

Modifikasi Motif Kain Tradisional Menggunakan *Cellular Automata*

Purba Daru Kusuma

Program Studi Sistem Komputer
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
purbodaru@gmail.com

Abstrak—Metode *cellular automata* telah diimplementasikan ke dalam berbagai bidang. Salah satunya adalah pembuatan motif atau pola secara komputasi (*computer generated pattern*). Di sisi lain, metode *cellular automata* belum banyak dimanfaatkan dalam pengembangan motif kain tradisional. Padahal, pemanfaatan teknik komputasi dapat membuat desain dan pengembangan motif kain tradisional lebih variatif. Dalam penelitian ini, metode *cellular automata* digunakan untuk memodifikasi motif kain tradisional. Motif tradisional yang digunakan dalam penelitian ini adalah motif Truntum. Hal ini sesuai dengan sifat dasar kisi-kisi pada *cellular automata*. Modifikasi dilakukan dengan menambahkan unsur ketidakteraturan dalam motif dasar. Konsep agen cerdas juga diimplementasikan sebagai unit-unit yang bergerak secara otonom untuk mengganti pola dasar dengan pola baru sesuai dengan jalur yang dilalui oleh agen tersebut. Proses penggantian pola bersifat iteratif. Pembangkitan pola menggunakan pendekatan stokastik. Melalui penelitian ini, telah dihasilkan motif Truntum yang telah dimodifikasi dan terlihat lebih tidak teratur dan lebih beraneka ragam.

Kata kunci—pembangkitan pola; *cellular automata*; agen cerdas

I. PENDAHULUAN

Implementasi matematika dan komputasi dalam pengembangan produk-produk seni telah berkembang luas. Implementasi tersebut mencakup seni dalam bentuk audio [3][4], visual, maupun audio visual. Teknik komputasi diimplementasikan secara penuh dalam pengembangan game, terutama dalam hal kecerdasan buatan, pembuatan obyek, dan rendering. Dalam bidang fotografi, teknik komputasi dimanfaatkan untuk meningkatkan atau memperbaiki kualitas foto dan penambahan efek atau filter. Dalam bidang dekoratif, teknik komputasi dimanfaatkan dalam pengembangan pola-pola secara komputatif sehingga produksi pola-pola baru dapat berlangsung lebih cepat dan beragam.

Teknik komputasi telah banyak dimanfaatkan dalam pembuatan pola. Pola-pola tersebut dapat diimplementasikan pada kain, kertas, bingkai, dan lain-lain. Teknik komputasi yang digunakan juga beragam. Di sisi lain, pemanfaatan teknik komputasi dalam pengembangan motif-motif kain tradisional masih terbatas. Hal tersebut terlihat dari jumlah literatur mengenai pemanfaatan teknik komputasi pada kain tradisional yang masih sedikit. Salah satu teknik komputasi yang cukup berkembang adalah teknik fraktal. Sampai saat ini, teknik fraktal

banyak digunakan untuk pengembangan maupun rekonstruksi motif batik. Hanya saja, penggunaan teknik fraktal dapat dikatakan cukup rumit.

Salah satu teknik komputasi yang belum banyak dimanfaatkan adalah *cellular automata* (CA). Secara umum, CA telah diimplementasikan secara luas di berbagai bidang. Teknik CA telah diimplementasikan di bidang filter foto [2][8], simulasi trafik [6], simulasi pergerakan pejalan kaki, pembuatan pola [1][5], dan lain-lain. Salah satu kelebihan CA adalah strukturnya yang sederhana dan fleksibel untuk dikombinasikan dengan teknik-teknik yang lain.

Dalam kaitan dengan pola yang teratur, banyak kain tradisional di Indonesia memiliki pola dasar yang teratur atau monoton. Di antaranya adalah motif Truntum, Parang, Sidomukti, dan beberapa motif lainnya. Di satu sisi, motif yang teratur lebih mudah dibuat dan sederhana. Di sisi lain, pola yang teratur cenderung monoton. Oleh karena itu, akan lebih baik jika terdapat unsur ketidakteraturan dalam motif yang teratur.

