

## **Simulasi dengan *Multi Agent* Prediksi Banjir Berdasarkan Intensitas Hujan Menggunakan *Particle Swarm Optimization***

**Wahyu Satria Aji**  
Universitas Trilogi  
email: wahyuaji@trilogi.ac.id

### **ABSTRAK**

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang masih sering terjadi di Indonesia. Kurangnya sistem peringatan yang memadai dinilai sebagai penyebab bencana banjir. Saat ini sensor pendeteksi banjir hanya terdapat di sekitar sungai yang mengukur dari tinggi muka air, kurangnya pendeteksi banjir di sekitaran badan-badan jalan menyebabkan terjadinya banjir yang diakibatkan oleh tingginya intensitas curah hujan. Permodelan simulasi ini menggunakan multi agent yang digunakan untuk mendeteksi titik terjadinya banjir berdasarkan tingginya intensitas hujan, simulasi ini menggunakan pendekatan Multi Agen dengan memanfaatkan agen-agen cerdas. Masing-masing agen disimulasikan menggunakan NetLogo pada saat terjadinya hujan dengan menempatkan agen ke titik-titik yang berpotensi terjadinya banjir. Pengujian simulasi ini dengan menempatkan beberapa agen yang telah disisipi kecerdasan untuk mendeteksi titik-titik lokasi yang berpotensi banjir berdasarkan intensitas hujan. Setiap pengujian agen akan bergerak mencari titik sumber hujan dengan parameter tiap agen yang telah di tentukan, kemudian hasilnya akan dicari nilai rata-rata untuk mengukur seberapa besar daerah yang memiliki potensi yang cukup besar. Dengan begitu penerapan sistem prediksi banjir tersebut dapat diterapkan dalam sistem peringatan banjir yang lebih akurat dan cepat.

Kata Kunci – Banjir, *NetLogo*, Multi Agen, Simulasi, Pendeteksi.

### **ABSTRACT**

Flood is one of the natural disasters that still often occurs in Indonesia. The lack of an adequate warning system is considered as the cause of the flood disaster. At present the flood detection sensor is only around the river which measures the water level, the lack of flood detection around the road bodies causes flooding caused by the high intensity of rain. Simulation model uses a multi agent that is used to detect the point of flooding based on the high intensity of rain, this simulation uses the Multi Agent approach by utilizing intelligent agents. Each agent is simulated using NetLogo at the time of rain by placing the agent into points that have the potential for flooding. This simulation test by placing several agents who have been inserted intelligence to detect locations that have the potential to flood based on the intensity of rain. Each testing agent will move to find the source of rain with the parameters of each agent that has been determined, then the results will be searched for an average value to measure how large the area has considerable potential.

*Keywords* – Flood, *NetLogo*, Multi Agent, Simulation, Detection.

## PENDAHULUAN

Meningkatnya bencana banjir saat ini menjadi salah satu masalah yang masih sering terjadi di Indonesia. Seiring dengan musim hujan yang tidak menentu memicu terjadinya banjir. Minimnya sistem peringatan khusus yang dapat mencegah dan meminimalisir terjadinya banjir menjadi salah satu masalah besar yang sedang dihadapi saat ini. Dampak dari banjir tersebut adalah selain menghambat aktifitas, juga berdampak pada kerugian material bahkan mencapai timbulnya korban jiwa. Sedikitnya di tahun 2019 jumlah kejadian banjir di Indonesia (466) kali, data korban meninggal (291), kerusakan berat (1,510), kerusakan sedang (152), dan kerusakan ringan (4000).

Dari data tersebut dapat diketahui bahwa bencana banjir di Indonesia merupakan salah satu bencana yang masih sering terjadi, menyusul dengan datangnya hujan yang tidak menentu menjadi salah satu penyebab banjir di Indonesia. Kurangnya alat prediksi banjir dengan melakukan pendekatan selain menggunakan pengukuran tinggi muka air (TMA), melakukan pengukuran prediksi intensitas hujan dinilai suatu langkah pencegahan terjadinya banjir yang sering terjadi di daerah sekitar pemukiman atau di badan jalan.

Di Indonesia sendiri memiliki bidang khusus yang menangani seputar bencana banjir, seperti di bidang prakiraan cuaca yaitu Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) dan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) yang bertugas menanggulangi bencana alam. Dengan bantuan sistem prediksi dinilai langkah yang membantu lembaga terkait dalam mengatasi bencana banjir yang terjadi di Indonesia.

