

Pengantar

TEORI FRAKTAL

dan **Aplikasinya**



Pengantar

**TEORI FRAKTAL
& APLIKASINYA**

**Undang-Undang Republik Indonesia
Nomor 28 Tahun 2014
Tentang Hak Cipta**

Lingkup Hak Cipta

Pasal 8:

Hak ekonomi merupakan hak eksklusif Pencipta atau Pemegang Hak Cipta untuk mendapatkan manfaat ekonomi atau Ciptaan

Pasal 9:

(1) Pencipta atau Pemegang Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 memiliki hak ekonomi untuk melakukan:

- a. Penerbitan Ciptaan;
- b. Penggandaan Ciptaan dalam segala bentuknya;
- c. Penerjemahan Ciptaan;
- d. Pengadaptasian, pengaransemenan, atau pentransformasian Ciptaan;
- e. Pendistribusian Ciptaan atau salinannya;
- f. Pertunjukan Ciptaan;
- g. Pengumuman Ciptaan;
- h. Komunikasi Ciptaan;
- i. Penyewaan Ciptaan.

(2) Setiap Orang yang melaksanakan hak ekonomi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) wajib mendapatkan izin Pencipta atau Pemegang Hak Cipta.

(3) Setiap Orang yang tanpa izin Pencipta atau Pemegang Hak Cipta dilarang melakukan Penggandaan dan/atau Penggunaan Secara Komersial Ciptaan.

Ketentuan Pidana

Pasal 113:

- (1) Setiap Orang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp. 100.000.000,00 (seratus juta rupiah).
- (2) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau Pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp. 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- (3) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau Pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp. 1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- (4) Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp. 4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

Pengantar

**TEORI FRAKTAL
& APLIKASINYA**

Dr. Erfan Yudianto, S.Pd., M.Pd.

Pengantar Teori Fraktal dan Aplikasinya

Copyright © 2019 Erfan Yudianto
All rights reserved

Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang. Pertama kali diterbitkan di Indonesia dalam bahasa Indonesia oleh Pustaka Abadi. Hak moral atas buku ini dimiliki oleh Penulis. Hak ekonomi atas buku ini dimiliki oleh Penulis dan Penerbit sesuai dengan perjanjian. Dilarang mengutip atau memperbanyak baik sebagian atau keseluruhan isi buku dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari Penerbit.

Penulis
Erfan Yudianto

Desain Sampul: Hermawan Septian
Tata Letak: Triana Novitasari

Cetakan Pertama, September 2019
17,5 x 25 cm ; 190 hlm;
ISBN 978-602-5570-33-9

Diterbitkan Oleh:
CV. Pustaka Abadi
Anggota IKAPI No. 185/JTI/2017
Kantor 1, Perum ITB Cluster Majapahit Blok P No. 2, Jember, Jawa Timur, 68132
Kantor 2, Jl. Jawa 2, D-1, Jember, Jawa Timur, 68121
Email: redaksi@pustakaabadi.co.id
Website: www.pustakaabadi.co.id



Prakata

Buku ini ditulis guna memenuhi kebutuhan pembahasan secara sederhana dan detail terkait Geometri Fraktal. Seiring jalannya waktu, keberadaan Geometri Fraktal sudah mulai disadari oleh sebagian orang. Hal ini dikarenakan bahwa, dalam kehidupan sehari-hari sering ditemui konsep-konsep fraktal baik disadari maupun tidak.

Buku ini memuat 4 bab yaitu: Bab 1 tentang Pengantar Fraktal; Bab 2 tentang Definisi dan Dimensi Fraktal; Bab 3 terkait Jenis-jenis Fraktal; Bab 4 terkait Fraktal di Sekitar Kita, dan Bab v terkait Hasil Tugas dan Desain Fraktal.

Disadari dengan sepenuh hati, bahwa buku ini belum sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan demi sempurnanya buku ini. Demikian, semoga buku ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Jember, Januari 2019

Penulis



Daftar Isi

| | |
|--|-----------|
| PRAKATA | v |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| DAFTAR TABEL | xvii |
| BAB I. SEJARAH FRAKTAL | 1 |
| Pengenalan Fraktal | 1 |
| Sejarah Fraktal | 2 |
| BAB II. DEFINISI DAN DIMENSI FRAKTAL | 5 |
| Perjalanan Fraktal | 5 |
| Definisi Fraktal | 8 |
| Pengenalan <i>Iterated Function System</i> (IFS) | 10 |
| Metode <i>Perimeter Measuring</i> Pada Pengukuran Panjang Garis Pantai | 14 |
| Metode <i>Box Counting</i> | 16 |
| BAB III. JENIS-JENIS FRAKTAL | 19 |
| Fraktal Reguler (<i>Reguler Fractals</i>) dan Tokohnya | 19 |
| Niels Fabian Helge von Koch (15 Januari 1870-11 Maret 1924) | 19 |
| Warlaw Sierpinski (14 Maret 1882-21 Oktober 1969) | 23 |
| Philipp Ludwig Georg F. Cantor (3 Maret 1845-6 Januari 1918) | 32 |
| Fraktal Acak (Random Fractals) | 36 |
| Kurva Koch | 36 |

