

RANCANG BANGUN KARYA SENI POLA UBIN MODEL FRAKTAL DARI POLA DUA DAN TIGA GARIS GENERIK DENGAN TEKNIK REFLEKSI HORIZONTAL-VERTIKAL DAN DIAGONAL

Tedjo Darmanto^{1*}, Rizal Sopandi², Herdi Yunirwan³

^{1,2,3}Universitas Islam Nusantara, Indonesia

E-mail : tedjodarmanto@uninus.ac.id

Abstract: This research is done based on the needs of designing artworks that are easy to do through computer programs. The method used is a development method with two stages, namely the stage of duplication of generic data code and the stage of horizontal-vertical and diagonal reflection of images obtained from phase one to produce symmetrical images in subsequent phases. Tile pattern symmetrical drawing artwork can be designed and constructed with fractal models through generic two- and three-line patterns. The self-similarity properties of generic fractal objects can be duplicated through the reflection of horizontal-vertical and diagonal directions. Tile pattern artwork can be built in several phases with horizontal-vertical and diagonal mirroring before coloring. This tile pattern artwork is a visualization of object data in the form of recyclable *Affine* coefficients.

Keywords: Tile Pattern, Fractal Model, Generic Pattern, Horizontal-Vertical And Diagonal Reflection

Abstrak: Penelitian ini dilakukan berdasarkan kebutuhan rancang-bangun karya seni yang mudah dilakukan melalui program komputer. Metode yang digunakan adalah metode pengembangan dengan dua tahapan yaitu tahap duplikasi kode data generik dan tahap refleksi secara horizontal-vertikal dan diagonal citra yang diperoleh dari fase satu untuk menghasilkan citra simetris pada fase-fase selanjutnya. Karya seni gambar simetris pola ubin dapat dirancang dan dibangun dengan model fraktal melalui pola generik dua dan tiga garis. Sifat keserupaan diri obyek fraktal generik dapat diduplikasi melalui refleksi arah horizontal-vertikal dan diagonal. Karya seni pola ubin dapat dibangun dalam beberapa fase dengan pencerminan horizontal-vertikal dan diagonal sebelum pewarnaan. Karya seni pola ubin ini merupakan visualisasi data obyek berupa koefisien *Affine* yang dapat didaur-ulang.

Kata kunci: Pola Ubin, Model Fraktal, Pola Generik, Refleksi Horizontal-Vertikal Dan Diagonal.

Copyright (c) 2023 The Authors. This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

PENDAHULUAN

Karya seni yang dirancang-bangun dengan model fraktal mempunyai keunggulan dalam hal kemudahan perancangan dan daur ulang karya seni yang dihasilkan, karena menggunakan pengkodean yang merupakan koefisien *Affine*. Transformasi *Affine* dapat dilakukan terhadap koefisien *Affine* seperti refleksi secara horizontal, vertikal dan diagonal. Kemudahan rancangan model fraktal *Iterated Function System* (IFS) karena memenuhi sifat fraktal yaitu keserupaan-diri. Dengan sifat keserupaan diri ini

memungkinkan dilakukannya proses “*copy-paste*” terhadap identitas obyek fraktal generic yang hanya terdiri dua atau tiga garis saja.

Penelitian yang terkait dengan rancangan grafis berdasarkan teori fraktal telah dilakukan oleh Jiao, B. (Jiao, B. 2010). Penelitian yang terkait dengan pemanfaatan model fraktal dalam pembangkitan citra artistik sudah dilakukan peneliti sebelumnya, seperti pola ubin (Chen, Z. 2020, Darmanto, T. 2015). Penelitian terkait rancang-bangun karya seni dengan model fraktal lainnya, seperti perancangan pola disain tekstil dan motif batik menurut Meng, G.L. 2012, Darmanto, T. (2016), pembuatan citra karya seni simetrik dengan model multi-obyek fraktal berdasarkan metoda pencerminan menurut Darmanto, T. (2014) dan rancangan pola ubin model fraktal IFS sebagai karya seni berdasarkan rotasi dan pencerminan empat *Collage* menurut Darmanto, T. (2015). Penelitian yang berkaitan dengan pengubinan berdasarkan sifat keserupaan diri berdasarkan faktor bilangan bulat juga pernah dilakukan Frettloh, D. (2002), juga yang berkaitan dengan karya seni simetris dan asimetris menurut Mc Manus, C. (2005). Penelitian pembangkitan obyek fraktal terkait dengan karakter huruf dan angka yang artistik (Darmanto, T. 2021). Penelitian pola fraktal terkait seni *fashion*, seni grafis dan disain pola Lacquerware telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Long, X. et.al. (2009), Dongdong, L. (2012), Kharbanda, M. & Bajaj, N., Hu, Y. & Chen, M. (2019). Penelitian terkait *graphics rebuilding* dengan fraktal dilakukan oleh Wei, H., et.al. (2009). Penelitian terkait studi aplikasi citra fraktal dengan algoritma Iterated Function System dilakukan oleh Xiao, H.R. (2013). Penelitian terkait intelligent dilakukan oleh Xu, S., et.al. (2009). Penelitian terkait pola dekoratif keramik berdasarkan model awan dan seni fraktal telah dilakukan oleh Yang, L. (2008). Penelitian pembangkit citra fraktal berdasarkan proses acak Markov (Zhang, L. et.al. 2019). Penelitian terkait pemanfaatan analisis fraktal dalam ilmu pengetahuan telah dilakukan oleh Malishevsky, A, (2020).