Tujuan dari penelitian ini agar memberikan sistem peringatan dini guna pencegahan dan penanganan bencana banjir, dan mempermudah lembaga yang berwenang dalam menangani bencana banjir yang terjadi di Indonesia. Dengan melakukan simulasi dengan menggunakan agen cerdas yang disimulasikan dengan menggunakan aplikasi NetLogo. Dari simulasi tersebut akan menempatkan agen-agen yang telah di sisipi oleh sistem cerdas pada titik lokasi yang memiliki intensitas hujan yang tinggi, dari pengukuran di masing-masing lokasi, nantinya agen akan berkumpul di titik yang memiliki intensitas hujan yang tinggi. Fungsi dari agen tersebut memberikan informasi mengenai titik yang memiliki potensi banjir.

Pada penelitian ini membahas mengenai penelitian sebelumnya yang membahas mengenai penerapan Particle swarm optimization dan penggunaan aplikasi NetLogo untuk membuat sebuah simulasi yang menerapkan agen-agen cerdas sebagai medianya. Pada penelitian ini membahas mengenai simulasi multi agen dengan metode PSO menggunakan NetLogo untuk mendeteksi sumber polusi udara (Rizqullah, 2018). Dalam simulasi ini menggambarkan bagaimana para agen mencari sebuah polusi udara dengan nilai value yang telah ditentukan. Ketika para agen menemukan titik pusat polusi terbesar, maka agen akan berkumpul di satu titik tersebut. Dengan begitu, pada aplikasi NetLogo akan mencari nilai iterasi untuk penentuan nilai untuk mengukur indeks kualitas udara.

Penelitian selanjutnya mengenai simulasi pengelolaan kerumunan massa demonstran menggunakan NetLogo (Badrul *et al.*, 2017). Pada simulasi ini menggunakan metode *Crowd Dynamic Model*. Simulasi ini mengenai pengelolaan massa demonstrasi dengan visualisasi menggunakan aplikasi NetLogo, dengan mengandalkan agen-agen cerdas dalam simulasinya. Penggunaan simulasi berbasis agen bertujuan untuk memodelkan objek (massa dan polisi). Dari hasil simulasi nantinya akan didapatkan nilai hasil perhitungan untuk menentukan langkah yang tepat dalam mengatasi kerumunan massa saat demonstrasi.

Selanjutnya Simulasi Berbasis Agen-Based Modeling (ABM) Menggunakan NetLogo (Bata, 2012). Penelitian ini membahas mengenai simulasi rantai makanan dengan aplikasi NetLogo. Simulasi ini menggunakan agen untuk memodelkan tiap individu pada rantai makanan, tiap agen diberikan interaksi dan perilaku masing-masing. Dengan mengembangkan metode MASIM dalam membangun peran, interaksi, dan ketergantungan antar agen. masing-masing diberikan atribut dalam menggambarkan tiap perilaku agen.

Sistem Simulasi Evakuasi Kebakaran Berbasis Multi Agen (Freska Rolansa, 2015). Penelitian ini membahas mengenai simulasi evakuasi pada saat terjadi kebakaran.

permodelan simulasi ini menggunakan multi agen, masing-masing agen terdiri karyawan, agen api dan agen pintu exit yang saling berinteraksi. Tiap perilaku agen disimulasikan menggunakan aplikasi NetLogo dengan sistem skenario perluasan api, skenario penyelamatan, dan sistem fasilitas evakuasi. Pengujian simulasi dilakukan sebanyak

lima kali percobaan, dan masing-masing hasil dicari nilai rata-rata jumlah manusia yang selamat dan menjadi korban. Tujuan simulasi ini adalah untuk tindakan evaluasi sistem evakuasi kebakaran, agar efektif dan efisien.

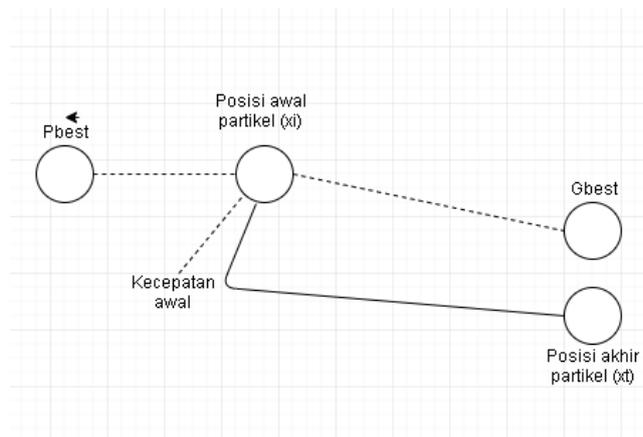
**METODE**

Pada penelitian ini berfokus pada sistem prediksi intensitas hujan yang bertujuan untuk memprediksi terjadinya banjir dengan menggunakan metode PSO berbasis agen modeling. Dalam penelitian ini penulis memaparkan langkah-langkah dalam pembuatan sistem simulasi pengukuran intensitas hujan menggunakan software NetLogo.