| | |
|---|-----------|
| Kurva Koch pada Aliran Air Sungai | 37 |
| Sierpinski | 37 |
| Himpunan Cantor | 38 |
| BAB IV. FRAKTAL DI SEKITAR KITA | 39 |
| Fraktal di Alam | 39 |
| Fraktal Hasil Penelitian | 52 |
| BAB V HASIL TUGAS & DESAIN FRAKTAL | 55 |
| Hasil Tugas Mata Kuliah Fraktal | 55 |
| Perhitungan Dimensi Panjang Batas Wilayah | 55 |
| Perhitungan Dimensi Fraktal Listrik | 61 |
| Perhitungan Dimensi Akar Tanaman Pepaya | 65 |
| Perhitungan Dimensi Fraktal <i>Boxpory</i> | 72 |
| Perhitungan Dimensi Retakan Pohon | 74 |
| Perhitungan Fraktal untuk Deret Waktu Curah Hujan | 77 |
| Perhitungan Dimensi Daun Berlubang | 83 |
| Desain Fraktal | 85 |
| Batik Fraktal Setibung | 85 |
| Batik Fraktal Adat | 88 |
| Batik Fraktal Inovasi Jember | 96 |
| Desain Inovasi Segitiga Sierpinski 2D dan 3D | 103 |
| Batik Fraktal Kopi | 107 |
| Batik Kembang Parang | 114 |
| DAFTAR PUSTAKA | 123 |
| GLOSARIUM | 125 |
| INDEKS | 129 |
| TENTANG PENULIS | 131 |

Daftar Gambar

| | |
|--|----|
| Gambar 1.1. Benoit Mandelbrot | 3 |
| Gambar 2.1. Euclid | 5 |
| Gambar 2.2. Rene Descartes | 6 |
| Gambar 2.3. Sir Issac Newton | 7 |
| Gambar 2.4. Gottfries Wilhelm Leibniz | 7 |
| Gambar 2.5. Gottfries Wilhelm Leibniz | 8 |
| Gambar 2.6. Kuva Monster | 9 |
| Gambar 2.7. <i>Multiple Reduction Copy Machine</i> (MRCM) | 10 |
| Gambar 2.8. Bentuk Pertama | 11 |
| Gambar 2.9. Bentuk Kedua | 11 |
| Gambar 2.10. Bentuk Ketiga | 11 |
| Gambar 2.11. Segmen Garis | 12 |
| Gambar 2.12. Segiempat | 12 |
| Gambar 2.13. Kubus | 13 |
| Gambar 2.14. Peta Kerajaan Inggris | 15 |
| Gambar 2.15. Metode <i>Box Counting</i> pada Kurva Koch | 17 |
| Gambar 2.16. Sketsa Hasil Perhitungan Dimensi Kurva Koch | 17 |
| Gambar 3.1. Niels Fabian Helge von Koch | 19 |
| Gambar 3.2. Konstruksi Kurva Koch Sampai $k = \infty$ | 20 |
| Gambar 3.3. Konstruksi Kurva Koch menggunakan Skat | 20 |
| Gambar 3.4. Menentukan Dimensi Kurva Koch Sampai $k = 2$ | 21 |
| Gambar 3.5. Menentukan Dimensi Kurva Koch Sampai $k = 2$ | 21 |
| Gambar 3.6. Menentukan Dimensi Kurva Koch dari $k = 0$ sampai $k = \infty$ | 22 |

| | |
|---|----|
| Gambar 3.7. Kurva Koch Saat $k = \infty$ | 23 |
| Gambar 3.8. Warlaw Sierpinski | 23 |
| Gambar 3.9. Konstruksi Segitiga Sierpinski Sampai $k = 4$ | 24 |
| Gambar 3.10. Konstruksi Karpets Sierpinski Sampai $k = 4$ | 25 |
| Gambar 3.11. Menentukan Dimensi Segitiga Sierpinski Sampai $k = 1$ | 25 |
| Gambar 3.12. Menentukan Dimensi Segitiga Sierpinski sampai $k = 2$ | 26 |
| Gambar 3.13. Konstruksi Segitiga Sierpinski dari $k = 0$ sampai $k = \infty$ | 27 |
| Gambar 3.14. Menentukan Dimensi Karpets Sierpinski Sampai $k = 1$ | 27 |
| Gambar 3.15. Menentukan Dimensi Karpets Sierpinski Sampai $k = 2$ | 28 |
| Gambar 3.16. Konstruksi Karpets Sierpinski dari $k = 0$ sampai $k = \infty$ | 29 |
| Gambar 3.17. Konstruksi Menger Sponge Sampai $k = 2$ | 30 |
| Gambar 3.18. Menentukan Dimensi <i>Menger Sponge</i> Sampai $k = 1$ | 30 |
| Gambar 3.19. Konstruksi <i>Menger Sponge</i> dari $k = 0$ sampai $k = \infty$ | 31 |
| Gambar 3.20. Philipp Ludwig Georg F. Cantor | 32 |
| Gambar 3.21. Konstruksi Himpunan Cantor | 33 |
| Gambar 3.22. Menentukan Dimensi Himpunan Cantor Sampai $k = 1$ | 33 |
| Gambar 3.23. Menentukan Dimensi Himpunan Cantor Sampai $k = 2$ | 34 |
| Gambar 3.24. Konstruksi Himpunan Cantor $k = 0$ sampai $k = \infty$ | 35 |
| Gambar 3.25. Konstruksi Fraktal Acak untuk Kurva Koch 1 | 36 |
| Gambar 3.26. Konstruksi Fraktal Acak untuk Kurva Koch 2 | 36 |
| Gambar 3.27. Sebuah Segmen Aliran Kali Oyo di Yogyakarta | 37 |
| Gambar 3.28. Konstruksi Fraktal Acak untuk Karpets Sierpinski | 37 |
| Gambar 3.29. Konstruksi Fraktal Acak untuk Himpunan Cantor 1 | 38 |
| Gambar 3.30. Konstruksi Fraktal Acak untuk Himpunan Cantor 2 | 38 |
| Gambar 4.1. Kerang Laut | 39 |
| Gambar 4.2. Spiral Fibonacci | 40 |
| Gambar 4.3. Serpihan Bunga Salju | 40 |
| Gambar 4.4. Petir atau Halilintar | 41 |
| Gambar 4.5. Jenis Brokoli | 41 |
| Gambar 4.6. Pakis | 42 |
| Gambar 4.7. Renda Ratu Anne | 42 |
| Gambar 4.8. Brokoli | 43 |
| Gambar 4.9. Merak | 43 |
| Gambar 4.10. Nanas | 43 |

