

PEMANFAATAN *ITERATED FUNCTION SYSTEM* (IFS) UNTUK MEMBANGKITKAN MOTIF ANYAMAN UKURAN $n \times n$

(Utilization of Iterated Function System (IFS) to Generate Woven Pattern Size $n \times n$)

Ingka Maris, Kosala Dwidja Purnomo, Bagus Juliyanto

Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember
Jl. Kalimantan 37 Jember 68121, Indonesia

Email: ingkamaris@gmail.com, {kosala, bagus}.fmipa@unej.ac.id

Abstract. Woven is one of art that very close to life. Woven has a pattern consisting of two-dimensional (2D) and has a basic pattern. Along with the development times, technology is also growing including computer technology. Computer can be used for mathematical calculation process, one of them is fractal. Fractal Sierpinski carpet is formed from a square that use Iterated Function System (IFS) method. This method is exact self-similar resulting in the same fractal with the original constituent object. The writer want to get woven pattern using computer technology, that is GUI application in Matlab that utilizes the IFS method on fractal. Woven patterns formed from woven that have a grid size of $n \times n$ and are given a few iterations. So, that it can make it easier for craftsmen to make woven pattern that are interesting and varied.

Keywords: Iterated Function System (IFS), Sierpinski Carpet, Woven Pattern.

MSC2020: 31E05

1. Pendahuluan

Kesenian merupakan suatu hal yang sangat dekat dengan kehidupan termasuk anyaman. Salah satu ciri anyaman adalah memiliki berbagai macam motif. Terdapat motif anyaman yang terdiri atas susunan bangun dua dimensi yaitu persegi dan persegi panjang. Seiring dengan perkembangan jaman, teknologi menjadi semakin canggih dan dapat digunakan untuk berbagai macam bidang salah satunya matematika. Terdapat bidang matematika yang dapat diaplikasikan pada teknologi komputer yaitu fraktal. Fraktal merupakan suatu bentuk yang dihasilkan dengan cara mengulang suatu pola yang dimiliki sehingga menghasilkan bentuk yang serupa dengan bentuk semula pada setiap bagiannya. Fraktal memiliki ciri yaitu *self-similarity* yang merupakan keadaan suatu objek yang dibangun dengan cara mengganti suatu gambar dengan yang sebangun, tetapi berukuran lebih kecil dari asalnya. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengkonstruksi fraktal yaitu menggunakan metode *Iterated Function System* (IFS). IFS adalah suatu metode yang terasosiasi dengan fungsi iterasi untuk membentuk suatu fraktal.

Fraktal memiliki berbagai macam jenis antara lain *Koch Snowflake*, segitiga Sierpinski, karpet Sierpinski, kurva Hilbert dan himpunan Mandelbrot. Jenis-jenis fraktal dapat diaplikasikan pada benda-benda yang ada di dalam kehidupan, misalnya anyaman.

Anyaman dapat dibuat menggunakan salah satu jenis fraktal yaitu karpet Sierpinski. Terdapat penelitian yang menyatakan bahwa motif anyaman dapat dihasilkan menggunakan fraktal karpet Sierpinski dengan objek penyusun berupa persegi dan disusun dengan menggunakan metode IFS [1]. Penelitian tersebut diaplikasikan menggunakan bahasa pemrograman C++ dengan pola menggunakan *checkbox* berukuran 5×5 . Terdapat pula yang menyatakan pembuatan motif anyaman dapat memanfaatkan metode IFS dengan transformasi afin yaitu translasi, dilasi dan translasi serta rotasi dan translasi pada aplikasi Matlab [2]. Namun, pada penelitian tersebut apabila salah dalam menginputkan nilai, maka program harus diulang dari langkah pertama.

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengembangkan motif-motif anyaman berukuran grid $n \times n$ dengan memanfaatkan IFS. Motif-motif anyaman tersebut akan menyerupai karpet Sierpinski dan diaplikasikan menggunakan GUI pada Matlab.

Anyaman

Kerajinan anyaman merupakan kerajinan tangan yang masih sering dibuat dan dapat dijumpai sampai saat ini. Anyaman diartikan sebagai menganyam, mengatur, tindh-menindh dan silang-menyilang [3]. Anyaman dapat dibuat menggunakan berbagai macam bahan sehingga mengakibatkan terbentuknya berbagai motif anyaman. Anyaman dibagi menjadi tiga berdasarkan cara membuatnya, yaitu anyaman datar (sasak), anyaman miring (serong) dan anyaman persegi (truntum). Anyaman datar (sasak) merupakan anyaman yang dibuat datar, lebar dan pipih, anyaman miring (serong) merupakan anyaman yang dibuat miring biasanya berbentuk dua dimensi atau tiga dimensi. Anyaman persegi (truntum) merupakan anyaman yang dibuat dengan motif persegi, bisa segitiga, segi 4, segidelapan dan seterusnya [4].