METODE

Penelitian ini berkaitan dengan rancang bangun citra artistik digital yang dibangkitkan dengan program komputer. Metode penelitian dilakukan melalui dua tahapan, yaitu perancangan melalui pemodelan dan pengembangan aplikasi dengan pemrograman. Subyek penelitian terkait dengan visualisasi obyek berupa data teks yang dibangkitkan melalui pemodelan fraktal melalui tool aplikasi pembangkit citra fraktal berdasarkan teori teorema *Collage* dan pengkodean dalam bentuk kumpulan koefisien *Affine* dari obyek

fraktal tersebut (Barnsley, M.F. 1993, Darmanto, T. 2016b). Teknik analisis untuk membuat rancangan adalah dengan memanfaatkan sifat keserupaan diri dari obyek fraktal, agar diperoleh kemudahan dalam perancangan dan pembuatan karya seni pola ubin. Agar hasil perancangan efektif, maka dapat dilakukan metode “*copy-paste*” identitas obyek fraktal generik yang hanya dibangun oleh dua atau tiga garis saja, tetapi akan dapat dihasilkan banyak garis simetris yang membentuk pola ubin. Untuk menghasilkan pola ubin yang lebih rumit dapat dilakukan dengan pencerminan secara horizontal vertikal dan diagonal secara bertahap dalam beberapa fase. Pada penelitian ini dipertunjukkan kemudahan perancangan dari dua dan tiga garis yang menghasilkan banyak garis sebagai pembatas pewarnaan citra yang berbeda tetapi simetris.

Teorema *Collage*

Teorema *Collage* merupakan dasar pembentukan sifat keserupaan diri melalui pemetaan titik-titik baru berdasarkan posisi titik-titik sebelumnya, sedemikian sehingga titik-titik baru merupakan duplikasi titik-titik sebelumnya pada tempat dan arah yang berbeda sesuai nilai enam jenis koefisien *Affine*, yaitu koefisien “a”, “b”, “c”, “d” yang mewakili bentuk pada arah horizontal dan vertikal dan koefisien “e” dan “f” yang mewakili ukuran pada arah horizontal (x) dan vertikal (y). Secara matematis teorema *Collage* dapat dinyatakan dengan persamaan (1) dan (2)

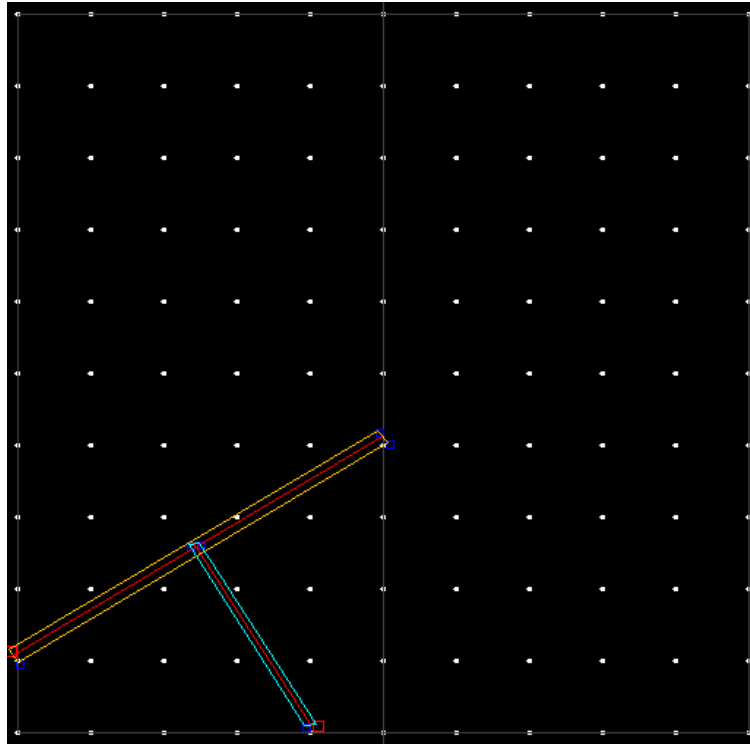
$$w \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e \\ f \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$w \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r * \cos t & -s * \sin u \\ r * \sin t & s * \cos t \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e \\ f \end{bmatrix} \quad (2)$$