| | |
|---|----|
| Gambar 4.11. Awan | 44 |
| Gambar 4.12. Awan Cirrus | 44 |
| Gambar 4.13. Awan Cirrostratus | 45 |
| Gambar 4.14. Awan Cirrocumulus | 45 |
| Gambar 4.15. Awan Altostratus | 45 |
| Gambar 4.16. Awan Altocumulus | 45 |
| Gambar 4.17. Awan Nimbostratus | 45 |
| Gambar 4.18. Awan Cumulus | 46 |
| Gambar 4.19. Awan Stratus | 46 |
| Gambar 4.20. Awan Cumulonimbus | 46 |
| Gambar 4.21. Awan Stratocumulus | 46 |
| Gambar 4.22. Kristal | 46 |
| Gambar 4.23. Deretan Pegunungan | 47 |
| Gambar 4.24. Model Fraktal Pegunungan | 47 |
| Gambar 4.25. Pohon | 48 |
| Gambar 4.26. Garis Pantai | 48 |
| Gambar 4.27. (a) Sungai, (b) Fjord | 49 |
| Gambar 4.28. (a) Landak Laut, (b) Bintang Laut | 49 |
| Gambar 4.29. Stalagmit dan Stalaktit | 50 |
| Gambar 4.30. (a) Penampang Candi Borobudur, (b) Candi Borobudur | 50 |
| Gambar 4.31. Jari | 51 |
| Gambar 4.32. Tumbuhan Berbentuk Fibonacci | 51 |
| Gambar 4.33. Batik | 52 |
| Gambar 4.34. Musik Fraktal | 53 |
| Gambar 4.35. Percabangan Pori-pori Tanah | 54 |
| Gambar 5.1. Peta Kabupaten Probolinggo | 55 |
| Gambar 5.2. Batas wilayah dengan Skala 1:500.000 | 56 |
| Gambar 5.3. Pembuatan Segmen pada Peta ($N = 48$) | 56 |
| Gambar 5.4. Pembuatan Segmen pada Peta ($N = 103$) | 57 |
| Gambar 5.5. Pembuatan Segmen pada Peta ($N = 219$) | 57 |
| Gambar 5.6. Perhitungan Dimensi Menggunakan <i>Geogebra</i> | 58 |
| Gambar 5.7. Pembuatan Kotak pada Peta ($N = 56$) | 59 |
| Gambar 5.8. Pembuatan Kotak pada Peta ($N = 112$) | 59 |
| Gambar 5.9. Pembuatan Kotak pada Peta ($N = 215$) | 59 |