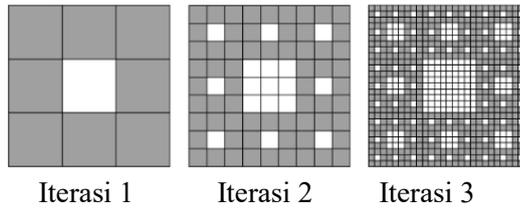
Fraktal

Fraktal merupakan kata sifat yang berarti tidak teratur atau berasal dari bahasa latin *fringere* merupakan kata kerja yang berarti membelah. Fraktal didapatkan melalui proses iterasi serta mempunyai sifat *self-similarity* (keserupaan diri) [5]. Selain *self-similarity*, keteraturan tertentu lainnya juga dimiliki oleh fraktal, yaitu *self-squaring*, *self-inverse* dan *self-affinity*. *Self-squaring* yaitu bentuk geometri fraktal yang merupakan peningkatan kerumitan dari bagian sebelumnya. *Self-inverse* yaitu terdapat suatu bagian dalam fraktal yang merupakan susunan terbalik dari susunan lainnya. *Self-affinity* menggambarkan bahwa fraktal disusun atas bagian-bagian geometri yang saling terangkai satu sama lain [6].

Karpet Sierpinski

Sierpinski adalah sebuah kurva yang mengisi ruang kurva itu sendiri [7]. Objek pada

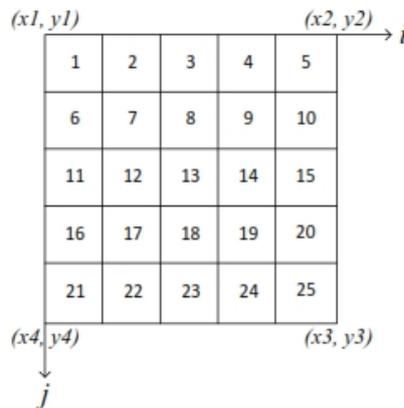
Sierpinski ini membagi dirinya sendiri dan masing-masing bagian mengisi kembali ke bagian persegi tersebut pada skala berbeda. Karpet Sierpinski mulai dibangun dengan persegi lalu dibagi menjadi sembilan kotak yang kongruen dalam 3 grid. Kemudian prosedur yang sama diterapkan secara rekursif kedalam 8 kotak yang tersisa seperti Gambar 1.



Gambar 1. Karpet Sierpinski

Persamaan

Motif anyaman yang dibentuk menyerupai fraktal karpet Sierpinski, membutuhkan rancangan pola dasar. Pola yang dibentuk memanfaatkan nilai koordinat-koordinat dua dimensi. Motif anyaman yang terbentuk dari karpet Sierpinski berbentuk persegi, oleh karena itu pembentukan dilakukan dengan membagi bidang sebanyak n bagian baris dan kolom dengan jarak yang sama. Pada Gambar 2 ditunjukkan pembagian bidang sebanyak 5 bagian.



Gambar 2. Pembagian Bidang

Persegi memiliki 4 buah titik utama sebagai penyusunnya, yaitu koordinat (x_1, y_1) yaitu $(0,0)$ terletak pada sisi kiri atas, koordinat (x_2, y_2) yaitu $(max-width,0)$ yang terletak di sisi kanan atas dengan $max-width$ adalah lebar maksimal persegi, koordinat (x_3, y_3) yaitu $(max-width,max-lenght)$ yang terletak di sisi kanan bawah dengan $max-height$ adalah panjang maksimal persegi, dan koordinat (x_4, y_4) yaitu $(0,max-lenght)$ yang terletak di sisi kiri bawah [1]. Titik $x_{i,j}$ merupakan simbol dari setiap koordinat titik x , dengan i merupakan baris dan j merupakan kolom. Sedangkan titik $y_{i,j}$ merupakan simbol dari setiap koordinat titik y .

