

MOTIF BATIK DENGAN MENGGUNAKAN FRAKTAL

Rina Candra Noor Santi, S.Pd, M.Kom

Abstract - Batik adalah pola rancangan yang tersusun garis-garis yang alami untuk mendapatkan hasil yang indah. Pola batik yang tidak teratur tetapi yang bersifat alami biasa digunakan pada kain. Sedangkan pola batik untuk masing-masing daerah memiliki ciri dan corak yang berbeda. Contohnya pola batik Solo, Pekalongan, Semarang, Cirebon, Kudus dan sebagainya. Sedangkan metode fraktal merupakan cara alami untuk mempresentasikan bentuk-bentuk objek di alam. Metode fraktal telah banyak digunakan untuk penelitian dalam mendeteksi beberapa ciri. Pemilihan pendekatan fraktal untuk pemisahan ciri pada pola batik didasari pada pertimbangan bahwa struktur garis-garis pada pola batik bersifat alami dan tidak teratur.

Keywords— Pola, Fraktal, Batik

1. PENDAHULUAN

a. Definisi Fraktal

Sejarah fraktal dapat dirunut dari buku Benoit Mandelbrot yang berjudul *The Fractal Geometry of Nature*. Jika geometri *Euclidean* digunakan untuk mempresentasikan bentuk-bentuk yang dibuat manusia seperti bujursangkar, lingkaran, bola, segitiga, dan lain sebagainya. Maka fraktal merupakan cara alami untuk mempresentasikan bentuk-bentuk objek di alam (Munir, 2004).

Menurut Susanta dkk (1993) karakteristik fraktal dapat didefinisikan dari beberapa sifat:

- 1) Mempunyai struktur halus yakni terinci pada skala yang sembarang kecilnya.
- 2) Terlalu tak teratur untuk dinyatakan dalam geometri tradisional, baik lokal maupun global.
- 3) Sering mempunyai bentuk yang berkeseluruhan diri, baik secara pendekatan maupun statistis.
- 4) Dimensi fraktal biasanya lebih besar dari pada dimensi topologinya.
- 5) Dalam banyak hal fraktal didefinisikan sangat sederhana sering secara rekursif.

Pemilihan pendekatan fraktal didasari pada pertimbangan bahwa struktur garis-garis yang bersifat alami dan tidak teratur. Antara garis-garis terdapat hubungan percabangan yang sulit untuk dimodelkan dengan objek-objek *Euclidean*.

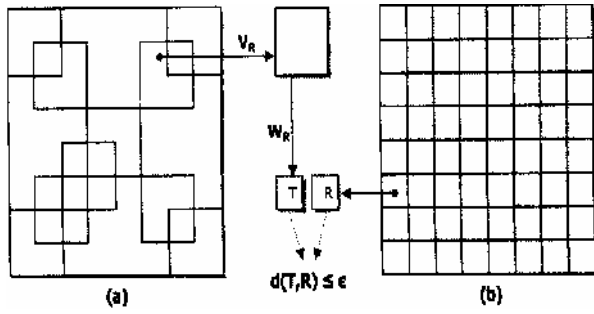
2. LANDASAN TEORI

a. Kode Fraktal

Kode fraktal didasari pada karakteristik utama dari fraktal, yaitu memiliki kemiripan dengan diri sendiri. Pengkodean fraktal tidak cocok untuk digunakan citra dengan tingkat kemiripan dirinya sendiri rendah. Citra alami umumnya hampir tidak memiliki tingkat kemiripan dengan diri sendiri secara keseluruhan. Tetapi citra alami memiliki tingkat kemiripan diri sendiri yang bersifat lokal, yaitu bagian-bagian citra yang mirip dengan bagian-bagian lainnya. Sehingga langkah penting yang harus dilakukan adalah menemukan kemiripan lokal.

1) Partitioned Iterated Function System (PIFS)