| | |
|---|----|
| Gambar 5.10. Hasil Tim PKM 2016 “Fraktal Listrik” | 61 |
| Gambar 5.11. Petir Listrik pada Kayu | 61 |
| Gambar 5.12. Pembentukan Fraktal Listrik | 62 |
| Gambar 5.13. Fraktal Listrik yang Terbentuk | 62 |
| Gambar 5.14. Bagian lain dari Fraktal Listrik yang Terbentuk | 62 |
| Gambar 5.15. Kotak dengan Ukuran 2 cm x 2 cm | 63 |
| Gambar 5.16. Kotak dengan Ukuran 1 cm x 1 cm | 63 |
| Gambar 5.17. Kotak dengan Ukuran 0,5 cm x 0,5 cm | 63 |
| Gambar 5.18. Kotak dengan Ukuran 0,25 cm x 0,25 cm | 64 |
| Gambar 5.19. Tanaman Pepaya | 65 |
| Gambar 5.20. Akar Tanaman Pepaya | 65 |
| Gambar 5.21. Perhitungan Dimensi Akar dengan Ukuran box 2 cm. | 66 |
| Gambar 5.22. Perhitungan Dimensi Akar dengan Ukuran box 1 cm. | 66 |
| Gambar 5.23. Perhitungan Dimensi Akar dengan Ukuran box 0,5 cm. | 67 |
| Gambar 5.24. Regresi Linear untuk mencari Nilai D | 68 |
| Gambar 5.25. Akar Sebelah Kiri (a) dan Sebelah Kanan (b) | 69 |
| Gambar 5.26. Perhitungan dimensi akar bagian kiri (diperbesar 4/3 kali ukuran foto awal) dengan ukuran box 2 cm | 69 |
| Gambar 5.27. Perhitungan dimensi akar bagian kiri (diperbesar 4/3 kali ukuran foto awal) dengan ukuran box 1 cm | 70 |
| Gambar 5.28. Perhitungan dimensi akar bagian kiri (diperbesar 4/3 kali ukuran foto awal) dengan ukuran box 0,5 cm | 70 |
| Gambar 5.29. Regresi Linear untuk D_{kiri} | 71 |
| Gambar 5.30. Regresi Linear untuk D_{kana} | 71 |
| Gambar 5.31. Jenis Kertas Fraktal <i>Boxpory</i> | 73 |
| Gambar 5.32. Hasil Perhitungan Dimensi Fraktal <i>Boxpory</i> | 74 |
| Gambar 5.33. Retakan Pohon | 75 |
| Gambar 5.34. Retakan Pohon Setelah diedit | 75 |
| Gambar 5.35. Retakan Pohon dengan <i>Grid</i> 2 cm | 75 |
| Gambar 5.36. Retakan Pohon dengan <i>Grid</i> 1 cm | 76 |
| Gambar 5.37. Retakan Pohon dengan <i>Grid</i> 0,5 cm | 76 |
| Gambar 5.38. Retakan Pohon dengan <i>Grid</i> 0,25 cm | 76 |
| Gambar 5.39. Data Curah Hujan Wilayah Bali, Banten, dan Jambi tahun 2000 s.d 2010 | 78 |
| Gambar 5.40. Persegi dengan Ukuran Sisi 1 cm di Bali | 78 |

| | |
|---|----|
| Gambar 5.41. Persegi dengan Ukuran Sisi 0,5 cm di Bali | 78 |
| Gambar 5.42. Persegi dengan Ukuran Sisi 0,25 cm di Bali | 79 |
| Gambar 5.43. Persegi dengan Ukuran Sisi 1 cm di Banten | 79 |
| Gambar 5.44. Persegi dengan Ukuran Sisi 0,5 cm di Banten | 79 |
| Gambar 5.45. Persegi dengan Ukuran Sisi 0,25 cm di Banten | 80 |
| Gambar 5.46. Persegi dengan Ukuran Sisi 1 cm di Jambi | 80 |
| Gambar 5.47. Persegi dengan Ukuran Sisi 0,5 cm di Jambi | 80 |
| Gambar 5.48. Persegi dengan Ukuran Sisi 0,25 cm di Jambi | 81 |
| Gambar 5.49. Grafik Persamaan Garis untuk Wilayah Bali | 82 |
| Gambar 5.50. Grafik Persamaan Garis untuk Wilayah Banten | 82 |
| Gambar 5.51. Grafik Persamaan Garis untuk Wilayah Jambi | 82 |
| Gambar 5.52. Daun Berlubang | 83 |
| Gambar 5.53. Daun Berlubang dengan Ukuran Persegi 1 cm | 83 |
| Gambar 5.54. Daun Berlubang dengan Ukuran Persegi 0,5 cm | 84 |
| Gambar 5.55. Daun Berlubang dengan Ukuran Persegi 0,25 cm | 84 |
| Gambar 5.56. <i>Grid</i> pada Tepi Daun Berlubang dengan Ukuran 1 cm | 84 |
| Gambar 5.57. <i>Grid</i> pada Tepi Daun Berlubang dengan Ukuran 0,5 cm | 85 |
| Gambar 5.58. <i>Grid</i> pada Tepi Daun Berlubang dengan Ukuran 0,25 cm | 85 |
| Gambar 5.59. <i>Display</i> Bunga dari Fungsi Trigonometri | 86 |
| Gambar 5.60. Desain Segitiga | 87 |
| Gambar 5.61. Desain Batik Setibung | 87 |
| Gambar 5.62. Batik Setibung untuk Pakaian Laki-laki | 88 |
| Gambar 5.63. Batik Setibung untuk Pakaian Perempuan | 88 |
| Gambar 5.64. Visualisasi Batik Adat | 89 |
| Gambar 5.65. Background Batik | 89 |
| Gambar 5.66. Persegi Sierpinski | 90 |
| Gambar 5.67. Hasil Rotasi Persegi Sierpinski | 91 |
| Gambar 5.68. Desain Bunga Tipe 1 | 92 |
| Gambar 5.69. Desain Bunga Tipe 2 | 92 |
| Gambar 5.70. Desain Bunga Tipe 3 | 93 |
| Gambar 5.71. Desain Sangkar | 93 |
| Gambar 5.72. Desain Segitiga | 94 |
| Gambar 5.73. Desain Hexagon | 94 |
| Gambar 5.74. Desain Batik Adat | 95 |