Persamaan (1) dan (2) berikut dapat digunakan untuk mencari nilai koordinat titik x dan titik y pada kotak atau persegi yang akan dibangkitkan:

$$ti \quad x_{i,j} = x_1 + \left(\left(\frac{(x_2-x_1)}{n} \right) i \right), x_1 + \left(\left(\frac{(x_2-x_1)}{n} \right) j \right) \quad (1)$$

$$ti \quad y_{i,j} = y_1 + \left(\left(\frac{(y_4-y_1)}{n} \right) i \right), y_1 + \left(\left(\frac{(y_4-y_1)}{n} \right) j \right) \quad (2)$$

dengan:

i = baris kotak yang akan dibangkitkan

j = kolom kotak yang akan dibangkitkan

x_1 = lebar minimal

y_1 = panjang minimal

x_2 = lebar maksimal

y_4 = panjang maksimal

n = ukuran grid

GUI pada Matlab

Graphical User Interface (GUI) merupakan pemrograman yang dapat digunakan pada Matlab. GUIDE atau GUI builDEr merupakan sebuah GUI yang menyediakan media tampilan grafis sebagai pengganti perintah teks untuk berinteraksi antara pengguna dengan program [8]. Hasil pemrograman yang menggunakan GUI akan jauh lebih menarik dan menjadi lebih interaktif serta penggunaan program menjadi lebih efektif. Komponen-komponen standar terdapat pada Matlab untuk keperluan membuat GUI antara lain *edit text*, *static text*, *pushbutton*, *pop-up menu*, *axes*, *uitable*, dll.

Iterated Function System (IFS)

Iterated Function System (IFS) adalah fungsi iterasi yang memiliki sifat *self-similarity* sehingga menghasilkan fraktal yang sama dengan objek penyusun aslinya. Fungsi iterasi adalah fungsi yang terdiri atas dirinya sendiri dan tak terhingga pengulangan bentuk objeknya, dalam proses ini disebut iterasi. Proses iterasi dimulai dari nilai awal, selanjutnya menentukan hasil yang akan mengakibatkan fungsi sebagai masukan dan mengulanginya beberapa kali [9]. Setiap fungsi yang menggunakan konsep IFS tersebut dapat menggunakan bantuan program komputer untuk menghasilkan suatu motif tertentu yang sangat unik [10]. Selain itu, IFS tidak digunakan pada semua domain, tetapi hanya pada domain yang termasuk dalam himpunan bagian dari ruang yang dipakai.

2. Metodologi

Sebelum membentuk sebuah motif anyaman, terlebih dahulu membuat pola dasar. Pola merupakan bentuk dasar atau rangkaian yang digunakan untuk menghasilkan suatu bentuk. Pola anyaman yang dibuat terdiri dari beberapa persegi. Persegi-persegi yang

menjadi pola dasar dapat dikembangkan mejadi suatu fraktal. Pola dibuat dengan cara menentukan ukuran grid $n \times n$ sesuai dengan motif yang diinginkan. Setelah menentukan ukuran grid $n \times n$, langkah selanjutnya yitu memasukkan pola pada tabel GUI menggunakan bilangan bulat.

Apabila pola dasar sudah terbentuk, maka pola akan diberi iterasi untuk mendapatkan motif anyaman yang lebih menarik. Iterasi dioperasikan pada kotak yang ditandai dengan bilangan bulat terbesar.

3. Hasil dan Pembahasan

Simulasi program dilakukan dengan membuat beberapa motif anyaman yang memiliki ukuran grid dan iterasi berbeda-beda.

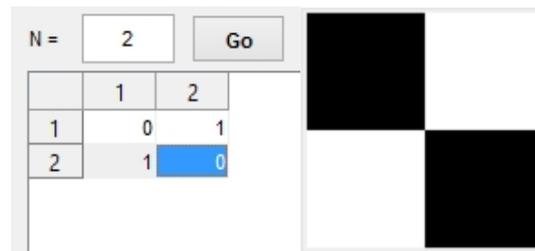
a. Pola dasar motif anyaman

Ukuran grid $n \times n$ merupakan n baris dan n kolom yang dapat disesuaikan dengan keinginan pembuat. Apabila ukuran grid 1×1 , maka akan dihasilkan pola anyaman seperti pada Gambar 3.