Jacquin memperkenalkan satu skema otomatis untuk melakukan pengkodean citra yang dikenal dengan nama *Partitioned Iterated Function System* (PIFS) [Wohlberg, 1999]. PIFS dapat digunakan untuk pengkodean sembarang citra, dan tidak hanya terbatas untuk citra fraktal saja. Konsep PIFS adalah membagi (partisi) citra menjadi blok-blok jelajah (*range blocks*) yang tidak tumpang tindih. Skema partisi yang digunakan adalah partisi bujur sangkar dengan ukuran tetap. Setiap blok adalah bujur sangkar. Kemiripan lokal ditentukan dengan mencari bagian-bagian (blok) lebih besar pada citra, yang mirip dengan blok-blok jelajah, dengan menggunakan transformasi *affine* (*affine transform*), dengan melibatkan proses simetri (Gambar 2.13). Blok-blok yang berukuran lebih besar ini disebut dengan blok ranah (*domain block*). Blok-blok ranah adalah blok-blok yang saling tumpang tindih. Pada penelitian ini, ukuran bagian tumpang tindih adalah $\frac{1}{2}$ dari ukuran blok ranah. Ukuran blok ranah dipilih $2 \times$ ukuran blok jelajah, misalkan ukuran blok jelajah adalah $2^d \times 2^d$, maka ukuran blok ranah adalah $2^{d+1} \times 2^{d+1}$. Hasil dari pemasangan inilah yang disebut dengan PIFS. Pada penelitian ini pencarian kemiripan lokal antara blok jelajah dan blok ranah digunakan metode reduksi ukuran blok ranah agar sama dengan ukuran blok jelajah. Proses reduksi dilakukan dengan merata-ratakan 2×2 piksel blok ranah.



Gambar 1. Pemetaan antara, blok ranah dengan blok jelajah, menggunakan operator simetri V_R dan transformasi affine W_R , (a) Blok-blok ranah, (b) blok-blok jelajah

2) Transformasi Affine

Operator yang memegang peranan penting dalam mencari kemiripan lokal antara blok ranah dengan blok jelajah adalah operator transformasi affine (W). Transformasi affine akan memetakan suatu variabel, seperti nilai intensitas suatu piksel pada lokasi (x,y) kedalam variabel baru (x',y') dengan menerapkan kombinasi linier pergeseran, pemutaran, penskalaan, dan pencondongan, digunakan untuk pergeseran. Bentuk umum transformasi affine terhadap suatu titik (x,y) adalah:

$$w_i \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_i & b_i \\ c_i & d_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_i \\ f_i \end{bmatrix}$$

dan

$$W = \bigcup_{i=1}^n w_i$$

Elemen-elemen a , b , c , d , e , dan f adalah elemen-elemen matrik transformasi affine, dengan a , b , c , dan d , merupakan elemen-elemen untuk pemutaran, penskalaan, dan pencondongan. sedangkan elemen-elemen e dan f untuk pergeseran. Bila ingin melakukan pemutaran terhadap koordinat (x,y) sebesar θ , kemudian dilanjutkan dengan penggeseran sebesar (b_1, b_2) , maka dengan menggunakan persamaan (2.13), diperoleh:

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & -\sin(\theta) \\ \sin(\theta) & \cos(\theta) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix},$$

Bila ingin melakukan penskalaan sebesar (a_1, a_2) kemudian dilanjutkan dengan penggeseran sebesar (b_1, b_2) , maka diperoleh:

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 & 0 \\ 0 & a_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix}$$

Transformasi affine bersifat kontraktif. Suatu transformasi dikatakan bersifat kontraktif bila ada 2 titik p_1 , dan p_2 , maka

$$d(w(p_1), w(p_2)) \leq s d(p_1, p_2)$$

dengan s bernilai < 1 , dan d menyatakan jarak. Sifat kontraktif ini akan selalu membawa jarak 2 titik lebih mendekat secara bersama-sama. Jika suatu transformasi kontraktif diterapkan berulang-ulang maka akan menuju suatu keadaan konvergen pada suatu titik tetap (*fixed point*) yang unik.

Transformasi affine ini mengisyaratkan bahwa hanya dibutuhkan penyimpanan operator W untuk membuat suatu citra, tidak tergantung pada seberapa besar ukuran citra yang ingin dibuat. Misal, untuk membuat citra segitiga Sierpinski seberapa besar pun ukuran citranya, hanya dibutuhkan penyimpan operator W berikut:

$$w_1 = \begin{bmatrix} 0.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0 \end{bmatrix}, w_2 = \begin{bmatrix} 0.5 & 0 & 0.5 \\ 0 & 0.5 & 0 \end{bmatrix}, w_3 = \begin{bmatrix} 0.5 & 0 & 0.25 \\ 0 & 0.5 & 0.5 \end{bmatrix}$$

3) Penentuan operator W_R

Operator W_R merupakan operator alihragam affine untuk memetakan posisi titik pada blok ranah ke blok jelajah, dan bagian intensitas yang akan mengubah intensitas piksel pada posisi titik tersebut. Bila koordinat titik adalah (x,y) dengan nilai intensitas adalah z , maka:

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix} = w_i \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_i & b_i & 0 \\ c_i & d_i & 0 \\ 0 & 0 & \alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_i \\ f_i \\ \beta \end{bmatrix}$$

dan berturut-turut merupakan faktor kontras dan faktor kecerahan dari intensitas z .

