

KAJIAN SIMULASI MODEL BISWAS-SEN DALAM DINAMIKA OPINI UNTUK 2 DIMENSI

Indri Yanti¹⁾, Rinto Anugraha NQZ^{2)*}

¹Universitas Wiralodra, Jln. Ir. H. Juanda Km. 3 Indramayu,

²Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

*rinto@ugm.ac.id

(Desember, 2015)

ABSTRAK

Pada penelitian ini telah dilakukan simulasi Monte Carlo untuk model Biswas-Sen yang merupakan salah satu model opini binerdenganmenggunakansoftwareImageJ. Model Biswas-Sen merupakan model dinamika opini biner yang tergantung pada ukuran domain tetangga. Dalam model dinamika opini biner diasumsikan bahwa seorang individu akan dipengaruhi oleh tetangga atau domain terdekatnya. Model ini dapat diwakili oleh suatu sistem spin Ising yang hanya memiliki 2 keadaan, yaitu keadaan up dan down. Penelitian ini mengusulkan model Biswas-Sen dalam 2 dimensi dengan medan eksternal tidak diikutsertakan sehingga sistem dianggap tidak mengalami fluktuasi. Model Biswas-Sen 2 dimensi untuk mengembangkan sistem 1 dimensi yang sudah pernah dilakukan oleh Soham Biswas dan Parongama Sen. Model Biswas-Sen 1 dimensi dianalogikan seperti model Ising 1 dimensi yaitu tidak ada transisi fase sehingga dalam model Biswas-Sen tersebut tidak terlihat adanya transisi fase. Hasil dari penelitian ini yaitu model Biswas-Sen 2 dimensi belum muncul transisi fase.

Kata kunci: Simulasi Monte Carlo, Model Ising, Transisi Fase, Model Biswas-Sen.

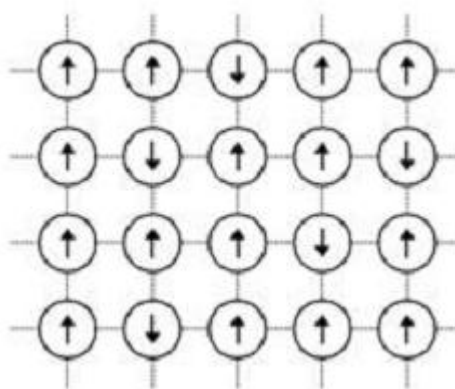
PENDAHULUAN

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia definisi opini adalah pendapat, pikiran, pendirian seseorang terhadap sesuatu ataupun kejadian. Dinamika opini merupakan topik sentral dalam sosiologi, terutama pada dinamika sosial. Dalam sosiofisika opini-opini diwakili oleh spin-spin (Kulakowski, 2008). Dinamika keputusan di bawah pengaruh sosial telah berada dalam kajian ilmiah selama beberapa dekade (Chakrabarti dan Chatterjee, 2006). Opini dan dinamika keputusan di bawah pengaruh sosial terjadi pada bidang ekonomi, politik, dan lain-lain. Fitur utama dalam dinamika opini adalah interaksi antar individu. Manusia memutuskan apa yang harus dilakukan dalam suatu situasi dengan melihat apa yang orang lain lakukan (Cialdini, 2000). Keputusan yang diambil oleh individu dapat dipengaruhi oleh individu di sekitarnya. Individu dalam banyak situasi berperilaku seperti partikel yang tidak memiliki kehendak bebas. Individu memiliki kecenderungan untuk mengubah opininya mengikuti opini dari individu lain atau mengikuti opini yang memiliki pengikut yang lebih banyak. Perubahan pendapat dari seorang individu dikarenakan adanya tekanan sosial ataupun faktor lainnya, hal ini merupakan dinamika yang terjadi dalam kehidupan sosial. Dari sudut pandang fisikawan

perilaku individu dan interaksi di antara mereka merupakan tingkat mikroskopik dari sistem sosial.