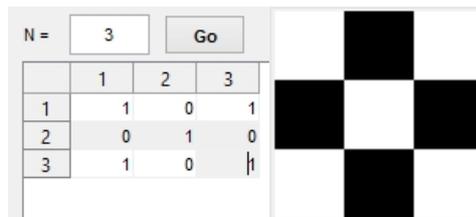


Gambar 3. Pola anyaman ukuran grid 1×1

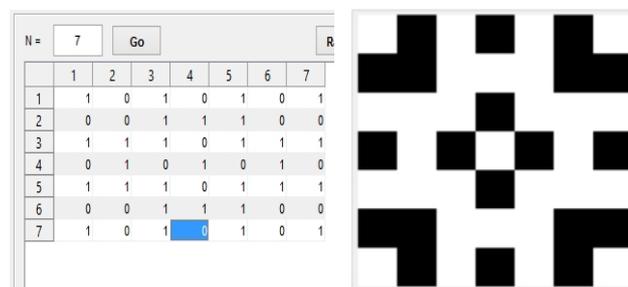
Pada Gambar 3, pola yang dihasilkan berupa gambar persegi polos, sehingga tidak dapat menghasilkan sebuah motif. Sedangkan sebuah anyaman harus memiliki motif. Oleh karena itu, ukuran grid yang digunakan untuk membuat pola dasar anyaman yaitu $n > 1$. Berikut ini contoh pola dasar anyaman dengan ukuran grid $n > 1$ dapat dilihat pada Gambar 4.



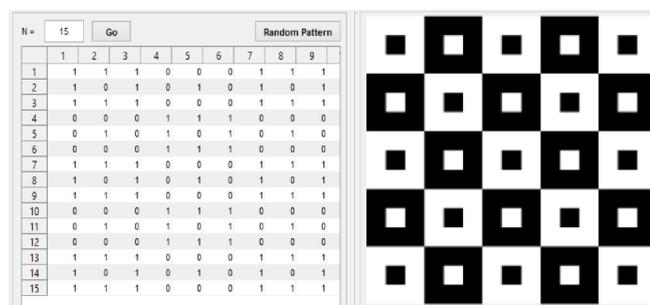
(a)



(b)



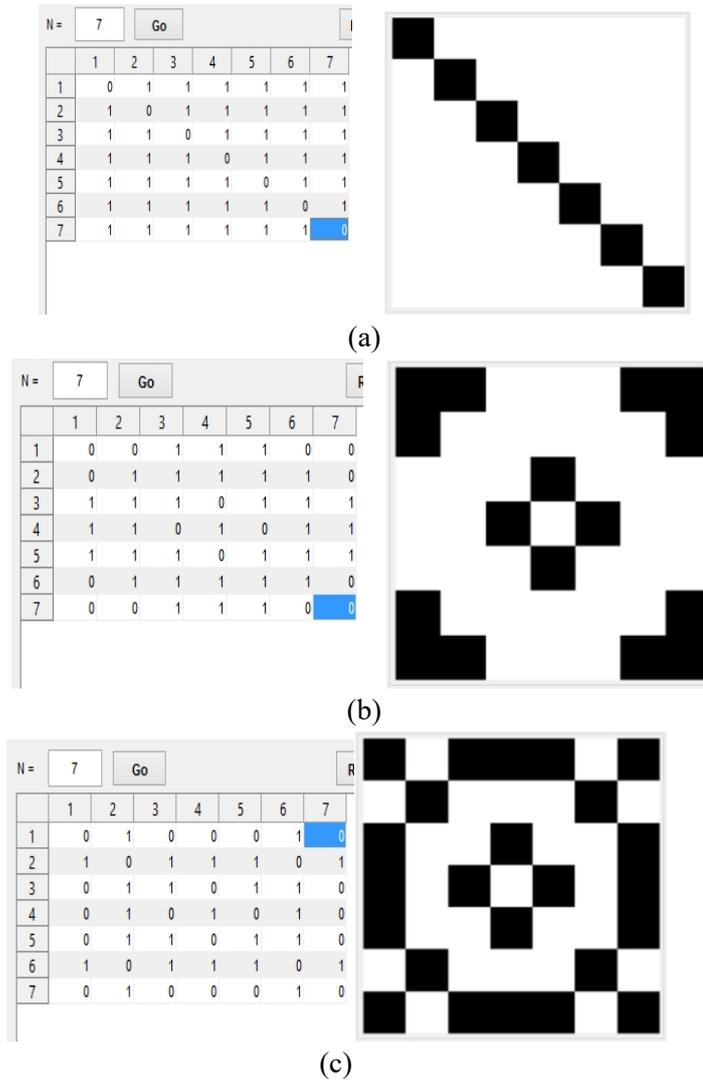
(c)



(d)

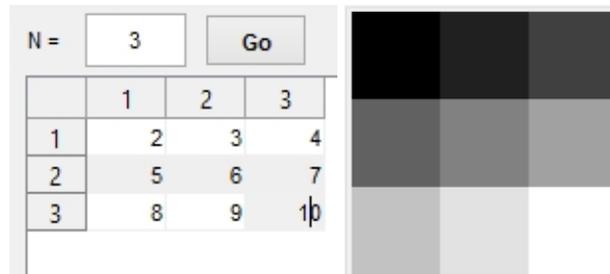
Gambar 4. Pola Dasar Anyaman
 (a) Ukuran Grid 2×2 (b) Ukuran Grid 3×3
 (c) Ukuran Grid 7×7 (d) Ukuran Grid 15×15

Pola dasar dapat dibuat dengan menginputkan bilangan bulat tak negatif secara manual sesuai dengan pola yang diinginkan. Apabila bilangan bulat yang digunakan 0 dan 1, maka kotak yang diberi tanda 0 akan berwarna hitam, sedangkan kotak yang diberi tanda 1 akan berwarna putih. Contoh pola dasar anyaman yang dibentuk oleh bilangan bulat 0 dan 1 dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pola Dasar Anyaman Ukuran Grid 7×7
 (a) 42 kotak bertanda bilangan bulat terbesar (b) 33 kotak bertanda bilangan bulat terbesar (c) 25 kotak bertanda bilangan bulat terbesar

Selain bilangan 0 dan 1, pola dasar juga dapat dibuat dengan bilangan bulat lainnya seperti pada Gambar 6.

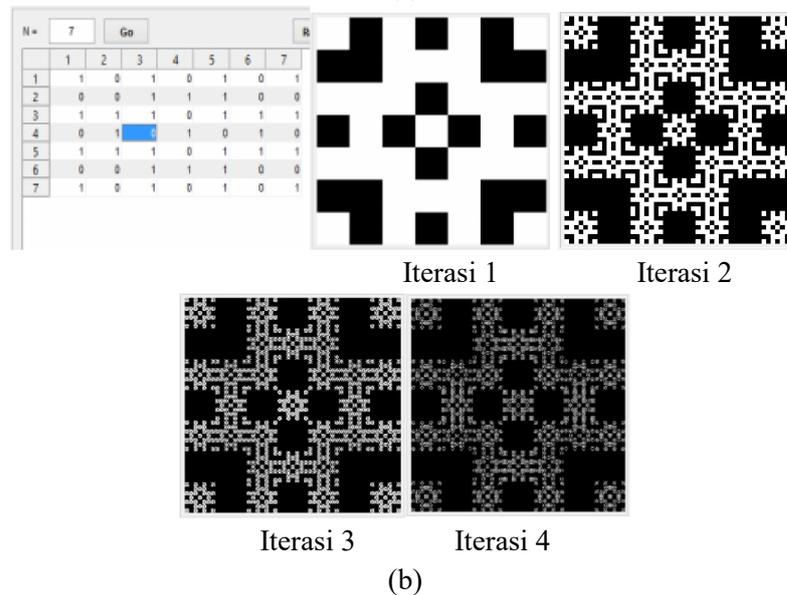
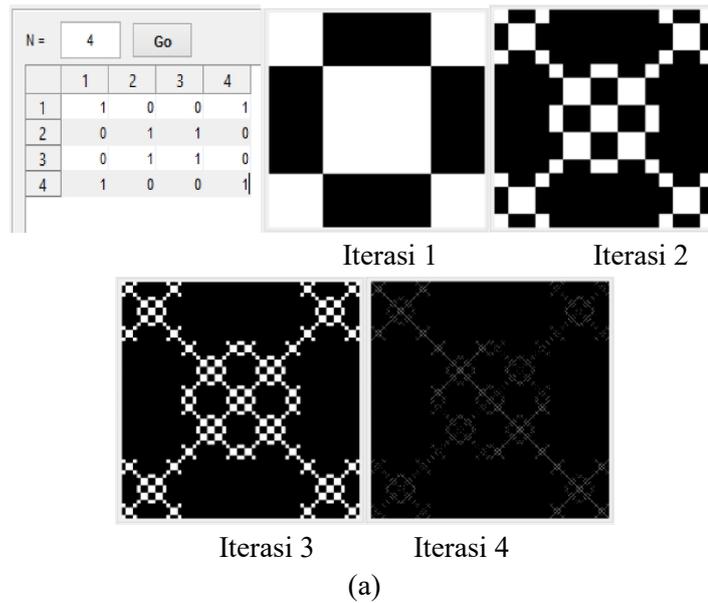