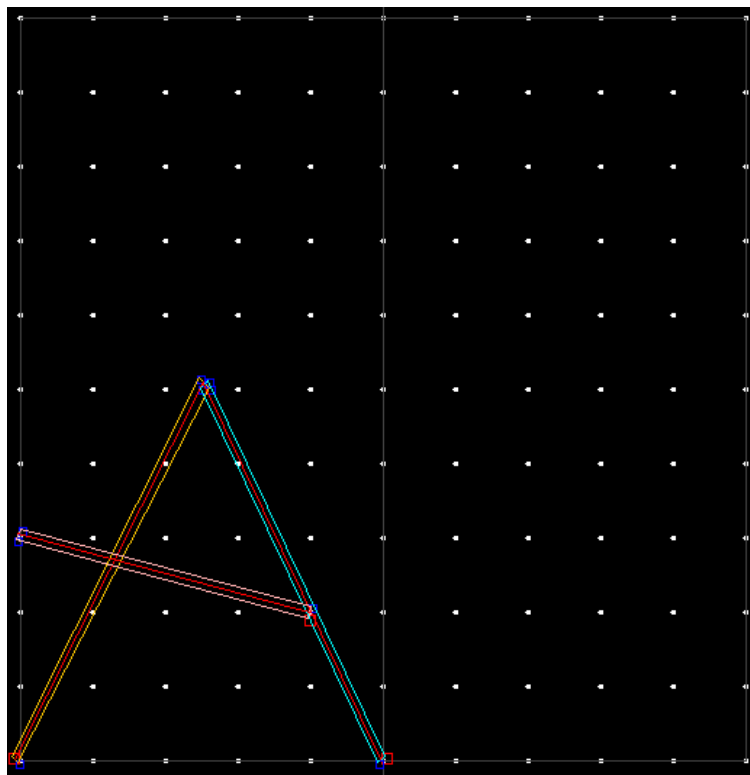
Tabel 1. Parameter persamaan (2)

Parameter	Deskripsi
<i>r</i>	Dimensi horizontal komponen <i>Collage</i>
<i>s</i>	Dimensi vertikal komponen <i>Collage</i>
<i>t</i>	Sudut deviasi dimensi horizontal
<i>u</i>	Sudut deviasi dimensi vertikal

Sebagai contoh ditampilkan rancangan generik dua garis dan tiga garis yang akan dijadikan contoh karya seni pada penelitian ini (gambar-1 dan 2)



Gambar 1. Rancangan Dua garis generik (tipe-1: seperti huruf “T”)



Gambar 2. Rancangan Tiga garis generik (tipe-2: seperti huruf “A”)

Kode IFS

Kode IFS yang diperoleh melalui komposisi anggota *Collage* yang dibentuk dan mewakili keenam koefisien *Affine* ditambah faktor probabilitas kemunculannya. Sebagai contoh ditampilkan koefisien obyek generik dua garis (tabel-2) dan obyek generik tiga garis (tabel-3)

Tabel 2. Kode IFS tipe-1 Generik (2 komponen)

a	b	c	d	e	f	prob
0.012	-0.5	0.018	0.304	-0.5	-0.1	0.66
-0.01	0.159	0.002	0.252	-0.09	0.0	0.34

Tabel 3. Kode IFS tipe-2 Generik (3 komponen)

a	b	c	d	e	f	prob
0.008	-0.25	0.008	0.51	-0.5	0.001	0.37
0.0	0.244	0.008	0.506	0.001	0.001	0.37
0.003	0.402	-0.01	0.106	-0.09	-0.19	0.26

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Untuk efisiensi perancangan kode IFS obyek "T" yang terdiri dari dua garis diduplikasi secara horizontal, kemudian secara vertikal dan juga secara diagonal. Dengan cara yang sama juga dilakukan terhadap kode IFS obyek "A" yang terdiri dari tiga garis

Tipe-1 Obyek "T"