Dinamika opini dalam kehidupan sosial menjadi tema untuk penelitian ini. Penelitian ini akan mengusulkan suatu model dinamika opini biner 2 dimensi dengan medan eksternal tidak diikutsertakan sehingga sistem dianggap tidak mengalami fluktuasi. Model ini dapat diwakili oleh suatu sistem spin Ising yang hanya memiliki 2 keadaan, yaitu keadaan *up* dan *down*. Dalam model dinamika opini biner diasumsikan bahwa seorang individu akan dipengaruhi oleh tetangga terdekatnya. Model dinamika opini biner pada penelitian ini merupakan jenis model Biswas-Sen dengan dinamika opini tergantung pada ukuran domain tetangga. Model Biswas-Sen 1 dimensi dianalogikan seperti model Ising 1 dimensi yaitu tidak ada transisi fase. Sehingga dalam model Biswas-Sen tersebut tidak terlihat adanya transisi fase. Pada opini biner, hanya terdapat dua opini yang berlawanan seperti “pro” atau “kontra”, “hitam” atau “putih” dan sebagainya. Dinamika opini biner dapat diwakili oleh dinamika spin Ising.

Pada model Ising, suatu spin hanya memiliki dua keadaan yaitu $+1$ atau -1 . Interaksi spin dapat terjadi baik antara spin tersebut dengan tetangga terdekatnya maupun dengan medan magnet eksternal. Ising menemukan bahwa pada model 1 dimensinya tidak terdapat transisi fase. Model Ising 1 dimensi yang ditandai dengan tiap spin magnetik hanya memiliki dua tetangga terdekatnya yaitu kiri dan kanan. Dalam model Ising ferromagnetik 2 dimensi setiap spin berinteraksi dengan empat tetangga terdekat, seperti ditunjukkan pada gambar 1.1.



Gambar 1.1 Model sederhana bahan ferromagnetik 2 dimensi.

Pada ferromagnetik, jika dua spin bertetangga menunjukkan arah yang sama, maka kontribusi energi adalah $-J$ tetapi jika kedua spin tersebut anti-paralel, maka $+J$. Secara

umum sistem ingin menuju kepada energi terendah mungkin sehingga pada sistem ferromagnetik maka spin-spin yang paralel lebih disukai.

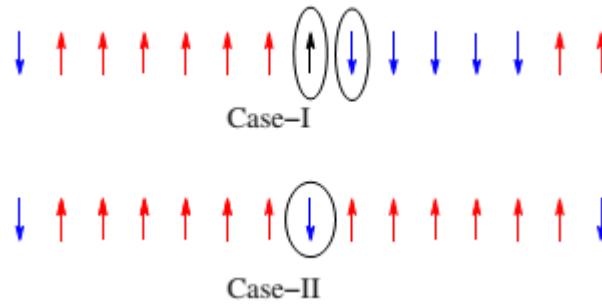
Interaksi antar spin sebenarnya sangat kompleks tetapi Ising menyederhanakan sistemnya yaitu hanya berinteraksi dengan empat tetangga terdekat dari spin yang dipilih secara random. Energi interaksi antara dua buah spin yang terpisah pada jarak r dituliskan sebagai (Griffiths, 1999):

$$U = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{1}{r^3} [\mathbf{m}_1 \cdot \mathbf{m}_2 - 3(\mathbf{m}_1 \cdot \hat{r})(\mathbf{m}_2 \cdot \hat{r})],$$

dengan μ_0 merupakan permeabilitas ruang hampa yang bersatuan $Wb/A.m$ atau H/m , \mathbf{m}_1 dan \mathbf{m}_2 merupakan momen magnet spin pertama dan kedua yang memiliki satuan emu atau $A.m^2$ atau J/T , dan r merupakan jarak antara kedua spin yang bersatuan m (dapat menggunakan Å). Sehingga U memiliki satuan J atau eV , dengan $1 eV = 1,6 \times 10^{-19} J$.

Soham Biswas dan Parongama Sen telah mengusulkan sebuah model opini biner dengan pendapat individu berubah berdasarkan keadaan domain tetangga mereka. Jika domain tetangga memiliki opini yang berlawanan maka opini domain dengan ukuran yang lebih besar diikuti. Dimulai dengan suatu konfigurasi acak (random), sistem berevolusi kesuatu keadaan homogen.