Gambar 6. Pola Dasar Menggunakan Tanda Bilangan Bulat 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 dan 10

Pada Gambar 6, terlihat bahwa semakin kecil bilangan bulat yang digunakan, maka warna pada kotak akan semakin gelap. Sedangkan apabila menggunakan bilangan bulat semakin besar, maka warna pada kotak akan semakin terang. Namun, Gambar 6 bertentangan dengan cara pembuatan anyaman yang tindih-menindih atau silang-menyilang. Semua kotak memiliki warna yang berbeda pada Gambar 6 sehingga tidak menunjukkan adanya rangkaian yang saling menyilang. Oleh karena itu, dalam satu baris atau satu kolom harus ada minimal dua warna yang sama untuk menunjukkan bahwa terdapat rangkaian yang saling menyilang. Sehingga pemberian bilangan bulat pada satu baris atau satu kolom harus ada minimal dua bilangan yang sama.

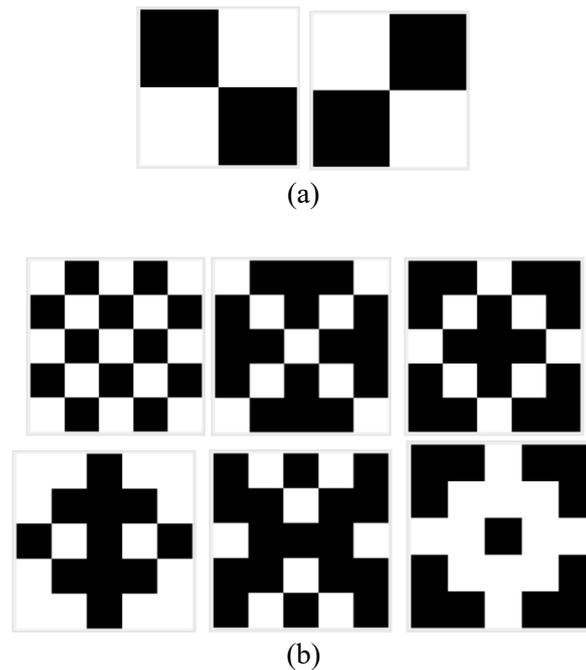
b. Pembangkitan Motif Anyaman pada GUI Menggunakan IFS

Motif anyaman dapat dibentuk setelah diperoleh pola dasar anyaman. Setelah pola dasar anyaman terbentuk, maka langkah selanjutnya yaitu membangkitkan motif anyaman menggunakan IFS pada GUI Matlab. Pola dasar akan terbentuk menjadi sebuah motif dan menjadi lebih menarik apabila diberi iterasi atau pengulangan. Fungsi iterasi akan dioperasikan pada kotak yang bertanda bilangan bulat terbesar seperti Gambar 7.



Gambar 7. Variasi Pola dengan Iterasi
 (a) Ukuran Grid 4×4 (b) ukuran Grid 7×7

Hasil penelitian menunjukkan bahwa motif anyaman dapat dibuat menarik dengan pola yang bervariasi. Pola anyaman dapat ditentukan melalui ukuran grid sesuai dengan keinginan seperti Gambar 4. Pola dasar dengan ukuran grid yang berbeda akan menghasilkan anyaman yang berbeda pula. Semakin sedikit $n \times n$ yang digunakan, maka motif anyaman akan semakin sulit terlihat. Sedangkan semakin banyak $n \times n$ yang digunakan, maka motif akan semakin mudah terlihat. Hal ini dikarenakan semakin banyak $n \times n$, maka semakin banyak kotak yang digunakan untuk membuat pola dasar sehingga pola dasar lebih terlihat motifnya. Selain itu, semakin banyak ukuran grid $n \times n$ yang digunakan, maka variasi pola dasar akan semakin banyak seperti Gambar 8.



Gambar 8. Variasi Pola Anyaman
(a) Ukuran Grid 2×2 (b) Ukuran Grid 5×5

Gambar 8 menunjukkan bahwa pola dasar berukuran grid 2×2 memiliki variasi pola lebih sedikit daripada pola dasar berukuran 5×5 . Oleh karena itu, apabila grid $n \times n$ yang dipakai semakin sedikit, maka variasi pola dasar anyaman akan semakin sedikit. Sedangkan apabila menggunakan grid $n \times n$ semakin banyak, maka variasi pola dasar anyaman yang terbentuk akan semakin banyak.