Tabel 4. Kode IFS tipe-1 Hasil Refleksi horizontal (baris-3 & 4)

a	b	c	d	e	f	prob
0.012	-0.5	0.018	0.304	-0.5	-0.1	0.66/2
-0.01	0.159	0.002	0.252	-0.09	0.0	0.34/2
0.012	0.5	-0.018	0.304	0.5	-0.1	0.66/2
-0.01	-0.159	-0.002	0.252	0.09	0.0	0.34/2

Tabel 5. Kode IFS tipe-1 Hasil Refleksi vertikal dan translasi vertikal (baris-5 sampai 8)

a	b	c	d	e	f	prob
0.012	-0.5	0.018	0.304	-0.5	-0.1	0.66/4
-0.01	0.159	0.002	0.252	-0.09	0.0	0.34/4
0.012	0.5	-0.018	0.304	0.5	-0.1	0.66/4
-0.01	-0.159	-0.002	0.252	0.09	0.0	0.34/4
0.012	0.5	-0.018	0.304	0.0	-0.595	0.66/4
-0.01	-0.159	-0.002	0.252	-0.249	-0.747	0.34/4
0.012	-0.5	0.018	0.304	0.0	-0.595	0.66/4
-0.01	0.159	0.002	0.252	0.2490	-0.747	0.34/4

Tabel 6. Kode IFS tipe-1 Hasil Refleksi diagonal dan translasi horizontal dan vertikal (baris-9 sampai 16)

a	b	c	d	e	f	prob
0.012	-0.5	0.018	0.304	-0.5	-0.1	0.66/8
-0.01	0.159	0.002	0.252	-0.09	0.0	0.34/8
0.012	0.5	-0.018	0.304	0.5	-0.1	0.66/8
-0.01	-0.159	-0.002	0.252	0.09	0.0	0.34/8
0.012	0.5	-0.018	0.304	0.0	-0.595	0.66/8
-0.01	-0.159	-0.002	0.252	-0.249	-0.747	0.34/8
0.012	-0.5	0.018	0.304	0.0	-0.595	0.66/8
-0.01	0.159	0.002	0.252	0.2490	-0.747	0.34/8
0.304	0.018	-0.5	0.012	-0.238	-0.243	0.66/8
0.252	0.002	0.159	-0.01	-0.373	-0.335	0.34/8
0.304	-0.018	0.5	0.012	-0.256	-0.743	0.66/8
0.252	-0.002	-0.159	-0.01	-0.375	-0.674	0.34/8
0.304	-0.018	0.5	0.012	0.2379	-0.244	0.66/8
0.252	-0.002	-0.159	-0.01	0.3719	-0.335	0.34/8
0.304	0.018	-0.5	0.012	0.2560	-0.743	0.66/8
0.252	0.002	0.159	-0.01	0.3740	-0.674	0.34/8

Tipe-2 Obyek “A”**Tabel 7.** Kode IFS tipe-2 Hasil Refleksi horizontal (baris-4 sampai 6)

a	b	c	d	e	f	prob
0.008	-0.25	0.008	0.51	-0.5	0.001	0.37/2
0.0	0.244	0.008	0.506	0.001	0.001	0.37/2
0.003	0.402	-0.01	0.106	-0.09	-0.19	0.26/2
0.008	0.25	-0.008	0.51	0.5	0.001	0.37/2
0.0	-0.244	-0.008	0.506	-0.001	0.001	0.37/2
0.003	-0.402	0.01	0.106	0.09	-0.19	0.26/2

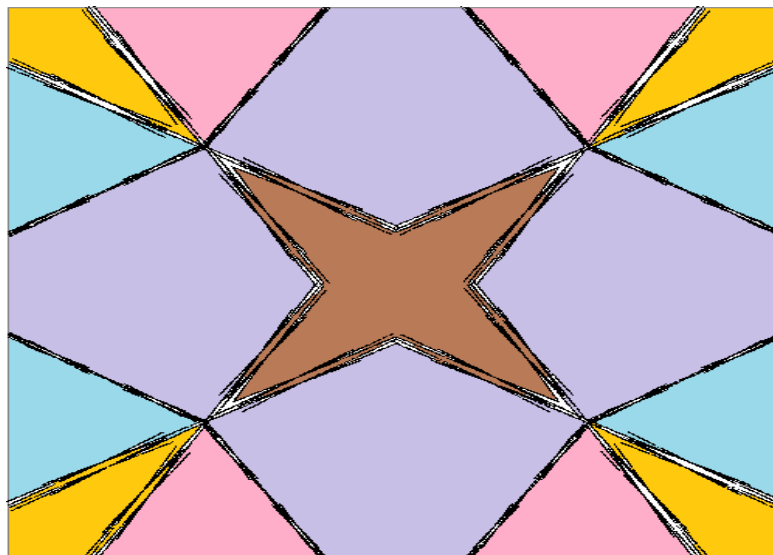
Tabel 8. Kode IFS tipe-2 Hasil Refleksi vertikal dan translasi vertikal (baris-7 sampai 12)