Berikut adalah langkah-langkah melakukan simulasi prediksi curah hujan dengan agen modeling menggunakan metode PSO :

**A. Melakukan Inisialisasi Populasi dan Kecepatan Agen Secara Acak**

Inisialisasi populasi bertujuan untuk menentukan hasil dari simulasi dengan agen. Agen akan ditempatkan di posisi acak dengan kecepatan dari titik x maupun titik y dari secara kordinat. Kemudian agen akan menemukan posisi baru setelah kecepatan diperbarui. Kecepatan agen akan slalu diperbarui hingga menemukan titik nilai terbaik.



Gambar 1. Perubahan Posisi Populasi Agen

Gambar diatas merupakan perubahan posisi populasi agen yang bergerak dari titik posisi awal yang dipengaruhi oleh nilai Gbest dan Pbest

**B. Menentukan Nilai Update Pbest dan Gbest**

Masing-masing agen memiliki sifat Pbest dan Gbest yang menghasilkan nilai terbaik. Nilai terbaik

tersebut berupa nilai titik terdekat dan titik sumber yang akan berpotensi banjir. Ketika agen menemukan titik sumber, maka agen lainnya akan mengikuti ke titik sumber tersebut walaupun dari titik posisi yang jauh. Hal tersebut karena adanya daya tarik dari hasil nilai gbest yang mencapai nilai terbaiknya (Rizquallah, 2018).

**C. Mencari nilai Iterasi**

Persamaan ini didapatkan dari memperbarui setiap nilai kecepatan partikel(agen) yang tertarik pada nilai terbaik.

1.  $v_x + (1 - \text{particle-inertia}) * \text{attraction-to-personal-best} * (\text{random-float } 1.0) * \text{dist} * dx$
2.  $v_y + (1 - \text{particle-inertia}) * \text{attraction-to-personal-best} * (\text{random-float } 1.0) * \text{dist} * dy$
3.  $v_x + (1 - \text{particle-inertia}) * \text{attraction-to-global-best} * (\text{random-float } 1.0) * \text{dist} * dx$
4.  $v_y + (1 - \text{particle-inertia}) * \text{attraction-to-global-best} * (\text{random-float } 1.0) * \text{dist} * dy$

Keterangan :

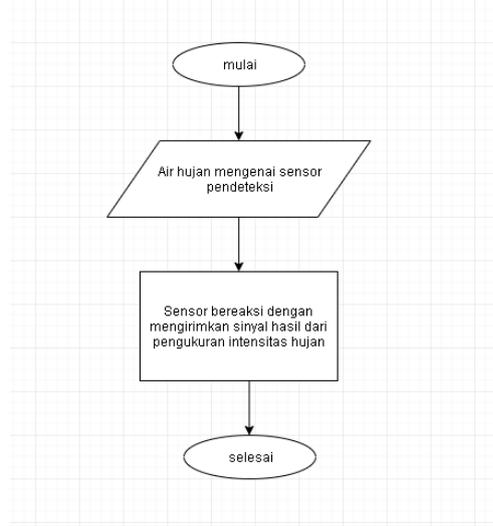
- vx : kecepatan partikel kordinat x
- vy : kecepatan partikel kordinat y
- attraction-to-personal-best : nilai terbaik personal best
- attraction-to-global-best : nilai terbaik global best (keseluruhan)
- dist : distraction (daya tarik)
- dx : (titik posisi x)
- dy : (titik posisi y)
- random-float 1.0 : parameter acak antara 1 sampai 0

Setelah perhitungan nilai terbaik dari masing-masing pbest dan gbest dilakukan pengecekan untuk memastikan semua agen atau partikel menuju satu titik sumber titik daerah yang berpotensi banjir. Jika belum maka dilakukan perulangan dan melakukan perhitungan pbest dan gbest sampai semua partikel menuju titik sumber potensi banjir.

**D. Membuat Alur Kerja Sistem**

Pembuatan desain kerja simulasi ini menggunakan alur flowchart untuk mengetahui bagaimana cara

kerja sensor terhadap pengukuran intensitas hujan yang nantinya menjadi indikator banjir.