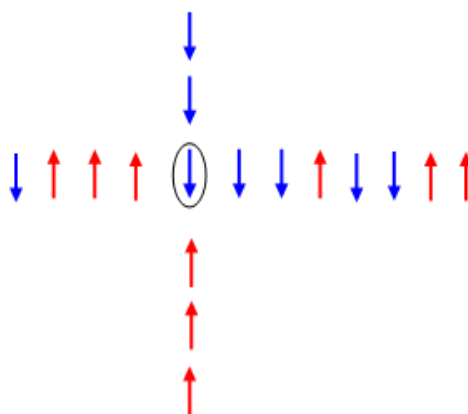
Dalam suatu model dinamika opini, fitur utama adalah interaksi individu-individu. Biasanya, dalam semua model, diasumsikan bahwa seorang individu dipengaruhi oleh tetangga terdekatnya. Biswas dan Sen mengusulkan model 1 dimensi opini biner dengan dinamika tergantung pada ukuran domain tetangga. Model opini biner 1 dimensi, individu mengubah opininya dalam dua situasi: pertama ketika dua domain tetangga memiliki polaritas berlawanan maka individu akan mengikuti opini tetangga yang memiliki domain lebih besar. Kasus ini hanya muncul ketika individu berada pada batas dua domain. Kasus kedua, individu mengubah opininya ketika kedua domain tetangga memiliki polaritas yang sama namun berbeda dengan individu tersebut, dengan kata lain individu tersebut terjepit diantara dua domain yang memiliki opini yang sama. Kasus kedua ini sebenarnya merupakan kasus khusus dari yang pertama. Model ini dapat diwakili oleh suatu sistem spin Ising, di mana keadaan *up* dan *down* sesuai dengan dua opini yang mungkin. Kasus pertama dan kedua tersebut ditunjukkan secara skematis pada gambar 1.2.



Gambar 1.2 Aturan dinamis untuk model Biswas-Sen 1 (Yanti, 2015)

Kasus pertama, spin yang dilingkari akan mengikuti opini dari domain kiri. Kasus kedua, spin *down* antara dua domain spin *up* akan membalik tanpa bergantung dengan ukuran domain tetangganya (Biswas dan Sen, 2009). Dalam kasus pertama, spin yang dipilih dan terletak di batas antara dua domain akan mengikuti opini domain sebelah kiri. Hal ini disebabkan jumlah spin yang sama pada domain sebelah kiri lebih besar daripada domain sebelah kanan. Untuk kasus kedua, spin *down* yang diapit oleh dua spin tetangga yang berorientasi *up* maka arahnya akan membalik untuk mengikuti orientasi spin tetangganya. Ini disebut sebagai tekanan sosial (*social pressure*).

Berbeda dengan kasus 1 dimensi, untuk model 2 dimensi suatu spin memiliki empat domain terdekatnya yaitu domain kanan, kiri, atas dan bawah. Selanjutnya dihitung jumlah anggota spin yang berada pada domain masing-masing, kemudian spin yang memiliki orientasi sama akan dijumlah. Spin yang dipilih secara random tersebut akan mengikuti jumlah spin tetangga yang lebih dominan, seperti ditunjukkan gambar 1.3.



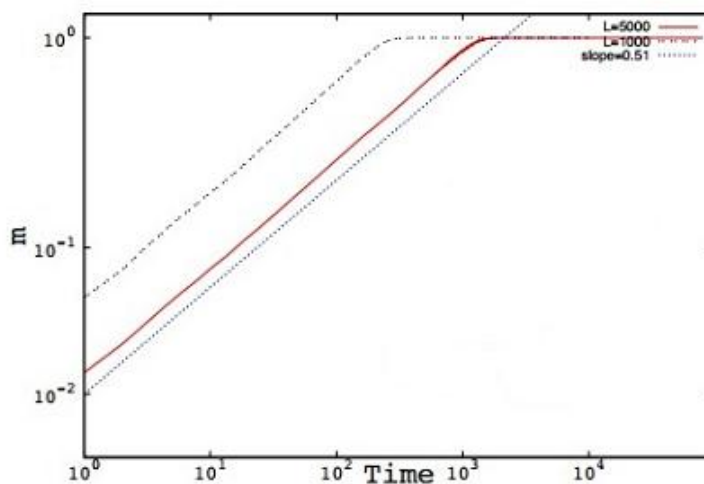
Gambar 1.3 Aturan dinamis model Biswas-Sen dalam 2 dimensi. Spin yang diambil akan berubah *up*. (Yanti, 2015)

Jika N_+ merupakan sejumlah orang dengan opini tertentu (spin *up*) dan N_- merupakan sejumlah orang yang memiliki opini berlawanan (spin *down*), parameter keteraturan didefinisikan sebagai:

$$m = \frac{|N_+ - N_-|}{N}.$$

Rumus ini identik dengan (nilai absolut) magnetisasi dalam sistem spin.