a	b	c	d	e	f	Prob
0.008	-0.25	0.008	0.51	-0.5	0.001	0.37/4
0.0	0.244	0.008	0.506	0.001	0.001	0.37/4
0.003	0.402	-0.01	0.106	-0.09	-0.19	0.26/4
0.008	0.25	-0.008	0.51	0.5	0.001	0.37/4
0.0	-0.244	-0.008	0.506	-0.001	0.001	0.37/4
0.003	-0.402	0.01	0.106	0.09	-0.19	0.26/4
0.008	0.25	-0.008	0.51	-0.250	-0.490	0.37/4
0.0	-0.244	-0.008	0.506	-0.242	-0.494	0.37/4
0.003	-0.402	0.01	0.106	-0.492	-0.704	0.26/4
0.008	-0.25	0.008	0.51	0.2500	-0.490	0.37/4
0.0	0.244	0.008	0.506	0.2429	-0.494	0.37/4
0.003	0.402	-0.01	0.106	0.4920	-0.704	0.26/4

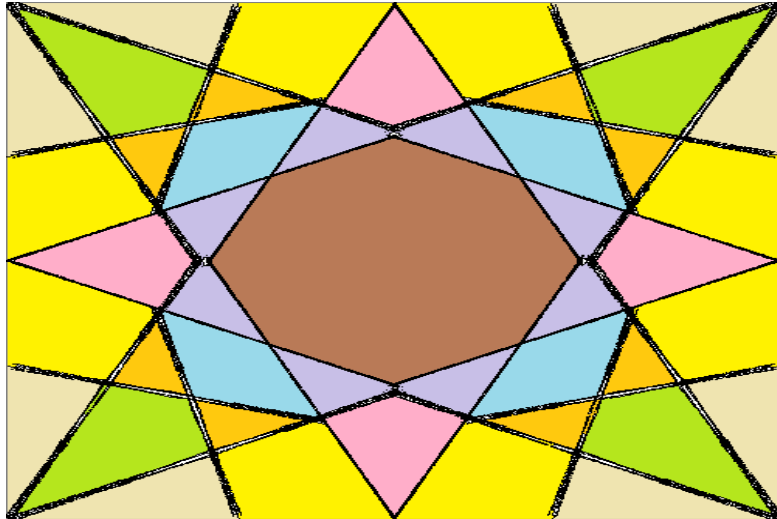
Tabel 9. Kode IFS tipe-2 Hasil Refleksi diagonal dan translasi horizontal dan vertikal (baris-13 sampai 24)

a	b	c	d	e	f	Prob
0.008	-0.25	0.008	0.51	-0.5	0.001	0.37/8
0.0	0.244	0.008	0.506	0.001	0.001	0.37/8
0.003	0.402	-0.01	0.106	-0.09	-0.19	0.26/8
0.008	0.25	-0.008	0.51	0.5	0.001	0.37/8
0.0	-0.244	-0.008	0.506	-0.001	0.001	0.37/8
0.003	-0.402	0.01	0.106	0.09	-0.19	0.26/8
0.008	0.25	-0.008	0.51	-0.250	-0.490	0.37/8
0.0	-0.244	-0.008	0.506	-0.242	-0.494	0.37/8
0.003	-0.402	0.01	0.106	-0.492	-0.704	0.26/8
0.008	-0.25	0.008	0.51	0.2500	-0.490	0.37/8
0.0	0.244	0.008	0.506	0.2429	-0.494	0.37/8
0.003	0.402	-0.01	0.106	0.4920	-0.704	0.26/8
0.51	0.008	-0.25	0.008	-0.241	-0.121	0.37/8
0.506	0.008	0.244	0.0	-0.243	-0.379	0.37/8
0.106	-0.01	0.402	0.003	-0.261	-0.207	0.26/8
0.51	-0.008	0.25	0.008	-0.249	-0.870	0.37/8
0.506	-0.008	-0.244	0.0	-0.251	-0.621	0.37/8
0.106	0.01	-0.402	0.003	-0.252	-0.789	0.26/8
0.51	-0.008	0.25	0.008	0.2410	-0.121	0.37/8
0.506	-0.008	-0.244	0.0	0.2430	-0.380	0.37/8
0.106	0.01	-0.402	0.003	0.2620	-0.207	0.26/8
0.51	0.008	-0.25	0.008	0.2489	-0.871	0.37/8
0.506	0.008	0.244	0.0	0.2510	-0.620	0.37/8
0.106	-0.01	0.402	0.003	0.2519	-0.789	0.26/8