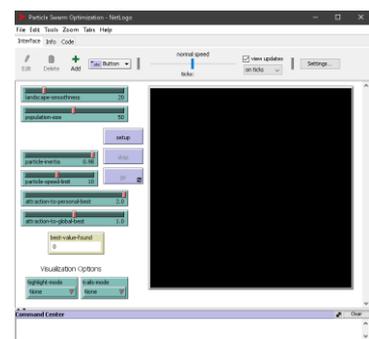


Gambar 2. Alur dari cara kerja sensor

Gambar diatas merupakan diagram alur dari cara kerja sensor pendeteksi, pertama sensor diletakkan di titik-titik strategis seperti di badan jalan, tiang lampu jalan, atau pohon, kemduain ketika hujan menyentuh sensor, maka sensor akan mengirimkan sinyal hasil dari pengukuran intensitas hujan. Dengan begitu penentuan nilai rata-rata potensi terjadinya banjir dapat dihitung, kemudian melakukan perhitungan dari nilai mutu berapakah nilai potensial terjadinya banjir di titik tersebut.

**HASIL**

Hasil perancangan simulasi kemudian diterapkan pada aplikasi NetLogo. Pengujian dengan apliksi NetLogo menggunakan interface dari Particle Swarm Optimization. Dalam pengujian tersebut terdapat agen dalam bentuk kawan lebah yang nantinya digunakan dalam mencari sumber titik yang berpotensi banjir. Langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan value yang digunakan sebagai bahan uji simulasi yang memodelkan bentuk populasi agen.



Gambar 3. Tampilan laman utama NetLogo

Pada tampilan awalan aplikasi NetLogo menggunakan library dari Particle Swarm Optimization.

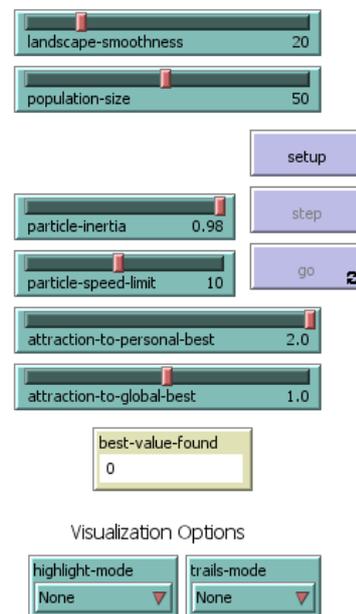
```

to go
  ask turtles [
    ; should the particles draw trails, or not?
    ifelse trails-mode = "None" [ pen-up ] [ pen-down ]

    ; update the "personal best" location for each particle,
    ; if they've found a new value better than their previous "personal best"
    if val > personal-best-val
    [
      set personal-best-val val
      set personal-best-x xcor
      set personal-best-y ycor
    ]
  ]
]
  
```

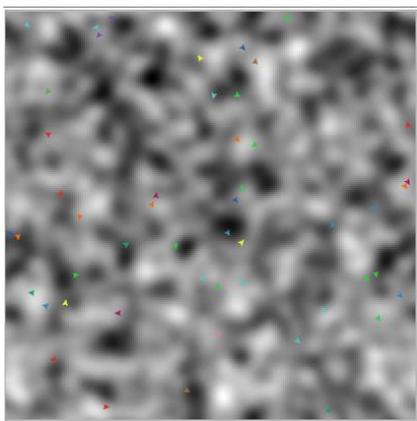
Gambar 4. Tampilan kode program populasi agen

Kode program diatas adalah untuk mengatur para agen untuk melakukan pencarian titik sumber berdasarkan nilai intensitas hujan.



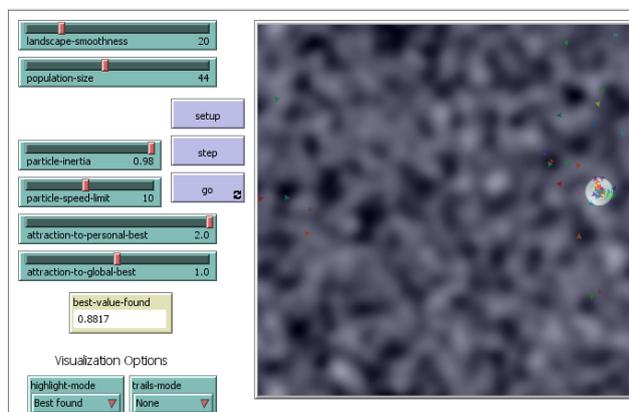
Gambar 5. Pengaturan Komponen Populasi

Tampilan diatas adalah konfigurasi komponen yang digunakan untuk mengatur jumlah populasi agen. Untuk memulai simulasi menggunakan tombol setup. Tombol step digunakan untuk pergerakan agen dalam mencari sumber titik yang berpotensi banjir. Tombol go digunakan untuk melakukan perintah perulangan yang ditentukan oleh pengguna, jadi agen akan melakukan perulangan selama sumber titik yang berpotensi banjir tidak sesuai dengan nilai yang telah ditentukan



Gambar 6. Populasi agen

Tampilan diatas merupakan gambaran agen yang akan digunakan dalam melakukan pencarian titik yang memiliki intensitas hujan tinggi.