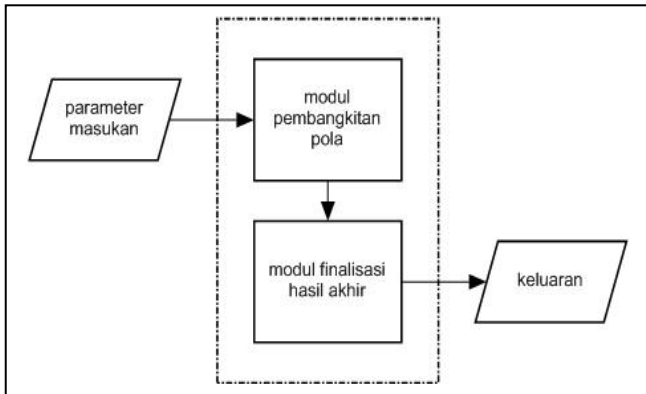
Penelitian ini bertujuan untuk menambahkan unsur ketidakteraturan dalam pola kain tradisional yang teratur. Metode yang digunakan adalah dengan mengkombinasikan CA dengan agen cerdas. Implementasi CA dimanfaatkan agar motif yang muncul lebih beragam dan terdapat ketidakteraturan dalam struktur. Dengan demikian, motif kain yang baru menjadi tidak terlalu monoton. Agen cerdas berfungsi untuk mengubah nilai-nilai dalam matriks pola. Dalam sekali proses, dibangkitkan lebih dari satu agen yang berfungsi mengubah nilai-nilai matriks pada jalur yang dilaluinya. Pengujian dilakukan dengan mengukur rasio jumlah sel yang terduduki terhadap seluruh sel yang tersedia, jumlah sel yang berhasil diduduki oleh agen, dan jangkauan agen dalam mengubah pola selama proses iterasi.

II. USULAN SISTEM

A. Arsitektur Sistem

Sistem pembangkitan pola terdiri dari 4 tahap. Tahap pertama adalah penentuan parameter gambar yang akan ditampilkan. Tahap kedua adalah menjalankan proses pembangkitan pola. Tahap ketiga adalah memasukkan bentuk pola yang akan ditampilkan. Tahap keempat adalah menampilkan pola yang dihasilkan ke dalam format gambar. Adapun diagram arsitektur sistem dapat dilihat pada Gambar 1.

Sistem terdiri dari 2 modul. Modul pertama adalah modul pembangkitan pola atau matriks pola. Modul kedua adalah modul finalisasi hasil akhir. Modul pembangkitan pola berfungsi untuk menentukan nilai sel-sel dalam matriks pola. Modul finalisasi hasil akhir berfungsi untuk menampilkan pola hasil akhir berdasarkan susunan sel dalam matriks keluaran modul pembangkitan pola.



Gambar 1. Arsitektur Sistem

Terdapat parameter-parameter yang diatur untuk membangkitkan pola. Parameter pertama adalah dimensi gambar hasil. Parameter kedua adalah dimensi pola. Pembagian antara luas gambar hasil dengan luas pola menghasilkan jumlah sel obyek pola dalam satu gambar hasil. Parameter ketiga adalah jumlah pola selain pola dasar. Parameter keempat adalah jumlah agen. Parameter kelima adalah jumlah iterasi.

B. Modul Pembangkitan Pola

Modul pembangkitan pola adalah sub sistem pertama dalam sistem pembangkitan pola. Masukan modul ini adalah parameter masukan. Keluaran modul ini adalah matriks pola. Matriks pola adalah matriks yang berisi nilai sel-sel yang nantinya akan diisi obyek-obyek pola. Ilustasi matriks pola dapat dilihat pada Gambar 2.

$$\begin{bmatrix}
 O_{1,1} & O_{1,2} & \dots & O_{1,j} \\
 O_{2,1} & O_{2,2} & \dots & O_{2,j} \\
 \dots & \dots & \dots & \dots \\
 O_{i,1} & O_{i,2} & \dots & O_{i,j}
 \end{bmatrix}$$