Dimulai dengan konfigurasi awal yang acak, dinamika dalam model Biswas-Sen 1 dimensi selalu menuju ke keadaan akhir berupa $m = 1$ atau -1 , yaitu keadaan homogen dengan semua individu memiliki opini yang sama. Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.4.



Gambar 1.4 Pertumbuhan parameter keteraturan m dengan waktu untuk dua ukuran sistem yang berbeda sepanjang garis lurus (slope 0.51) yang ditunjukkan dalam plot log-log (Biswas dan Sen, 2009).

METODOLOGI PENELITIAN

Simulasi model Biswas-Sen 2 dimensi dilakukan dengan metode Monte Carlo menggunakan *software Image J*.

Metode Monte Carlo

Metode-metode Monte Carlo merupakan salah satu algoritma komputasi yang bergantung pada sampel acak yang diulang untuk memperoleh hasil-hasil numerik. Metode-metode tersebut sering digunakan pada masalah-masalah fisis dan matematis dan berguna ketika masalah-masalah tersebut sulit diselesaikan secara analitik. Sebagian besar metode-metode Monte Carlo digunakan untuk menyelesaikan masalah optimisasi, integrasi numerik, dan distribusi probabilitas.

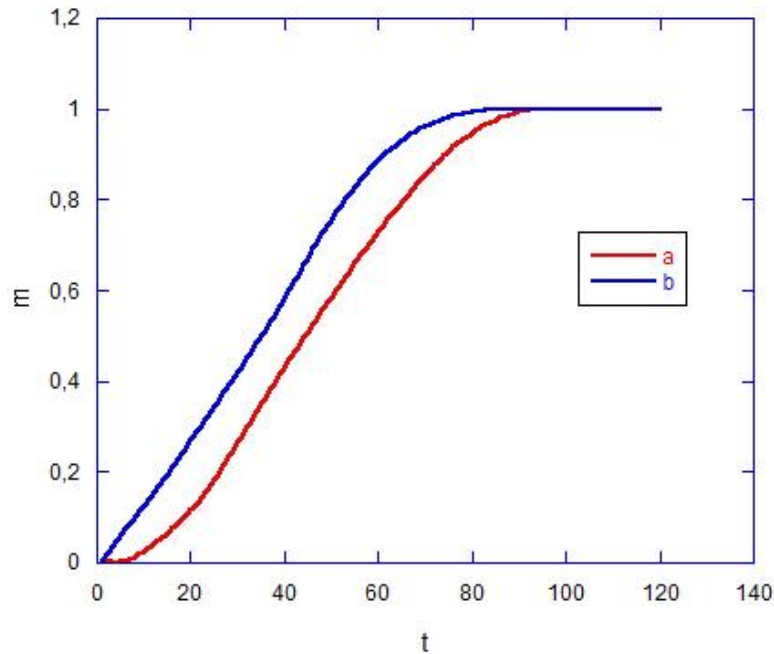
Metode-metode Monte Carlo bermacam-macam, tetapi cenderung untuk mengikuti suatu pola tertentu yaitu:

1. Mendefinisikan suatu domain dari input-input yang mungkin
2. Membangkitkan input secara acak dari suatu distribusi probabilitas
3. Melakukan suatu komputasi secara deterministik pada input
4. Mengumpulkan hasil-hasil.

