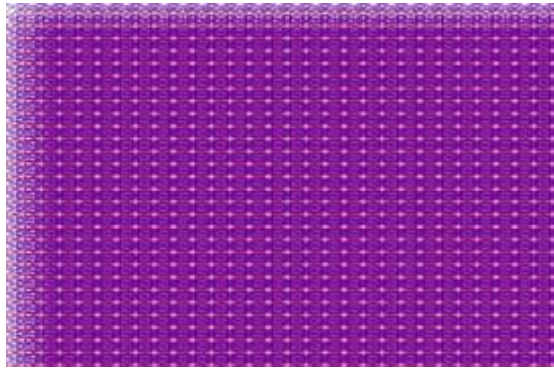
- Bagian Pengantar (Home): Di bagian ini, pengguna diberikan penjelasan mengenai batik fraktal dan prinsip fraktal secara umum. Ada juga tombol "Mulai" yang memungkinkan pengguna untuk berpindah ke bagian mendesain batik.
- Bagian Mendesain Batik: Setelah tombol "Mulai" ditekan, bagian ini akan muncul. Pengguna dapat memilih pola batik yang ingin digunakan, menentukan ukuran pola, dan menggambar desain batik di kanvas yang tersedia. Terdapat juga tombol untuk menyimpan desain sebagai gambar JPG.

Antarmuka pengguna diatur dengan cukup sederhana dan mudah digunakan:

- Canvas: Elemen canvas berfungsi sebagai area utama untuk menggambar desain batik. Ukuran kanvas yang ditetapkan adalah 600x600 piksel, memberikan ruang yang cukup luas untuk menggambar pola-pola yang kompleks.
- Kontrol Pola: Pengguna dapat memilih pola-pola batik yang akan digunakan, dengan opsi untuk menyesuaikan ukuran setiap pola. Setiap pola (seperti bunga, daun, gelombang, titik, parang, spiral, geometris, heksagonal, setengah lingkaran, dan simetri) dapat diaktifkan atau dinonaktifkan menggunakan checkbox. Ukuran pola dapat disesuaikan dengan menggunakan input angka.
- Ada dua tombol utama di bagian desain, yaitu "Gambar Pola Batik" yang menggambar pola berdasarkan pengaturan yang dipilih dan "Simpan Sebagai JPG" untuk mengunduh desain dalam format gambar JPG.



Gambar 3 Cara Mendesain Batik



Gambar 4 Hasil Desain Batik

Proses Pembuatan Batik Fractal Pembuatan batik fraktal dimulai dengan pemilihan pola dasar yang kemudian dikembangkan dengan prinsip fraktal. Salah satu teknik yang digunakan adalah menggambar pola yang terdiri dari elemen-elemen geometris yang akan diperkecil dan digabungkan secara berulang. Misalnya, pola bunga atau daun dapat digambar dengan ukuran yang besar pada awalnya, lalu pola tersebut akan diperkecil dan ditempatkan dalam struktur yang lebih kecil yang saling berulang. Proses ini memastikan bahwa elemen-elemen dalam batik fraktal memiliki konsistensi visual yang menarik.

Keunggulan Batik Fractal

Batik fraktal membawa sejumlah keunggulan baik dalam segi estetika maupun Teknik. Dengan pola yang berulang dan tak terhingga, batik fraktal dapat menghasilkan desain yang sangat unik dan memiliki kompleksitas visual yang tinggi. Batik fraktal di rancang untuk menggambar pola, yang memungkinkan penciptaan desain yang lebih cepat dan akurat. Dengan menggunakan teknologi, perancang batik dapat mengeksplorasi pola-pola baru dengan cara yang lebih bebas dan tanpa batasan. Hal ini memberikan kebebasan lebih dalam berkreasi, sekaligus memperkenalkan inovasi baru dalam dunia batik.

Motif Batik

Motif batik adalah pola atau desain yang menjadi ciri khas pada kain batik, dibuat dengan teknik tertentu menggunakan lilin malam sebagai perintang warna (Hermandra, H. 2022). Batik Fractal adalah jenis batik yang sentuhan desainnya, termasuk corak dan ragam hiasnya, dibuat dengan menggunakan algoritma matematika yang diprogram komputer.

Berikut adalah penjelasan dari masing-masing pola batik:

1. Bunga

Pola bunga menampilkan keindahan alam dengan berbagai bentuk bunga yang sering kali

memiliki makna filosofis dalam budaya batik. Pola ini mencerminkan keanggunan dan kecantikan, sering digunakan untuk melambangkan kehidupan, kesuburan, dan harapan.

2. Daun

Pola daun terinspirasi dari dedaunan yang memberikan kesan alami dan segar. Pola ini sering dipakai untuk menggambarkan harmoni dengan alam dan kehidupan yang berkelanjutan, serta melambangkan pertumbuhan dan regenerasi.

3. Gelombang

Pola gelombang mencerminkan gerakan air yang dinamis dan penuh energi. Dalam batik, pola ini sering digunakan untuk menggambarkan kehidupan yang penuh perubahan tetapi tetap teratur, sekaligus melambangkan kekuatan dan ketenangan.