Pola dasar juga dipengaruhi oleh pemberian tanda bilangan bulat. Bilangan bulat terbesar akan mempengaruhi bentuk dari pola dasar anyaman. Pada Gambar 5 memiliki ukuran grid yang sama namun dengan tanda berbeda. Semakin banyak jumlah kotak yang ditandai dengan bilangan bulat terbesar seperti Gambar 5 (a), maka pola dasar akan semakin sulit terbentuk. Sedangkan semakin sedikit jumlah kotak yang ditandai dengan bilangan bulat terbesar seperti Gambar 5 (c), maka pola dasar semakin mudah terbentuk.

Motif anyaman dibuat menyerupai fraktal dengan memanfaatkan IFS pada GUI Matlab. IFS dibangkitkan pada kotak yang telah ditandai dengan bilangan bulat terbesar. Kotak tersebut akan mengulang bentuk keseluruhan kedalam ukuran yang lebih kecil dengan menggunakan Persamaan (3) pada program GUI Matlab sebagai berikut:

$$\left((i - 1)N^{(t-1)} + (1: N^{(t-1)}) \right), (j - 1)N^{(t-1)} + (1: N^{(t-1)}) \quad (3)$$

dengan:

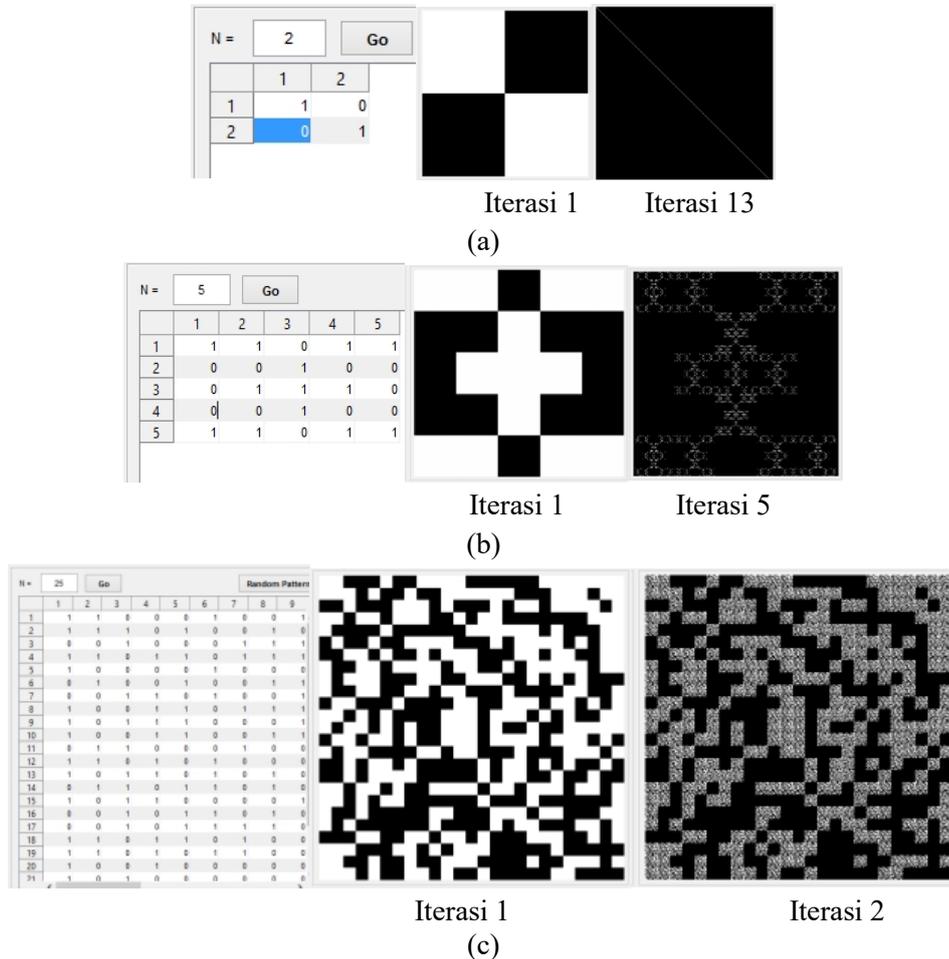
i = baris

j = kolom

N = ukuran grid

t = iterasi

Aplikasi pada GUI dapat membentuk motif anyaman dengan ukuran grid $n \times n$ dengan n tak hingga. Namun, pemberian iterasi pada pola anyaman terbatas sesuai dengan kapasitas program aplikasi GUI pada masing-masing komputer. Berikut ini Gambar 9 merupakan motif anyaman yang terbentuk berdasarkan ukuran grid dan iterasi.