Hasil fase-1 (Duplikasi kode IFS)

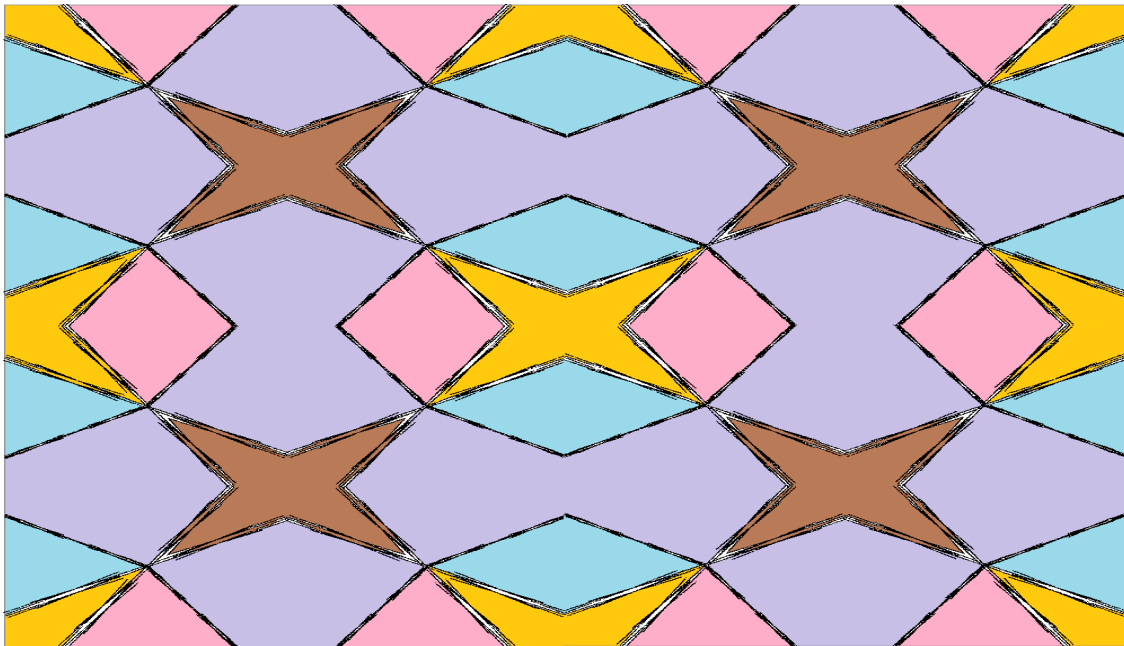


Gambar 3. Hasil agregasi horizontal-vertikal dan diagonal tipe-1 (tabel-6)

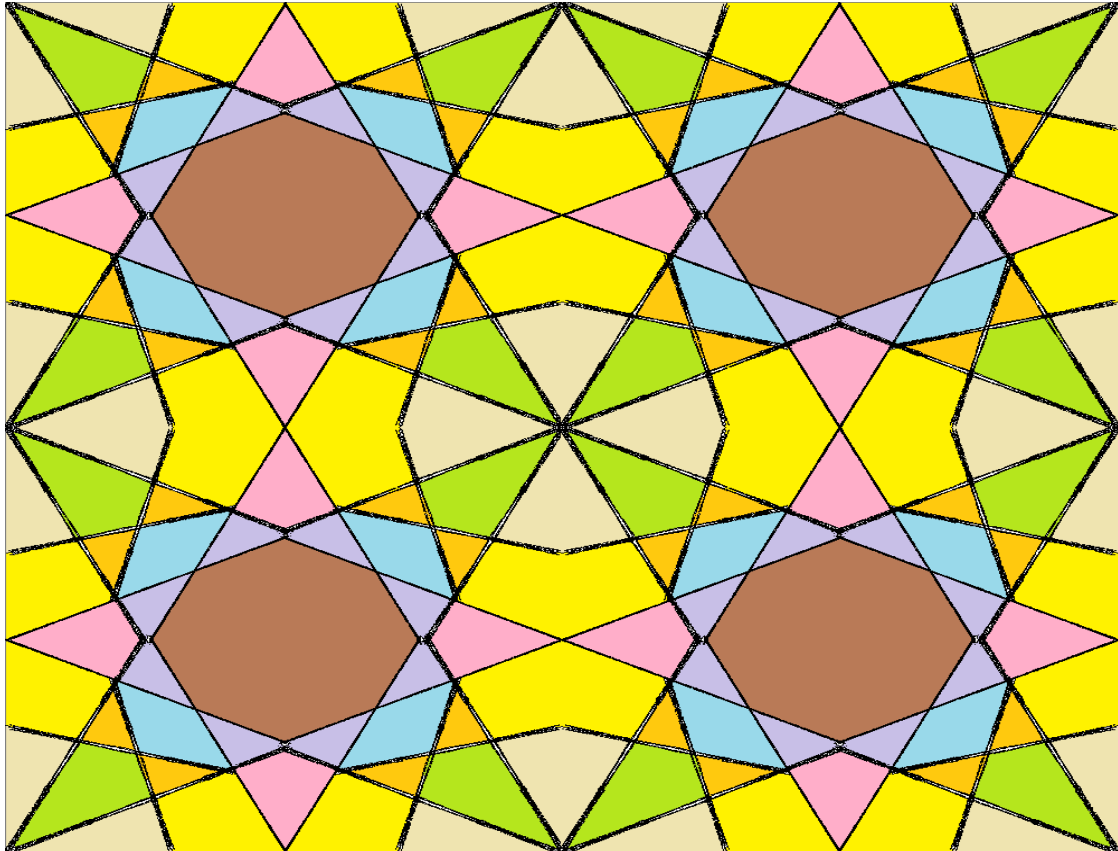


Gambar 4. Hasil agregasi horizontal-vertikal dan diagonal tipe-2 (tabel-9)

Hasil fase-2 (Refleksi citra)



Gambar 5. Hasil agregasi horizontal-vertikal dan diagonal tipe-1



Gambar 6. Hasil agregasi horizontal-vertikal dan diagonal tipe-2

Pembahasan

Dari hasil tipe-1 dengan pola generik dua garis fase pertama diperoleh citra artistik simetris pola ubin dengan empat bidang simetris, sehingga diperoleh jumlah minimal peluang pewarnaan dengan empat warna atau dua pangkat dua. Dari hasil tipe-2 dengan pola generik tiga garis fase pertama diperoleh citra artistik simetris pola ubin dengan delapan bidang simetris, sehingga diperoleh jumlah minimal peluang pewarnaan dengan delapan warna atau dua pangkat tiga. Untuk fase dua dan seterusnya dapat diperoleh pola artistik yang lebih menarik dengan jumlah bidang berwarna yang lebih banyak atau lebih rapat.

Fraktal adalah bentuk geometris yang memiliki pola yang terulang-ulang secara mandiri pada berbagai skala. Pola-pola fraktal dapat ditemukan dalam alam seperti awan, pohon, atau bahkan dalam pergerakan pasar saham. Dalam seni, fraktal sering digunakan untuk menciptakan pola-pola yang kompleks dan menarik. Untuk membuat pola ubin model fraktal, Anda dapat memulai dengan menggambar pola dasar yang terdiri dari dua atau tiga garis generik. Kemudian, Anda dapat mengulang pola tersebut pada skala yang

lebih kecil dengan menggunakan teknik refleksi horizontal-vertikal dan diagonal Xue, W.R. (2020).

Teknik refleksi horizontal-vertikal menghasilkan pola yang sama dengan memantulkan pola asli terhadap sumbu horizontal atau vertikal. Sedangkan teknik refleksi diagonal memantulkan pola asli terhadap sumbu diagonal. Dengan menggabungkan pola dasar, teknik refleksi, dan perulangan pada skala yang berbeda, Anda dapat membuat pola ubin model fraktal yang rumit dan menarik Yang, L., et.al. (2008). Namun, penting untuk diingat bahwa merancang karya seni adalah proses yang kreatif dan tergantung pada preferensi pribadi dan gaya masing-masing seniman. Oleh karena itu, eksplorasi dan percobaan dengan teknik-teknik yang berbeda dapat membantu Anda menemukan cara terbaik untuk menciptakan karya seni yang sesuai dengan visi Anda Zhang, L., et.al. (2019).

SIMPULAN

Karya seni pola ubin dari dua garis dan tiga garis sebagai generik dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan karya seni simetris dengan menggunakan refleksi horizontal-vertikal dan diagonal. Hasil karya seni dapat dibuat dalam beberapa fase dengan teknik pengubinan secara horizontal-vertikal dan diagonal sebelum dilakukan pewarnaan sesuai kebutuhan. Fase pertama merupakan duplikasi kode IFS dan fase kedua dan seterusnya merupakan refleksi citra arah horizontal-vertikal dan diagonal. Jumlah warna pada bidang simetrik yang berbeda mengikuti pola dua pangkat dari jumlah garis, sebagai contoh untuk pola generik dua garis jumlah minimal bidang simetris adalah empat dan untuk pola generik tiga garis, jumlah minimal bidang simetris adalah delapan.