Gambar 2. Matriks Pola

Dalam pembuatan pola, didefinisikan beberapa variabel. Variabel n adalah jumlah iterasi. Variabel W adalah lebar gambar hasil. Variabel H adalah tinggi gambar hasil. Variabel w adalah lebar obyek pola. Variabel h adalah tinggi obyek pola. Variabel i adalah jumlah baris matriks pola. Variabel j adalah jumlah kolom matriks pola. Nilai i dan j dihitung menggunakan persamaan 1 dan 2.

$$i = \text{integer}(H/h) \tag{1}$$

$$j = \text{integer}(W/w) \tag{2}$$

Proses pembangkitan pola dilakukan melalui proses iterasi. Pada awalnya, seluruh nilai sel o bernilai 0. Hal ini menandakan

semua sel berisi obyek pola dasar. Selanjutnya dibangkitkan agen sebanyak N, di mana N adalah jumlah obyek pola kombinasi. Jadi jika gambar hasil pembangkitan terdiri dari 3 obyek pola tambahan selain obyek pola dasar maka nilai variabel N adalah 3. Agen direpresentasikan dalam himpunan A dengan anggota sebanyak N dengan representasi sebagai berikut $\{a_1, a_2, a_3, \dots, a_n\}$. Adapun variabel c digunakan untuk menunjukkan indeks agen. Selama proses iterasi, agen akan bergerak dari titik asal ke titik-titik yang memungkinkan. Oleh karena itu, ditetapkan variabel s sebagai variabel titik asal (start). Penentuan nilai s untuk tiap-tiap agen dilakukan melalui proses acak sebagaimana dapat dilihat pada persamaan 3. Nilai s dan d terdiri dari 2 parameter, yang mengindikasikan posisi baris dan kolom dalam matriks O. Model perjalanan agen menganut konsep 4 arah, yaitu ke kiri, ke kanan, ke atas, dan ke bawah. Pilihan arah direpresentasikan dalam indeks b dari 1 sampai dengan 4 secara berurutan untuk arah kiri, atas, kanan, dan bawah.

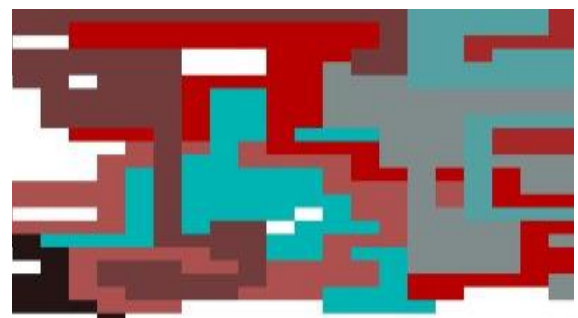
$$s(ac) = \{\text{random}[1,i], \text{random}[1,j]\} \tag{3}$$

Penentuan arah gerak agen menganut model CA. Model CA yang diimplementasikan dalam penelitian ini merupakan modifikasi model CA untuk pergerakan pejalan kaki. Adapun peluang arah yang dipilih oleh agen ditentukan berdasarkan persamaan 4. Variabel δ adalah nilai status sel pada baris x dan kolom y. Jika sel tersebut belum pernah dilewati oleh agen manapun maka nilai δ untuk sel tersebut bernilai 1. Jika sel tersebut sudah dilewati, maka nilai δ untuk sel tersebut adalah 0. Selanjutnya, agen akan bergerak menuju arah sel dengan nilai probabilitas tertinggi. Variabel K adalah variabel yang dibangkitkan secara acak pada saat perhitungan probabilitas dilakukan. Fungsi variabel K adalah memberikan pengaruh stokastik pada alur pola. Dengan demikian, model perhitungan pada persamaan 4 menggunakan konsep stokastik.

$$P_b(ac) = K\delta_{x,y} \tag{4}$$

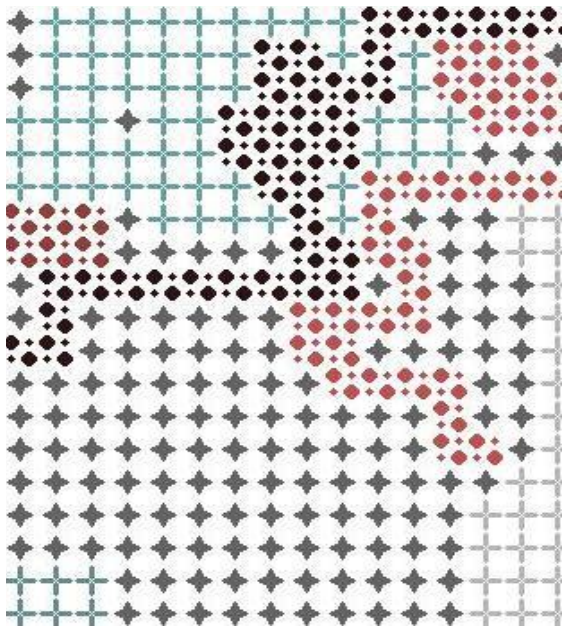
III. IMPLEMENTASI

Dalam penelitian ini, model yang diusulkan diimplementasikan ke dalam aplikasi berbasis web. Program ditulis menggunakan bahasa PHP. Gambar hasil memiliki lebar 1000 piksel dan tinggi 500 piksel. Dimensi obyek adalah 20 x 20 piksel. Dengan demikian, terdapat 25 baris dan 50 kolom di dalam matriks pola. Jumlah agen sebanyak 10 unit. Iterasi dilakukan sebanyak 100 kali. Salah satu hasil simulasi dapat dilihat pada Gambar 3.

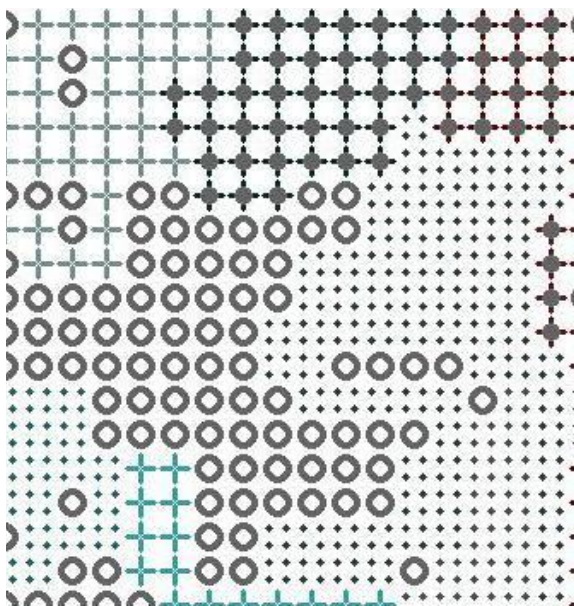


Gambar 3. Blok Pola Hasil Simulasi

Tahap selanjutnya adalah finalisasi hasil akhir. Pada penelitian ini, dibuat 2 motif modifikasi dapat sama dengan atau lebih besardaripada jumlah agen. Idealnya, jumlah agen adalah sama dengan jumlah motif modifikasi. Meskipun jumlah motif modifikasi kurang dari jumlah agen, motif yang sama akan memiliki warna berbeda karena tiap agen merepresentasikan satu warna tertentu. Pembagian motif modifikasi diatur sebagai berikut. Hasil akhir pembangkitan dapat dilihat pada Gambar 4.



(a)



(b)

Gambar 4. Hasil Akhir Sistem

Gambar 4 terdiri dari 2 gambar. Gambar a adalah contoh gambar hasil kombinasi dengan 2 obyek kombinasi. Dengan demikian, secara keseluruhan terdapat 3 jenis obyek. Gambar b adalah contoh gambar hasil kombinasi dengan 3 jenis obyek

kombinasi. Dengan demikian, secara keseluruhan terdapat 4 jenis obyek.

IV. PENGUJIAN

Dalam penelitian ini, dilakukan 3 bentuk pengujian. Pengujian pertama adalah menghitung persentase jumlah sel yang diduduki terhadap jumlah sel total. Pengujian kedua adalah menghitung jumlah sel yang dilewati agen selama proses iterasi. Pengujian ketiga adalah menghitung jarak antara sel awal dengan sel akhir. Metode pengujian ini mengacu pada pengujian *hitting time*, jumlah langkah yang berhasil dilakukan, dan jumlah titik (*node*) yang dilewati selama rentang waktu tertentu dalam pengujian *random walk* [7].