Gambar 7. Agen berkumpul di titik sumber

Gambar tersebut menunjukkan agen berkumpul di titik sumber dengan best value found yang mendekati nilai 1.0 (0.9596) dengan menggunakan highlight-mode : none. Jika menggunakan mode (best found) mendapatkan hasil (0.9461). Keduanya menunjukkan hasil yang terbaik mencapai angka yang mendekati 1.0.

Dari hasil simulasi diatas didapatkan nilai best-found hampir mendekati 1.0. sistem kerja agen adalah dengan ditempatkan secara acak untuk menemukan titik sumber yang berpotensi banjir, kemudian setelah menemukan titik sumber para agen akan menuju lokasi dan berkumpul di titik sumber.

## SIMPULAN

Dari penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa penerapan multi agent dengan menerapkan agen-agen cerdas dalam melakukan pencarian titik sumber secara cepat dan akurat, dengan menerapkan metode particle swarm optimization ke

dalam agen-agen cerdas untuk menyelesaikan pencarian sumber titik yang berpotensi banjir.

Berdasarkan percobaan diatas bahwa penerapan multi agent menggunakan metode particle swarm optimization dapat memodelkan percobaan simulasi pengukuran intensitas curah hujan dengan mengandalkan agen-agen cerdas. Sistem kerja agen adalah mendeteksi lokasi yang telah diberikan sensor pendeteksi hujan, yang nantinya agen tersebut mencari titik sumber sensor yang memiliki potensi banjir berdasarkan intensitas hujannya. Agen dapat mengetahui berdasarkan indikasi seperti jumlah populasi, kecepatan, nilai pbest dan best untuk menentukan nilai terbaiknya.

NetLogo merupakan aplikasi yang dapat memvisualisasikan simulasi menggunakan agen dengan metode PSO. NetLogo relatif mudah untuk melakukan simulasi dengan menggunakan model agen.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badrul, M. *et al.* (2017) 'SIMULASI PENGELOLAAN KERUMUNAN MASSA DEMONSTRAN DENGAN CROWD DYNAMIC MODEL SIMULATIONS OF CROWD MANAGEMENT MASS PROTESTER WITH CROWD DYNAMIC MODEL', 4(3), pp. 5134–5139.
- [2] Bata, J. (2012) 'SIMULASI BERBASIS AGEN-BASED MODELING (ABM) MENGGUNAKAN NETLOGO', 2012(Sentika).
- [3] Freska Rolansa, A. S. (2015) 'Sistem Simulasi Evakuasi Kebakaran Berbasis Multi Agen', *IJCCS*, 9(1), pp. 101–110.
- [4] H, N. L. *et al.* (2017) 'SWARM ROBOT IMPLEMENTATION IN GAS SEARCHING USING PARTICLE SWARM OPTIMIZATION ALGORITHM', 6(3), pp. 127–138.
- [5] Herdiyansyah, F. (2018) 'Optimasi Penjadwalan Pertandingan Sepak Bola Menggunakan Particle Swarm Optimization ( Studi Kasus Liga 1 Indonesia )', 10(01), pp. 14–18.
- [6] Rizaldi, H. I. *et al.* (2018) 'Penerapan Particle Swarm Optimization Untuk Balancing Ability Pada Team Battle Game RPG', 2(11), pp. 4318–4324.

- [7] Rizqullah, R. (2018) 'Simulasi Multi Agent Menggunakan PSO untuk Deteksi Sumber Polusi Udara dengan Memanfaatkan NetLogo', 1(1), pp. 1–5.
- [8] Sanubari, A. R. *et al.* (2018) 'PEMODELAN PREDIKSI BANJIR MENGGUNAKAN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK', 5(3), pp. 6276–6282.
- [9] Waluyo, S. R., Hariadi, M. and Purnama, I. K. E. (2010) 'Pencarian Jalur Terbaik Menggunakan Particle Swarm Optimization untuk mengoptimasi Lalu Lintas Kendaraan', 6(3).
- [10] Yumin, D. and Li, Z. (2014) 'Quantum Behaved Particle Swarm Optimization Algorithm Based on Artificial Fish Swarm', 2014.