Karena ukuran blok jelajah adalah setengah kali ukuran blok ranah, maka nilai-nilai untuk elemen a_i , b_i , c_i dan d_i , dapat ditetapkan sebagai berikut: $a_i=0,5$, $b_i=0$, $c_i=0$, dan $d_i=0,5$. Nilai α dan β dapat ditentukan dengan meminimumkan:

$$\begin{aligned} \min \sum_{m,n} R_{m,n} - (\alpha D_{m,n} + \beta), \\ \alpha = \frac{M \sum_{m,n} D_{m,n} R_{m,n} - (\sum_{m,n} D_{m,n})(\sum_{m,n} R_{m,n})}{M(\sum_{m,n} D_{m,n}^2) - (\sum_{m,n} D_{m,n})^2} \\ \beta = \frac{(\sum_{m,n} D_{m,n})^2 - (\sum_{m,n} R_{m,n})^2}{M(\sum_{m,n} D_{m,n}^2) - (\sum_{m,n} D_{m,n})^2} \end{aligned}$$

Dengan M ukuran blok jelajah yaitu $2^d \times 2^d$, sedangkan $D_{m,n}$ dan $R_{m,n}$ berturut-turut nilai intensitas piksel pada posisi (m,n) pada blok ranah dan blok jelajah. Bila ukuran citra $2^N \times 2^N$ piksel, maka T (lihat Gambar 2.13) didefinisikan sebagai:

$$T = W_R (V_R (D))$$

V_R merupakan faktor simetri. W_R terbaik adalah w_i yang meminimumkan

$$\min(d(T, R_i)), \quad i=1, \dots, k,$$

$d(T,R_i)$ menyatakan jarak antara blok ranah dengan blok jelajah ke- i , dan k adalah banyaknya blok jelajah, yang nilainya

$$\text{adalah: } k = \left(\frac{N}{2^d} \times \frac{N}{2^d} \right).$$

Untuk kebutuhan pemisahan ciri citra, maka W_R yang dipilih adalah W_R selain memenuhi persamaan (2.24), juga memenuhi persamaan berikut:

$$d(T,R_i) \quad , \quad i=1, \dots, k,$$

Dengan menyatakan suatu nilai ambang yang dapat ditentukan sendiri dengan mempertimbangkan tingkat kemiripan antara blok jelajah dan blok ranah. Faktor simetri V_R melakukan proses simetri pada blok ranah kedalam 8 arah simetri. V_R terbaik adalah V_R yang menghasilkan jarak paling minimum antara blok ranah dan blok jelajah ke- i .

4) Pemisahan Ciri

Ada beberapa ciri yang dapat dihasilkan dengan memanfaatkan pengkodean fraktal, diantaranya ciri simetri, kontras, kekasaran, keseragaman dan arah, dan dimensi spasial [Putra, 2004].

a) Ciri Simetri

Jenis simetri ditunjukkan oleh operator V_R . Ciri simetri diperoleh dengan menghitung histogram dari V_R . Jenis V_R dikelompokkan kedalam 8 jenis simetri, kemudian setiap jenis simetri dihitung probabilitas kemunculannya. V_R yang dihitung adalah V_R yang menghasilkan blok ranah yang mirip dengan blok jelajah dengan menggunakan nilai ambang .

$$H_i = \frac{\text{banyaknya } V_R \text{ ke } -i}{\text{Total } V_R}$$

b) Ciri Kontras

Faktor kontras ditunjukkan oleh parameter . Ciri diperoleh dengan menghitung rata-rata dan varian dari , yang dihasilkan oleh W_R dengan nilai ambang .

$$\mu = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \alpha_i$$

$$\sigma = \frac{1}{M} \left[\sum_{i=1}^M (\alpha_i - \mu)^2 \right]$$

M menyatakan banyaknya yang dihasilkan pada proses pencarian kemiripan antara blok ranah dengan blok jelajah.

c) Ciri Kekasaran

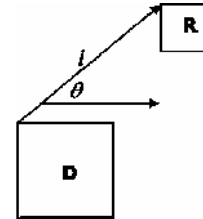
Ciri kekasaran diperoleh dengan menghitung banyaknya kesuksesan yang terjadi pada saat pencarian kemiripan antara blok jelajah dengan blok ranah, dengan menggunakan nilai ambang .