Gambar 9. Variasi Motif dengan Iterasi Maksimal
 (a) Ukuran Grid 2×2 (b) Ukuran Grid 5×5 (c) Ukuran Grid 25×25

Motif anyaman pada Gambar 9 menunjukkan grid dan iterasi yang berbeda-beda sesuai dengan kapasitas program. Pola dengan ukuran grid 2×2 dapat diberikan iterasi sampai 13, pola dengan ukuran grid 5×5 dapat diberikan iterasi sampai 5 dan pola dengan ukuran 25×25 dapat diberikan iterasi sampai 2. Apabila diberikan iterasi yang lebih dari kapasitas program, maka gambar tidak akan muncul. Oleh karena itu, apabila motif anyaman yang terbuat dari pola dasar berukuran grid semakin sedikit, maka dapat diberikan iterasi yang semakin banyak. Sedangkan apabila motif anyaman yang terbuat dari pola dasar berukuran semakin banyak, maka iterasi yang diberikan akan semakin sedikit.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Pola dasar anyaman yang digunakan untuk membuat motif anyaman dipengaruhi oleh ukuran grid n baris dan n kolom. Semakin sedikit grid $n \times n$ yang digunakan, maka motif anyaman akan semakin sulit terbentuk. Sedangkan semakin banyak grid $n \times n$ yang digunakan, maka motif anyaman akan semakin mudah terbentuk.
- b. Pola dibuat dengan menginputkan bilangan bulat. Apabila jumlah kotak yang ditandai dengan bilangan bulat terbesar semakin banyak, maka pola dasar akan semakin sulit terbentuk. Sedangkan apabila jumlah kotak yang ditandai dengan bilangan bulat terbesar semakin sedikit, maka pola dasar akan semakin mudah terbentuk.
- c. Motif anyaman dapat dibuat bervariasi dengan memanfaatkan metode IFS yang ada pada fraktal karpet Sierpinski.
- d. Motif anyaman akan terlihat lebih menarik dan bervariasi apabila diberikan beberapa iterasi pada pola dasar anyaman. Iterasi yang diberikan pada pola disesuaikan dengan ukuran grid $n \times n$. Apabila menggunakan pola dasar dengan ukuran grid semakin sedikit, maka iterasi yang diberikan akan semakin banyak. Jika menggunakan pola dasar dengan ukuran grid semakin banyak, maka iterasi yang diberikan akan semakin sedikit.

Penelitian ini menggunakan ukuran grid $n \times n$ untuk membuat sebuah motif anyaman. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan pembuatan motif anyaman dengan ukuran grid $m \times n$ agar lebih banyak variasi motif yang dihasilkan. Selain itu, penelitian ini memiliki kelemahan yaitu apabila iterasi yang digunakan untuk membuat motif anyaman terlalu besar dan tidak sesuai dengan ukuran grid, maka akan terjadi eror. Oleh karena itu penelitian selanjutnya dapat menggunakan aplikasi pemrograman selain GUI pada Matlab.

Daftar Pustaka

- [1] Suria.O, M. Kartika, W. Kusuma, 2014, Membuat motif anyaman bervariasi dengan menggunakan fraktal sierpinski carpet, *Sientika* 2 (1): 511-519.
- [2] Prasasti.I, 2018, Pemanfaatan Metode Iterated Function System dalam Pengembangan Motif Anyaman, *Skripsi*, Jember: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

- [3] Sugiono.D, 2008, *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- [4] Mutmainah.S, 2014, *Buku Ajar: Kriya Anyam*, Surabaya: Jurusan Seni Rupa Fakultas Bahasa dan Seni UNESA.
- [5] Mandelbrot.B.B, 1983, *The Fractal Geometry of Nature*, New York: W.H. Freeman Company.
- [6] Baragar.A, 2001, *A Survey Of Classical and Modern Geometry*, Prentice Hall: New Jersey.
- [7] Gough.J, 2012, *Hilbert and Sierpinski Spacefilling Curves and Beyond*, Australia: Gale Education, Religion and Humanities Lite Package.
- [8] Sugiharto.A, 2006, *Pemrograman GUI dengan Matlab*, Yogyakarta: Andi Offset.
- [9] Falconer.K, 2003, *Fractal Geometry: Mathematical Foundations and Applications*, West Sussex: John Wiley & Sons.
- [10] Utomo.B, 2011, Fraktal dan Invers Fraktal, *Jurnal Matematika* 2 (1): 28-37.