| | |
|--|-----|
| Gambar 5.75. Desain Baju untuk Perempuan Model 1 | 95 |
| Gambar 5.76. Desain Baju untuk Perempuan Model 2 | 95 |
| Gambar 5.77. Desain Baju untuk Laki-laki | 95 |
| Gambar 5.78. Deatil Bagian-bagian pada Kain Batik Jember | 96 |
| Gambar 5.79. Bagian Daun Utama | 96 |
| Gambar 5.80. Bagian Tiga Edamame | 97 |
| Gambar 5.81. Bagian Daun Kuncup Empat | 98 |
| Gambar 5.82. Bagian Pinang Edamame | 99 |
| Gambar 5.83. Bagian Kotak Segi Empat | 99 |
| Gambar 5.84. Bagian Kotak | 100 |
| Gambar 5.85. Bagian Daun Kuncup Delapan | 101 |
| Gambar 5.86. Hasil Akhir Desain Inovasi Batik Jember | 102 |
| Gambar 5.87. Desain Baju Laki-laki | 102 |
| Gambar 5.88. Desain Baju Perempuan | 102 |
| Gambar 5.89. Bentuk Dasar Segitiga Sierpinski | 103 |
| Gambar 5.90. Pengembangan Segitiga Sierpinski pada Iterasi ke-1 | 104 |
| Gambar 5.91. Pengembangan Segitiga Sierpinski pada Iterasi ke-2 | 104 |
| Gambar 5.92. Bentuk Dasar Segitiga Sierpinski (3D) | 105 |
| Gambar 5.93. Bentuk Dasar Segitiga Sierpinski pada Iterasi ke-1 (3D) | 105 |
| Gambar 5.94. Bentuk Dasar Segitiga Sierpinski pada Iterasi ke-2 (3D) | 105 |
| Gambar 5.95. Pengembangan Segitiga Sierpinski dari Persegi | 106 |
| Gambar 5.96. Detail Bagian-bagian pada Batik Kopi | 107 |
| Gambar 5.97. Visualisasi Snowflake (Bunga Salju) | 108 |
| Gambar 5.98. Visualisasi Snowflake (Bunga Salju) Background Hitam | 108 |
| Gambar 5.99. Visualisasi Snowflake (Bunga Salju) Background Biru | 109 |
| Gambar 5.100. Visualisasi Desain Bunga | 110 |
| Gambar 5.101. Susunan Bunga Secara Horizontal | 110 |
| Gambar 5.102. Hasil Sisipan Bunga Fraktal | 110 |
| Gambar 5.103. Visualisasi Desain Tangkai Bunga | 111 |
| Gambar 5.104. Hasil Penggandaan Desain Tangkai Bunga | 111 |
| Gambar 5.105. Hasil Sisipan Tangkai Bunga Fraktal | 112 |
| Gambar 5.106. Desain Ellips | 112 |
| Gambar 5.107. Hasil Translasi Desain Ellips | 113 |
| Gambar 5.108. Hasil Desain Batik Kopi | 113 |

| | |
|---|-----|
| Gambar 5.109. Desain Baju untuk Laki-laki | 113 |
| Gambar 5.110. Desain Baju untuk Perempuan | 113 |
| Gambar 5.111. Detail Bagian-bagian pada Batik Kembang Parang | 114 |
| Gambar 5.112. Daun dan parang dengan <i>Maple</i> | 116 |
| Gambar 5.113. Daun dan Parang dengan <i>CorelDraw</i> | 116 |
| Gambar 5.114. Sultur dengan <i>Maple</i> | 116 |
| Gambar 5.115. Sultur dengan <i>CorelDraw</i> | 117 |
| Gambar 5.116. Lingkaran dengan <i>Maple</i> | 117 |
| Gambar 5.117. Lingkaran dengan <i>CorelDraw</i> | 117 |
| Gambar 5.118. Daun membentuk bunga pada Batik dengan <i>CorelDraw</i> | 121 |
| Gambar 5.119. Daun membentuk bunga dengan <i>CorelDraw</i> | 121 |
| Gambar 5.120. Desain Baju untuk Laki-laki | 121 |
| Gambar 5.121. Desain Baju untuk Perempuan | 121 |





Daftar Tabel

| | |
|--|-----|
| Tabel 2.1. Dimensi Euclid | 14 |
| Tabel 2.2. Perhitungan Dimensi Kurva Koch | 17 |
| Tabel 3.1. Dimensi Fraktal | 35 |
| Tabel 5.1. Hasil Perhitungan Peta Kabupaten Probolinggo dengan <i>Perimeter Measuring</i> | 57 |
| Tabel 5.2. Hasil Perhitungan Peta Kabupaten Probolinggo dengan <i>Box Counting</i> | 60 |
| Tabel 5.3. Perhitungan dengan Metode <i>Box Counting</i> pada Fraktal Listrik | 64 |
| Tabel 5.4. Nilai r dan N Setiap Iterasi | 67 |
| Tabel 5.5. Nilai r dan N Setiap Iterasi pada Bagian Kiri dan Kanan | 71 |
| Tabel 5.6. Rekapitulasi Hasil Foto Retakan Pohon | 77 |
| Tabel 5.7. Data Curah Hujan Wilayah Bali, Banten, dan Jambi tahun 2000 s.d 2010 | 77 |
| Tabel 5.8. Rekapitulasi Data Curah Hujan Wilayah Bali | 81 |
| Tabel 5.9. Rekapitulasi Data Curah Hujan Wilayah Banten | 81 |
| Tabel 5.10. Rekapitulasi Data Curah Hujan Wilayah Jambi | 81 |
| Tabel 5. 11. Jumlah Persegi pada Pengembangan Segitiga Sierpinski | 106 |