$s = \text{banyaknya pencarian kemiripan yang sukses dengan nilai ambang .}$

d) Ciri Keseragaman dan Arah

Ciri keseragaman dan arah dinyatakan dengan magnitudo l dan sudut antara blok ranah dan jelajah yang mirip dengan nilai ambang .

$$c = (l, \theta)$$



Gambar 2. Ciri magnitudo dan arah antara blok ranah dan blok jelajah

Bila (x_d, y_d) adalah koordinat sudut kiri atas blok ranah, dan (x_r, y_r) adalah koordinat sudut kiri atas blok jelajah, maka:

$$l = \sqrt{(x_r - x_d)^2 + (y_r - y_d)^2}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{x_r - x_d}{y_r - y_d} \right)$$

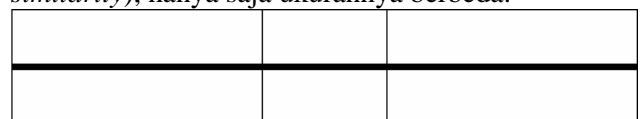
e) Ciri Dimensi Spasial

Ciri dimensi spasial dapat diperoleh dengan menghitung banyaknya kegagalan pencarian kemiripan antara blok ranah dan blok jelajah dengan nilai ambang . Bila f_i menyatakan banyaknya kesalahan pencocokan yang terjadi menggunakan ukuran blok $2^{d-i} \times 2^{d-i}$, maka ciri dimensi spasial dapat dihitung sebagai berikut.

$$d_i = \log_2 \left(\frac{f_{i+1}}{f_i} \right)$$

5) Dimensi Fraktal

Untuk mengerti dimensi fraktal, perhatikan garis pada Gambar 2.15. Garis dibagi menjadi 5 bagian ($N=5$), dengan panjang tiap bagian (r) adalah $1/5$ dari panjang garis keseluruhan, sehingga dibutuhkan 5 kotak dengan ukuran sama untuk membagi garis tersebut. Seperti diketahui, dimensi garis adalah 1 ($D=1$). Garis-garis pada setiap bagian memiliki sifat yang sama dengan garis utuh (*self-similarity*), hanya saja ukurannya berbeda.



Gambar 3. Garis dengan $D=1$, $N=5$, $r=1/5$

Gambar 4. Garis dengan $D=1$, $N=10$, $r=1/10$

Bila ukuran setiap kotak dijadikan setengah dari ukuran kotak sebelumnya, maka akan diperlukan 10 kotak ($N=10$) untuk membagi garis yang sama, dengan panjang setiap bagian $r=1/10$ (Gambar 2.16). Garis-garis pada setiap bagian ini juga memiliki sifat kemiripan dengan dirinya sendiri. Bila prinsip di atas dikembangkan pada objek bidang dengan dimensi 2, maka untuk $r=1/5$, diperlukan 25 kotak ($N=25$) untuk menutupi seluruh bidang, dan untuk $r=1/10$, diperlukan 100 kotak ($N=100$) untuk menutupi seluruh bidang. Prinsip yang sama juga berlaku untuk ruang dengan dimensi 3, untuk $r=1/5$, akan memerlukan 125 kotak, dan $r=1/10$ membutuhkan 1000 kotak. Secara matematis, dapat ditulis:

$$N = \left(\frac{1}{r}\right)^D$$

Dalam bentuk logaritmis, persamaan (2.34) dapat ditulis sebagai:

$$\log(N) = D \cdot \log\left(\frac{1}{r}\right)$$

sehingga diperoleh:

$$D = \frac{\log(N)}{\log\left(\frac{1}{r}\right)}$$

Karena N dipengaruhi pada nilai r , maka persamaan (2.36) lebih umum ditulis sebagai berikut:

$$D = \frac{\log(N(r))}{\log\left(\frac{1}{r}\right)}$$

Persamaan tersebut adalah persamaan umum untuk menghitung dimensi fraktal. Metode yang biasa digunakan untuk menghitung dimensi fraktal suatu citra, adalah metode Penghitungan Kotak (*Box Counting*). Adapun langkah-langkah metode penghitungan kotak adalah sebagai berikut [Putra, 2004]:

- Citra dibagi kedalam kotak-kotak dengan ukuran s .
- Hitung banyaknya kotak $N(s)$ yang bersisi bagian objek pada citra. Nilai $N(s)$ sangat tergantung pada s . Pada penelitian ini, nilai s berubah dari 1 sampai 2^k , dengan $k = 0, 1, 2, \dots$ dan seterusnya, 2^k tidak boleh lebih besar dari ukuran citra. Bila citra berukuran $2^m \times 2^m$, maka nilai k akan berhenti sampai m .