Pengujian pertama adalah menghitung rasio jumlah sel yang diduduki dengan jumlah sel total. Dengan dimensi matriks yang telah ditentukan, terdapat 1250 sel yang mungkin untuk dilewati. Dengan jumlah agen sebanyak 10 dan jumlah iterasi sebanyak 100 kali, jumlah maksimal sel yang mungkin untuk diduduki sebanyak 1000 sel. Dengan demikian, rasio jumlah sel yang terduduki maksimal adalah 80 persen. Percobaan dilakukan sebanyak 10 kali. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

TABEL I. PERSENTASE SEL YANG TERDUDUKI

Percobaan	Persentase Sel Terduduki (%)
1	40
2	54
3	60
4	47
5	45
6	52
7	46
8	54
9	35
10	36
11	52
12	53
13	48
14	46
15	45
16	52
17	41
18	47

Berdasarkan data pada Tabel 1, diperoleh hasil di mana rasio sel yang terduduki berada dalam tingkatan cukup. Rata-rata rasio sel yang terduduki sebesar 47,4 persen. Nilai ini tentu sudah berada di atas 50 persen dari potensi maksimalnya, yaitu menduduki 80 persen sel yang tersedia. Rasio terendah sebesar 35 persen dan rasio tertinggi sebesar 60 persen. Dengan

demikian, dengan perbaikan metode, dimungkinkan dilakukan peningkatan rasio sel yang terduduki.

Pengujian kedua adalah menghitung jumlah sel yang berhasil diduduki oleh agen. Dengan jumlah iterasi sebanyak 100 kali, jumlah maksimal sel yang dapat diduduki oleh tiap-tiap agen sebanyak 100 sel. Percobaan dilakukan sebanyak 18 kali. Terdapat 3 keluaran yang diamati. Keluaran pertama adalah jumlah minimal sel yang berhasil diduduki oleh agen. Keluaran kedua adalah jumlah maksimal sel yang berhasil diduduki oleh agen. Keluaran ketiga adalah jumlah rata-rata sel yang berhasil diduduki oleh agen. Hasil pengujian kedua dapat dilihat pada Tabel 2.

TABEL II. JUMLAH PENDUDUKAN SEL

Percobaan ke-	Jumlah Sel Terduduki		
	Minimal	Maksimal	Rata-rata
1	14	100	49.5
2	37	99	68.0
3	21	96	74.7
4	16	100	59.3
5	22	96	56.5
6	14	99	64.5
7	35	96	57.3
8	25	94	67.0
9	8	98	43.5
10	7	98	45.3
11	23	97	65.4
12	16	98	66.3
13	13	96	59.9
14	11	99	57.8
15	5	94	56.3
16	16	99	64.7
17	13	98	50.5
18	31	99	58.8

Berdasarkan data pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa terjadi kesenjangan antara jumlah sel minimal dan maksimal yang dapat diduduki. Rata-rata jumlah sel minimal yang dapat diduduki sebesar 18,2 persen. Rata-rata jumlah sel maksimal yang dapat diduduki sebesar 97,6 persen. Ada agen yang dapat menduduki sampai dengan 100 sel. Di sisi lain ada agen yang hanya dapat menduduki kurang dari 10 sel. Rata-rata jumlah sel yang diduduki oleh agen sebesar 59,2 sel.

Pengujian ketiga adalah pengujian mengenai jarak tempuh agen dalam menduduki sel-sel selama proses iterasi berlangsung. Pengujian dilakukan dengan cara menghitung jarak antara sel pada awal iterasi dengan sel pada akhir iterasi. Terdapat 3 hasil keluaran dalam pengujian ketiga, yaitu jarak minimal, jarak maksimal, dan jarak rata-rata. Pengujian

dilakukan sebanyak 18 kali. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.