Daftar Pustaka

- Bakri, S. (2005). Perilaku fraktal susunan partikel dan pola percabangan pori-pori tanah: Suatu kontribusi empiris bagi geometri non euclidus. *Integral*, 10(2). <https://doi.org/10.1021/acsbmaterials.7b01031>
- Barnsley, M. F. (1988). *Fractals Everywhere. Fractals An Interdisciplinary Journal On The Complex Geometry Of Nature*. <https://doi.org/10.1119/1.15823>
- Bulmer, M. (2000). Music from fractal noise. *Proceedings of the Mathematics*, (January), 10–13. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Music+from+fractal+noise#0>
- Chen, J., Duan, F. J., Jiang, J. J., Zhang, B., Tong, Y., & He, J. (2013). Self-similarity property of acoustic data acquired in shallow water environment. *Eurasip Journal on Wireless Communications and Networking*, 2013(1), 1–6. <http://doi.org/10.1186/1687-1499-2013-91>
- Chudin, S., Rosyidah, K., Azizah, Y. N., Margaretha, P. M., Irawan, D., Sunardi, & Yudianto, E. (2015). Perhitungan dimensi fraktal boxpori sebagai inovasi resapan penanggulangan banjir dengan induksi geometri fraktal. In Suharto (Ed.), *Seminar Nasional Pendidikan dan Pameran Produk Akademik FKIP Universitas Jember* (pp. 939–945). Jember: FKIP UNEJ.
- Conversano, E., & Tedeschini-Lalli, L. (2011). Sierpinsky Triangles in Stone, on Medieval Floors in Rome. *Aplimat Journal of Applied Mathematics*, 4, 113.
- Falconer, K. (1990). *Fractal Geometry. The Mathematical Intelligencer* (Vol. 11). <https://doi.org/10.1002/0470013850>
- Ghadimi, P., & Javanmardi, N. (2018). Analysis of ventilation regimes of the oblique wedge-shaped surface piercing hydrofoil during initial water entry process. *Polish Maritime Research*,

25(1), 33–43. <https://doi.org/10.2478/pomr-2018-0003>

Hausdorff, J. M. (2009). Gait dynamics in Parkinson's disease: Common and distinct behavior among stride length, gait variability, and fractal-like scaling. *Chaos*. <https://doi.org/10.1063/1.3147408>

Li, J., Du, Q., & Sun, C. (2009). An improved box-counting method for image fractal dimension estimation. *Pattern Recognition*. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2009.03.001>

Margried, M., Lukman, M., dan Hariadi, Y. (2012). *Fraktal Batik Paduan Seni dan Sains yang Mendunia*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Departemen Pendidikan Nasional.

McCartney, M., Abernethy, G., & Gault, L. (2010). The divider dimensions of the irish coast. *Irish Geography*. <https://doi.org/10.1080/00750778.2011.582632>

Michael Frame, B. M. (2002). Fractals, Graphics, and Mathematics Education. In *Fractals, Graphics, and Mathematics Education* (p. 206). [https://doi.org/10.1016/S0898-1221\(03\)80136-0](https://doi.org/10.1016/S0898-1221(03)80136-0)

Noya, M., Lema, M., Castillo, J., Castro, A., & Fuster, M. (1978). Arritmias Cardiacas Y Alteraciones Del Electrocardiograma En Las Hemorragias Subaracnoideas. *Revista Clinica Espanola*, 150(5), 277–280. <https://doi.org/10.1186/s13640-015-0063-8>

Scrivener, J. (n.d.). Applications of Fractal Geometry to the Player Piano Music of Conlon Nancarrow. *Mate.Dm.Uba.Ar*. Retrieved from http://mate.dm.uba.ar/~umolter/materias/geo-fractal-2-2011/papers/fractales_y_musica/fractal_nancarrow.pdf

Street, O. K., & Care, I. (2016). Anaesthetics, Intensive Care and Pain Medicine, 87(February), 938–941. <https://doi.org/10.1073/pnas.87.3.938>

Su, Z. Y., & Wu, T. (2006). Multifractal analyses of music sequences. *Physica D: Nonlinear Phenomena*, 221(2), 188–194. <https://doi.org/10.1016/j.physd.2006.08.001>

Taylor, R. (2011). Benoit Mandelbrot. *Physics Today*, 64(6), 63–64. <https://doi.org/10.1063/1.3603925>

Weisstein, E. W. (1990). *Koch Snowflake*. <https://doi.org/10.2307/3618842>

Glosarium

A

Aliran air sungai merupakan salah satu jenis fraktal terkait dengan aliran dalam tanah.

Awan merupakan salah satu jenis fraktal di alam dengan berbagai jenis-jenisnya

B

Batik merupakan kain bergambar yang didesain berdasarkan fraktal

Benoit Mandelbrot merupakan tokoh yang pertama kali memperkenalkan dan mencetuskan nama fraktal pada dunia

Bintang laut merupakan salah satu jenis fraktal di alam

Box counting merupakan salah satu cara dalam menentukan dimensi fraktal

Boxpory merupakan salah satu hasil pengembangan fraktal berbasis riset

Brokoli merupakan salah satu jenis fraktal tanaman di alam

Burung Merak merupakan salah satu jenis fraktal burung di alam

C

Candi Borobudur merupakan salah satu jenis fraktal budaya

Curah Hujan merupakan salah satu jenis fraktal yang berguna untuk dilihat polanya kemudian dimanfaatkan untuk memprediksi dikemudian hari

D

Daun merupakan salah satu jenis fraktal di alam

Deretan pegunungan merupakan salah satu jenis fraktal di alam

Descartes tokoh matematika yang ikut mengembangkan Geometri dengan euclid

Dimensi merupakan ukuran (panjang, lebar, tinggi, luas, volume dan sebagainya) di fraktal

E

Euclid merupakan tokoh yang berperan banyak terhadap pengembangan geometri

Exact self-similarity merupakan bentuk terkuat dari *self-similarity*

F

Fibonacci merupakan deret bilangan 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, ...