- Hitung $D(s)$ dengan rumus berikut:

$$D(s) = \frac{\log_2(N(s))}{\log_2(s)}$$

Langkah terakhir adalah buat garis lurus menggunakan nilai $D(s)$ untuk berbagai nilai s . Persamaan garis lurus dapat ditentukan dengan metode kuadrat terkecil (*least square*). Kemiringan (*slope*) dari garis lurus tersebut merupakan dimensi fraktal dari citra.

Pendekatan lain untuk menghitung dimensi fraktal adalah dengan rumus berikut:

$$N(s) = \sum_i C_{s,i}^2$$

Dengan $C_{s,i}$ merupakan banyak piksel objek pada kotak ke- i , dengan ukuran kotak adalah s . Kemudian $D(s)$ dapat dihitung dengan menggunakan rumus (2.38). Dimensi fraktal yang diperoleh dengan cara terakhir ini disebut dengan dimensi fraktal korelasi.

3. HASIL PEMBAHASAN

Konsep fraktal-jejaknya bisa dirunut hingga Gottfried Wilhelm Leibniz, matematikawan Jerman abad ke-17-berakar pada teori matematika. Fraktal berasal dari kata Latin, *fractus*, yang berarti pecahan. Pada benda, karakteristik fraktal dicirikan oleh adanya self-similarity. Obyek fraktal tersusun dari komponen lebih kecil yang bentuknya sama dan diulang-ulang.

Dari hasil penelitian 200 motif batik dari berbagai daerah di Indonesia (mahasiswa ITB). Fokusnya pada isen, yakni motif kecil-kecil pada batik yang mengisi bentuk lebih besar.

Ternyata batik memang fraktal. Pengujian dengan metode Transformasi Fourier menunjukkan dimensi motif batik adalah bilangan pecahan sesuai dengan karakter fraktal. Pada motif-motif batik dari Solo dan Yogyakarta, dimensinya konsisten pada angka 1,5. Batik pesisir, seperti Cirebon dan Pekalongan, dimensinya lebih variatif, lebih dekat ke bilangan bulat 1, 2, atau 3.

Metode fraktal adalah sebuah cara mengembangkan desain dengan bantuan piranti lunak yang digunakan untuk memperkaya motif dari corak-corak batik yang sudah ada.

Teknisnya, sebuah corak batik akan dicarikan rumus matematikannya. Dari input rumus memungkinkan diperoleh motif batik yang banyak dan beragam dalam waktu cepat. Dengan merubah sedikit rumus dan sudutnya akan tercipta lagi motif-motif yang baru, begitu seterusnya.

Keuntungan lain penggunaan metode fraktal adalah terjaganya motif-motif orisinal sebagai basis pengembangan desain.

batik tradisional seperti Sidomukti, Parikesit atau Rujak Senthe tetap terjaga. Tidak hanya itu, hasil pengembangan sekaligus untuk memenuhi selera pasar dan perkembangan jaman.

Sementara itu menurut beberapa pengrajin batik, selain persoalan pasar, mereka juga dihadapkan maraknya pemalsuan motif batik. Bahkan, Dengan motif sama, batik palsu mampu mencuri pasar batik asli kendati belum bisa dikatakan merusak pasar, namun kedepan penjiplakan ini dapat mematikan usaha batik yang sudah ada.

4. PENUTUP

a. Kesimpulan

Dari penulisan diatas dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Batik memang fraktal, karena obyek fraktal tersusun dari komponen lebih kecil yang bentuknya sama dan diulang-ulang.
- 2) Metode fraktal adalah sebuah cara mengembangkan desain dengan bantuan piranti lunak yang digunakan untuk memperkaya motif dari corak-corak batik yang sudah ada.

b. Saran

Diharapkan akan ada penelitian lebih lanjut mengenai batik fraktal. Dan bisa membuat software untuk batik fraktal yang dapat digunakan oleh pengrajin batik, walaupun keunikan corak terletak dari karya buah tangan sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

- 1] Munir, R., 2004, *Pengolahan Citra Digital dengan pendekatan Algoritmik*, Edisi Pertama, Informatika Bandung.
- 2] Munir, Rinaldi. *Pengolahan Citra Digital*. Informatika. Bandung. 2004.
- 3] Phillips,Dwayne.*Image Processing In C*.Lawrence-kansas.1994
- 4] Wibowo Wicaksono, *Pengolahan Sidik jari dengan menggunakan Fraktal*, Tesis, Yogyakarta, 2006
- 5] Wohlberg, B., Jager, G.de, December 1999, "A Review of the Fractal Image Coding Literature", *IEE Transactions on Image Processing*, Vol. 8, No.12, pp. 1716—1729,
http://math.lanl.gov/~brendt/Publications/woh_lberg-1999-review.shtml.

fc