TABEL III. JARAK TEMPUH AGEN

Percobaan ke-	Jumlah Sel Terduduki		
	Minimal	Maksimal	Rata-rata
1	3.2	23.1	10.1
2	3.2	16.6	10.5
3	4.5	25.7	15.9
4	5.4	22.6	11.0
5	2.8	30.1	12.9
6	2.2	17.7	9.1
7	3.2	24.0	12.5
8	1.4	21.8	8.6
9	1.0	30.1	8.2
10	1.0	17.8	8.8
11	1.0	33.5	12.9
12	4.1	26.6	12.8
13	4.0	14.3	8.7
14	1.4	17.5	8.8
15	0.0	12.2	5.7
16	1.0	19.1	10.8
17	2.0	25.2	11.6
18	4.1	22.1	10.1

Berdasarkan data pada Tabel 3, dapat dilihat bahwa terjadi kesenjangan antara jarak yang ditempuh oleh agen selama proses iterasi. Rata-rata jarak minimal sebesar 2,5. Rata-rata jarak maksimal sebesar 22,2. Adapun rata-rata jarak yang ditempuh oleh agen sebesar 10,1. Dalam beberapa percobaan, ditemukan ada agen yang jarak antara sel awal dan sel akhir sejauh satu sel. Parameter jarak tidak dapat digunakan secara langsung untuk mengukur kinerja agen secara independen mengingat ada agen yang cenderung bergerak secara lurus, tetapi ada juga agen yang bergerak berbelok-belok maupun berputar sehingga meskipun jumlah sel yang diduduki cukup tinggi, jarak antara sel awal dengan sel akhir cukup dekat.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas, telah dilakukan pengembangan model pembangkitan pola secara komputatif berbasis model cellular automata. Model yang dikembangkan bersifat stokastik. Model telah dapat menghasilkan pola dengan alur yang acak dan dapat memodifikasi motif kain tradisional. Berdasarkan pengujian, diperoleh 3 kesimpulan. Kesimpulan pertama, rasio keterdudukan sel sudah di atas 50 persen. Kesimpulan kedua, terdapat kesenjangan yang cukup lebar mengenai kinerja agen dalam hal jumlah sel yang berhasil diduduki. Kesimpulan ketiga, terdapat kesenjangan yang cukup lebar mengenai kinerja dalam hal jarak antara posisi sel pada awal iterasi dan posisi sel pada akhir iterasi. Dengan demikian, hal ini dapat dijadikan bahan

untuk penelitian selanjutnya, yaitu bagaimana cara meningkatkan rasio keterdudukan sel, memangkas kesenjangan penguasaan blok, dan memangkas kesenjangan jarak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Seth, S. Bandyopadhyay, U. Maulik, "Pseudorandom Pattern Generation by a 4-Neighborhood Cellular Automata Based on Probabilistic Analysis", proceeding on the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists, 19-21 Maret, Hongkong, 2008.
- [2] C. Chang, Y. Zhang, and Y. Gdong, "Cellular Automata for Edge Detection of Image", IEEE Proceeding on Machine Learning and Cybernetics, hal.26-29, 2004.
- [3] D. Burraston, E. Edmonds, "Cellular Automata in Generative Electronic Music and Sonic Art", Digital Creativity, vol.16, hal.165-185, 2005.
- [4] D. Burraston, E. Edmonds, D. Livingstone, and E. R. Miranda, "Cellular Automata in Midi Based Computer Music", proceedings of International Computer Music Conference, hal. 71-78, 2004.
- [5] J. Kari, "Universal Pattern Generation by Cellular Automata", Theoretical Computer Science, vol. 429, hal. 180-184, 2012
- [6] M. Rickert, K. Nagel, A. Latour, "Two Lane Traffic Simulations using Cellular Automata", LANL Report, 1 Februari, 2008.
- [7] P. L. Rosin, "Training Cellular Automata for Image Processing", IEEE Transactions on Image Processing, vol 15, hal.2076-2087, 2006.
- [8] R. Hofstad dan M. Keane, "An Elementary Proof of the Hitting Time Theorem", The Mathematical Association of America, hal. 753-756, 2006