4. Titik

Pola titik terdiri dari elemen-elemen kecil yang terhubung untuk membentuk motif yang kompleks. Pola ini melambangkan kesederhanaan, ketelitian, dan harmoni dari hal-hal kecil yang saling melengkapi.

5. Parang

Pola parang adalah salah satu motif batik tradisional yang terkenal, melambangkan kekuatan, keberanian, dan kesetiaan. Pola ini terdiri dari garis-garis miring yang saling menyambung, menyerupai alur yang tidak terputus.

6. Spiral

Pola spiral mencerminkan gerakan berulang yang tidak memiliki akhir, melambangkan kontinuitas, kreativitas, dan evolusi. Motif ini sering digunakan untuk menggambarkan perjalanan hidup yang penuh tantangan dan pembelajaran.

7. Geometris

Pola geometris menggunakan bentuk-bentuk dasar seperti persegi, lingkaran, atau segitiga yang teratur. Motif ini mencerminkan keteraturan, logika, dan keindahan dalam kesederhanaan matematis.

8. Heksagonal

Pola heksagonal terdiri dari bentuk segi enam yang sering dihubungkan untuk menciptakan motif sarang lebah. Motif ini melambangkan kerja keras, kolaborasi, dan kesempurnaan dalam struktur.

9. Setengah Lingkaran

Pola setengah lingkaran menggambarkan kesederhanaan dan keseimbangan, sering digunakan untuk menciptakan motif yang lembut dan harmonis. Bentuk ini juga melambangkan siklus dan keberlanjutan.

10. Simetri

Pola simetri menonjolkan keseimbangan yang sempurna antara sisi kiri dan kanan desain, mencerminkan keharmonisan dan stabilitas. Pola ini sering digunakan untuk menggambarkan keindahan yang teratur dan proporsional.

SIMPULAN

Website ini menawarkan sebuah platform yang menarik dan interaktif bagi pengguna untuk mendesain batik berbasis konsep fraktal, yang merupakan perpaduan unik antara seni tradisional dan teknologi modern. Melalui antarmuka yang sederhana namun inovatif, pengguna dapat mengeksplorasi kreativitas mereka dalam menciptakan pola-pola batik dengan elemen estetika dan matematis yang khas. Meskipun demikian, website ini masih memiliki beberapa keterbatasan, terutama dalam hal variasi pola dan fleksibilitas fitur, yang dapat memengaruhi pengalaman pengguna secara keseluruhan. Namun, dengan potensi pengembangan lebih lanjut, platform ini memiliki peluang besar untuk menjadi alat yang lebih canggih dan serbaguna, baik untuk para desainer profesional maupun pemula. Penambahan fitur seperti personalisasi lebih mendalam, integrasi dengan perangkat lunak desain lainnya, serta peningkatan variasi pola dan opsi ekspor desain dapat menjadikannya solusi yang lebih efektif dalam dunia desain batik modern. Dengan terus berkembangnya teknologi dan kebutuhan kreatif, website ini dapat menjadi jembatan antara warisan budaya batik dengan inovasi digital masa kini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, L. D. F. (2019). Geometri Fraktal dan Transformasi Geometri sebagai Dasar Pengembangan Motif Batik Sekar Jagad. *Transformasi: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 3(1), 1-14.
- B. Anas, Indonesia Indah "Batik", Jakarta: Yayasan Harapan Kita/BP 3 TMII, 1997.
- Hermandra, H. (2022). Motif Kawung Pada Batik Tradisional Yogyakarta: Kajian Semantik Inkuisitif. *Ranah: Jurnal Kajian Bahasa*, 11(2), 378-388.

- Irawan, A., Lestari, M., & Rahayu, W. (2022). Konsep Etnomatematika Batik Tradisional Jawa Sebagai Pengembangan Media Pembelajaran Matematika. *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 12(1), 39-45.
- Mandelbrot, B. B. (1983). *The Fractal geometry of Nature*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Oentoro, K., Amijaya, S. Y., & Seliari, T. (2019). Analisis Pengembangan Wirausaha Batik Tradisional Di Sekitar Embung Langensari, Yogyakarta. *Research Fair Unisri*, 3(1).
- Purnomo, K. D., Putri, D. H. P., & Kamsyakawuni, A. (2020, February). Inovasi desain batik fraktal menggunakan geometri fraktal koch snowflake (m, n, c). In *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika* (Vol. 3, pp. 131-140).
- Saputra, M. U. N., & Prasetyo, K. B. (2023). Reproduksi Budaya Batik Milenial: Upaya Pelestarian dan Inovasi Batik Tradisional di Identix Batik Semarang. *JURNAL PARADIGMA: Journal of Sociology Research and Education*, 4(2), 126-140.
- Sunaryo, W. N. P., & Fanani, A. (2020). Penggabungan Geometri Fraktal dengan Batik Sendang. *Jurnal Mahasiswa Matematika Algebra*, 1(1), 109-117.
- Susanah, & Hartono. (2009). *Geometri*. Surabaya: Unesa University Press.
- Yunirahman, A. B. (2015). *Penggabungan Geometri fraktal Dengan Batik Labako*. Jember: Universitas Jember FMIPA.