DAFTAR RUJUKAN

- Barnsley, M.,F. 1993. *Fractals Everywhere*. Morgan Kaufmann, 2nd Edition
- Chen, Z. 2020. Application of Iteration Function System for Ceramic Tile Design. *IEEE International Conference on Parallel & Distributed Processing with Applications, Big Data & Cloud Computing, Sustainable Computing & Communications, Social Computing & Networking*
- Darmanto, T. 2016a. "Perancangan Motif Batik Dengan Model Fraktal IFS". *Seminar Nasional Informatika dan Aplikasinya*, Universitas Jenderal Achmad Yani.
- Darmanto, T. 2014. Building Symmetrical Art Image by Multi-object of Fractal Model based on Mirroring Methods. *Seminar Nasional Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Jenderal Achmad yani (SNIJA)*, Universitas Jenderal Achmad Yani.
- Darmanto. T. 2015. Rancangan Pola Ubin dari Model Fraktal IFS dengan Teknik Pengubinan

- sebagai Karya Seni Berdasarkan Pendekatan Rancangan Rotasi dan Pencerminan Empat *Collage*. Seminar Nasional Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Jenderal Achmad Yani (SNIJA), Universitas Jenderal Achmad Yani.
- Darmanto, T. 2016b. *Animating Fractal of Things: Based on IFS Fractal Model*. Lambert Academic Publishing, ISBN: 978-3-659-86851-1, ©2016 OmniScriptum GmbH & Co.KG
- Darmanto, T. 2021. Artistic Characters Generated by Fractal Model Based on the Composition of Components in Grid, *2nd International Seminar of Science and Applied Technology*
- Dongdong, L. 2012. The Study on Fashion Art Design based on Fractal Pattern. *IEEE International Conference on Computer Science and Automation Engineering*
- Frettlöh, D. 2002. Selfsimilar Tilings With Integer Factor. University of Dortmund; *Symmetry: Art and Science Journal*; Vol.2
- Hu, Y., & Chen, M. 2019. Pattern Design of Yi Nationality Lacquerware Based on Fractal Algorithm. *International Conference on Electronic Engineering and Informatics*
- Jiao, B. 2010. Study on Graphics Design Based on Fractal Theory. *International Conference on Signal Processing Systems*
- Kharbanda, M., & Bajaj, N. 2013. An Exploration of Fractal Art in Fashion Design. *International Conference on Communication and Signal Processing*
- Long, X, et.al. 2009. Design and Application of Fractal Pattern Art in the Fashion Design. *International Workshop on Chaos-Fractals Theories and Applications*
- Malishevsky, A. 2020. Applications of Fractal Analysis in Science, Technology, and Art: A Case Study on Geography of Ukraine, *IEEE 2nd International Conference on System Analysis & Intelligent Computing*
- McManus, C. 2005. *Symmetry and Asymmetry in Aesthetics and the Arts*. University Collage London
- Meng, G.L., et.al. 2012, Textile Pattern Design Based on IFS. *Applied Mechanics and Materials*, 251, 239-243, 2012, doi: 10.4028./www.scientific.net/amm.251.239
- Wei, H., et.al. 2009. The Research of Fractal Compensating in the Course of Graphics Rebuilding. *International Conference on Future BioMedical Information Engineering*
- Xiao, H.R. 2013. Application Study of Fractal Figures Based on Iterated Function System Algorithm. *Advanced Materials Research*, 694-697, 2886-2890, 2013, doi: 10.4028/www.scientific.net/amr.694-697.2886
- Xu, S., et.al. 2009. Application of fractal art for the package decoration design. *IEEE 10th International Conference on Computer-Aided Industrial Design & Conceptual Design*, 2009, doi: 10.1109/caidc.2009.5375057
- Xue, W.R. 2020. Application research of digital fractal image technology in intelligent art design. *International Conference on Big Data & Artificial Intelligence & Software Engineering*
- Yang, L., et.al. 2008. Decorative Pattern Design of Ceramic Based on Cloud Model and Fractal Art. *9th International Conference on Computer-Aided Industrial Design and Conceptual Design*
- Zhang, L., et.al. 2019. A kind of IFS fractal image generation method based on Markov random process, *International Conference on Computation, Communication and Engineering*.