Fjord merupakan hasil bentukan dari gletser

Fractus merupakan nama lain dari fraktal

Fraktal acak merupakan jenis fraktal yang tidak teratur

Fraktal listrik merupakan jenis fraktal yang dihasilkan dari tegangan arus listrik

Frangere merupakan kegiatan memecah-mecah, membuat menjadi bagian-bagian yang tidak beraturan

G

Garis pantai merupakan jenis fraktal yang ada di alam (pesisir pantai)

Gottfries wilhelm leibniz merupakan tokoh yang membahas tentang diferensial

Grid merupakan sebutan lain dengan kotak-kotak

H

Hausdorff merupakan salah satu metode dalam menentukan dimensi fraktal

I

IBM merupakan singkatan untuk *International Business Machines*

IFS merupakan singkatan untuk *Iterated Fuction Systems*

J

Jari merupakan salah satu jenis fraktal pada tubuh manusia

K

Karpet Sierpinski merupakan objek fraktal yang berbentuk persegi

Kerang laut merupakan jenis fraktal yang ada di laut (Alam)

Kesamaan diri lihat *self similarity*

Kurva koch merupakan bunga salju

M

Menger sponge merupakan jenis fraktal yang awalnya berasal dari kubus pejal

MRCM merupakan singkatan dari *Multiple Reduction Copy Machine*.

N

Niels Fabian Helge von Koch merupakan salah satu tokoh fraktal yang membahas terkait bunga salju

Non-euclid merupakan ilmu geometri hasil pengembangan dari ketidakyakinan pada postulat kelima

P

Perhitungan kotak lihat *box counting*

Perimeter measuring merupakan salah satu metode penentuan dimensi suatu objek

Philipp Ludwig Georg f. Cantor merupakan salah satu tokoh fraktal yang membahas masalah debu cantor

Q

Quasi self-similarity merupakan bentuk yang lebih lemah dari *self-similarity*, pada jenis ini fraktal tampak mirip (tetapi tidak sama persis) pada ukuran dan rasio berbeda

R

Random fractals merupakan fraktal yang acak (tidak reguler)

S

Self-similarity merupakan proses pembentukan fraktal yang memiliki kesamaan pada dirinya sendiri.

Sir Issac Newton merupakan salah satu tokoh yang menemukan konsep differensial

Statistical self-similarity merupakan merupakan bentuk *self-similarity* yang paling lemah, fraktal jenis ini memiliki ukuran statistik (numerik) yang dipertahankan pada ukuran dan rasio yang berbeda

W

Warlaw Sierpinski merupakan salah satu tokoh fraktal yang membahas masalah segitiga dan karpet Sierspinsky

Indeks

A

Akar, 77
Alexandria, 5
Aliran air sungai, 41
Awan, 44
Awan altocumulus, 45
Awan altostratus, 45
Awan cirrocumulus, 45
Awan cirrostratus, 45
Awan cirrus, 44
Awan cumulunimbus, 46
Awan cumulus, 46
Awan nimbostratus, 45
Awan stratocumulus, 46
Awan stratus, 46

B

Batik, 52
Batik fraktal adat, 188
Batik fraktal inovasi jember, 96
Batik fraktal kopi, 107
Batik kembang parang, 114
Benoit mandelbrot, 2
Bintang laut, 49
Box counting, 14
Boxpory, 72
Brokoli, 42
Burung merak, 43

C

Candi borobudur, 50
Curah hujan, 77

D

Daun, 183
Deretan pegunungan, 47
Descartes, 6
Diferensial, 7
Dimensi, 12

E

Euclid, 2
Euclidean, 3
Exact self-similarity, 9

F

Fibonacci, 51
Fjord, 49
Fractus, 8
Fraktal, 1, 8
Fraktal acak, 36
Fraktal listrik, 61

G

Garis, 14
Garis pantai, 48
Geogebra, 16

Gottfried wilhelm leibniz, 7
Grid, 16

H

Hausdorff, 14
Himpunan cantor, 38

I

IBM, 3
IFS, 9
Inovasi segitiga sierpinski, 103

J

Jari, 51

K

Karl theodor wilhelm weirestrass, 8
Karpet sierpinski, 25, 27
Kerang laut, 39
Kesamaan diri, 9
Kristal, 46
Kubus, 14
Kurva koch, 36

L

Landak laut, 49
Limit, 7

M

Menger sponge, 30
 Monster, 9
 MRCM, 10
 Musik, 52

N

Nanas, 43
 Niels fabian helge von koch,
 19
 Non-euclid, 6
 Numerik, 10

P

Pakis, 41
 Panjang batas wilayah, 55
 Pepaya, 65
 Percabangan pori-pori
 tanah, 53
 Perhitungan kotak, 14

Perimeter measuring, 14

Petir, 40
 Philipp ludwig georg f.
 Cantor, 32
 Pohon, 48
 Polandia, 8
 Postulat, 6
 Probolinggo, 55

Q

Quasi self-similarity, 9

R

Random fractals, 10
 Reguler, 19
 Renda ratu anne, 42
 Romanescu, 41

S

Segiempat, 12, 14

Segitiga sierpinski, 24

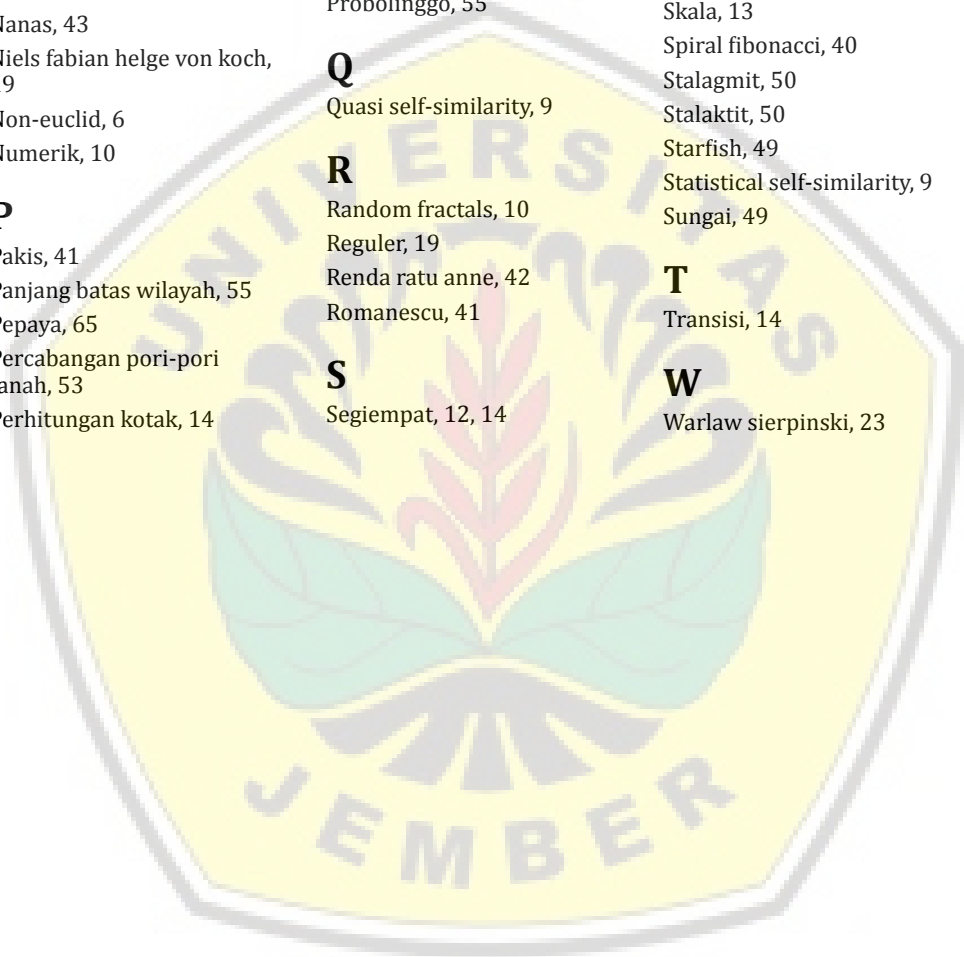
Segmen garis, 12
 Self-similarity, 8
 Serpihan bunga salju, 40
 Sierpinski. 8, 37
 Simetris, 2
 Sir issac newton, 7
 Skala, 13
 Spiral fibonacci, 40
 Stalagmit, 50
 Stalaktit, 50
 Starfish, 49
 Statistical self-similarity, 9
 Sungai, 49

T

Transisi, 14

W

Warlaw sierpinski, 23



Tentang Penulis



Erfan Yudianto, dilahirkan di Situbondo, Jawa Timur, pada tanggal 16 Maret 1985, dan merupakan putra kedua dari pasangan H. Syafi'i Karim dan Hj. Masrika. Pendidikan dasar di SDN Sumberwaru 1, SLTPN 1 Banyuputih, MAN 2 Situbondo kemudian menyelesaikan S1 Pendidikan Matematika di FKIP Universitas Jember (UNEJ) pada tahun 2007 (3,5 tahun cumlud), setelah istirahat dua tahun, pada tahun 2009 ia melanjutkan S2 Pendidikan Matematika di Universitas Negeri Surabaya (UNESA) dan lulus pada tahun 2011. Pada tahun 2012, darah kelahiran Situbondo ini melanjutkan pendidikan pada jenjang tertinggi yaitu S3 di Universitas yang sama yaitu UNESA. Sejak tahun 2014 sampai sekarang, ia tercatat aktif menjadi dosen di Pendidikan matematika FKIP UNEJ. Prinsip hidup yang kuat ***"menjadi manfaat bagi orang disekitar,"*** membuatnya termotivasi untuk selalu berinovasi dan bekerja sesuai dengan tugas dan kewajibannya sebagai seorang Dosen.