Pada dasarnya, simulasi dengan menggunakan metode Monte Carlo berarti menggunakan angka acak untuk memeriksa permasalahan yang akan dipecahkan. Metode Monte Carlo berhubungan dengan bidang probabilitas dan statistika karena pengaplikasian metode ini membutuhkan sampel acak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Model Biwas-Sen 2 dimensi merupakan pengembangan dari model 1 dimensi. Pada model Biswas-Sen 1 dimensi individu hanya memiliki dua domain tetangga terdekat yaitu sebelah kanan dan kiri. Sedangkan untuk sistem 2 dimensi individu memiliki empat domain tetangga terdekat yaitu kanan, kiri, atas, dan bawah. Pada penelitian ini, ukuran (N) sistem yang digunakan dalam simulasi model Biswas-Sen 2 dimensi yaitu 400×400 . Persentase spin putih sama dengan 50% dari total spin dalam sistem yang menunjukkan bahwa magnetisasi total mula-mula sama dengan nol, dengan spin-*up* direpresentasikan dengan warna putih sedangkan spin-*down* dengan warna hitam. Simulasi model Biswas-Sen 2 dimensi akan terjadi perubahan dari keadaan heterogen menjadi homogen. Keadaan homogen digambarkan ketika spin menjadi hitam semua ataupun sebaliknya menjadi putih semua (Yanti, 2015).



Gambar 3.1 Grafik perubahan m terhadap t untuk model Biswas-Sen 2 dimensi. Simulasi I (a), II (b) (Yanti, 2015).

Dinamika mulai terjadi pada $t = 1$. Pada Gambar 3.1 terlihat bahwa sistem bergerak menuju $m = 1$ yang menunjukkan sistem sudah mencapai konsensus baik yang berakhir dengan keadaan hitam ataupun putih semua. Dari dua grafik tersebut menunjukkan kesamaan dengan grafik yang diperoleh Biswas-Sen dalam 1 dimensi. Hal ini menunjukkan bahwa dalam model Biswas-Sen 2 dimensi belum terlihat adanya transisi fase. Padahal harapannya dengan menaikkan dimensi dari sistem tanpa menambahkan fluktuasi model Biswas-Sen 2 dimensi sudah bisa muncul transisi fase sama seperti model Ising 2 dimensi (Yanti, 2015).

Sama seperti yang terjadi pada model Biswas-Sen 1 dimensi, ketika ukuran sistem diubah maka waktu untuk mencapai homogen akan berbeda seperti yang ditunjukkan oleh tabel 3.1.

Tabel 3.1 Perbandingan Waktu untuk Mencapai Keadaan Homogen dengan Ukuran Sistem 50 dan 100

Ukuran Sistem	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5
50	18	33	21	23	15
100	30	26	29	39	28

(Yanti, 2015)

Waktu untuk mencapai keadaan homogen bervariasi dikarenakan angka random (p) yang dihasilkan berbeda yang berpengaruh pada posisi distribusi spin putih pada $t = 0$ dan posisi spin yang dipilih pada t berikutnya ketika mulai terjadi dinamika (Yanti, 2015).

KESIMPULAN

Pada model Biswas-Sen 2 dimensi tidak muncul transisi fase seperti yang terjadi pada model Biswas-Sen 1 dimensi. Keadaan akhir model Biswas-Sen 2 dimensi homogen dengan $m = 1$. Dapat disimpulkan bahwa keadaan akhir yang dapat dicapai oleh model Biswas-Sen 2 dimensi sama dengan model Biswas-Sen 1 dimensi.

PUSTAKA

- Biswas, S., dan Sen, P.2009. Model of binary opinion dynamics: Coarsening and effect of disorder. *Physical Review E*, 80, 027101.
- Chakrabarti, B.K.,Chakraborti, A., dan Chatterjee, A.2006.*Econophysics and Sociophysics* (Trends and Perspectives). WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
- Cialdini, R.B.2000. *Influence Science and Practice (4th Edition)*. Allyn & Bacon.
- Kulakowski, K. 2008.Around the gap between sociophysics and sociology. arXiv:0711.2880v2 [*physics.soc-ph*].
- Olmsted P. D.2000.Landau Theory of Phase Transitions. *Lectures*. Departement of Physics and Astronomy, University of Leed.
- Yanti, I. 2015. "Kajian Simulasi Model Biswas-Sen dalam Dinamika Opini untuk 1 dan 2 Dimensi Dengan dan Tanpa Parameter Bak-Suhu". Tesis.Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada