

## SIMULASI PENGELOLAAN KERUMUNAN MASSA DEMONSTRAN DENGAN *CROWD DYNAMIC MODEL*

### *SIMULATIONS OF CROWD MANAGEMENT MASS PROTESTER WITH CROWD DYNAMIC MODEL*

**Muhammad Badrul Mashar Wahyudyanza**

Program Studi S1 Ilmu Komputasi, Fakultas Informatika, Universitas Telkom

[badrilmashar@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:badrilmashar@student.telkomuniversity.ac.id)

#### **ABSTRAK**

Perkembangan akan kebutuhan teknologi dan informasi semakin menunjukkan peningkatannya seiring dengan bertambahnya waktu. Teknologi informasi berkembang begitu pesat karena adanya kebutuhan manusia yang menginginkan semua pekerjaannya dapat dibuat lebih mudah dan cepat tidak lain yaitu dengan adanya teknologi informasi. Simulasi pengelolaan kerumunan massa merupakan salah satu bentuk pengembangan kejadian yang terjadi di dunia nyata yang dibutuhkan oleh para penegak hukum untuk mengatur massa demonstrasi. Simulasi yang digunakan menggunakan metode crowd dynamic model dengan output berupa visualisasi menggunakan NetLogo. Simulasi tersebut diharapkan dapat meningkatkan kemampuan aparat dalam mengatur kerumunan massa khususnya massa demonstran.

Kata kunci : Agent-Based Model, Crowd Movement, NetLogo

#### **ABSTRACT**

*The development of the need for technology and information increasingly shows improvement along with increasing time. Information technology is growing so rapidly because of the human needs who want all the work can be made easier and faster is none other than the existence of information technology. The mass management simulation is one of the real-world events that law enforcement requires to manage protester. The simulation used using crowd dynamic model method with visualization output using NetLogo. It is expected that the simulation can improve the ability of the apparatus in organizing crowds, especially the protester.*

*Keyword : Agent-Based Model, Crowd Movement, NetLogo*

#### **1. PENDAHULUAN**

Teknologi informasi berkembang begitu pesat karena adanya kebutuhan manusia yang menginginkan semua pekerjaannya dapat dibuat lebih mudah dan cepat tidak lain yaitu dengan adanya teknologi informasi [9]. Sebagian besar seseorang lebih mudah mengingat sesuatu hal ketika ia melihat dan terlibat secara langsung dibandingkan dengan jika ia membaca atau mendengarnya dari orang lain. Hal ini menunjukkan pentingnya visualisasi bagi manusia dalam memahami sesuatu, demikian juga dalam kasus demonstrasi. Beberapa kasus memiliki konsep – konsep yang abstrak sehingga dapat menyulitkan dalam memahaminya dan dapat menyebabkan pemahaman dan pengambilan keputusan yang keliru. Oleh karena itu visualisasi menjadi penting dalam mendukung dan meningkatkan pemahaman tentang suatu kejadian[8]. Unjuk

rasa atau demonstrasi ("demo") [2] adalah gerakan protes yang dilakukan sekumpulan orang di hadapan umum. Unjuk rasa biasanya dilakukan untuk menyatakan pendapat kelompok tersebut atau penentang kebijakan yang dilaksanakan suatu pihak atau dapat pula dilakukan sebagai sebuah upaya penekanan secara politik oleh kepentingan kelompok. Pengendalian massa adalah rangkaian kegiatan atau proses atau cara dalam mengantisipasi atau menghadapi kerumunan massa. Diharapkan dengan simulasi pengendalian massa demonstran dapat memudahkan petugas keamanan untuk mengawasi jalannya sebuah unjuk rasa.

#### **2. DASAR TEORI DAN METODOLOGI PENELITIAN**

##### **2.1 Agent-Based Modelling**

Simulasi komputer merupakan suatu program komputer yang digunakan untuk meniru suatu kejadian atau sistem tertentu. Melalui simulasi konsep – konsep yang bersifat abstrak dapat divisualisasikan dalam bentuk gambar dan animasi. Melalui simulasi juga user dapat langsung berinteraksi, melakukan percobaan dan langsung melihat pengaruh yang ditimbulkan pada sebuah sistem. Simulasi berbasis agen (Agent-based Modeling) merupakan salah satu metode yang relatif baru dalam mengembangkan simulasi [6]. Simulasi berbasis agen telah digunakan secara luas oleh para peneliti dalam mempelajari dan memvisualisasi fenomena seperti interaksi individu, reaksi kimia dan perilaku serangga. Kelebihan dari agent-based modeling terletak pada kemampuannya memodelkan sistem dunia nyata yang semakin kompleks [1]. Agent-based modeling juga dapat menghasilkan perilaku sistem yang kompleks dimana perilaku ini dihasilkan dari interaksi agen – agen sederhana didalamnya [3]. Agent-Based Modeling suatu sistem dimodelkan dengan kumpulan entitas – entitas yang dapat mengambil keputusan secara otonom, entitas ini disebut ‘agen’. Setiap agen bertindak dan berperilaku berdasarkan aturan tertentu di dalam lingkungannya [7]. Pada Agent-Based Modeling, pengamatan dan pembelajaran dilakukan terhadap interaksi – interaksi yang terjadi antar agen (Yue-qi, 2011). Agent-Based Modeling digunakan dalam memodelkan proses bisnis seperti pada (Yue-qi, 2011). Entitas yang terlibat didalam proses bisnis dimodelkan sebagai agen dan proses bisnis yang terjadi dimodelkan sebagai interaksi yang terjadi antar agen.

## 2.2 Crowd Model

Crowd (keramaian) didefinisikan sebagai sekelompok pejalan kaki yang berkumpul di suatu tempat untuk tujuan yang sama atau yang berbeda-beda. Keramaian dapat ditemukan di tempat-tempat yang sering dijadikan tujuan berkumpul dan menjadi bagian yang tidak terpisahkan dalam kehidupan sehari-hari. Studi tentang crowd akhir-akhir ini telah menjadi fokus di beberapa bidang penelitian seperti transportasi, psikologi, keamanan, kecerdasan buatan, dan komputer grafis[3]. Crowd movement model diasumsikan [4] bahwa kecepatan individu dibatasi oleh orang-orang sekitar yang mengelilingi individu tersebut. Arahnya dapat dihentikan oleh pengaruh yang disebabkan oleh tiga hal yaitu [5]:

### A. Pengaruh Orang yang berada di depan dan di belakang

Menggunakan ( $x$ ) pada arus yang telah ditentukan ketika posisi individu pada waktu (time  $t$ ), jarak relatif dan kecepatan seseorang (person  $j$ ) dengan orang lain yang berada di depan (person  $j-1$ ) adalah  $|x_j - x_{j-1}|$  dan  $|(dx_j/dt) - (dx_{j-1}/dt)|$ . Untuk menghindari potensi benturan, orang (person  $j$ ) akan mencoba untuk berhenti atau memperlambat gerakannya.

### B. Pengaruh Orang yang berada di samping (sisi)

Untuk menghindari kemacetan di samping, dipertimbangkan untuk “meredam” kekuatan gaya harus diarahkan ke orang (person  $j$ ). Gaya peredam tersebut diasumsikan sebagai  $f_j > 0$ . Dapat menjadi lebih kuat ketika dua orang berdekatan sehingga orang tersebut harus memperlambat gerakannya untuk menghindari benturan.

### C. Pengaruh diri sendiri ketika bergerak

Keinginan individu untuk keluar dari kerumunan dan mengambil alih posisi yang ada di depan dapat dipengaruhi oleh umur, jenis kelamin, motivasi, psikologis dan fisik seseorang. Hal ini juga dapat dianggap sebagai faktor pendorong. Oleh karena itu, jika massa individu ( $j$ ) adalah  $M_j$ , dan reaksi individu yang berubah terhadap lingkungan adalah normal, mengacu pada hukum gerak newton:

$$-M_j \frac{d^2 x_j}{dt^2} = C \left( \frac{dx_j}{dt} - \frac{dx_{j-1}}{dt} \right) / |x_j(t) - x_{j-1}(t)| + f_j - p_j \dots\dots\dots(1)$$

dimana  $C$  adalah bilangan konstan.

Keterangan:

- $x_j$  = posisi seseorang yang bergerak.
- $p_j$  = gaya kendali diri.
- $f_j$  = gaya redam.

## 2.3 NetLogo

NetLogo merupakan program yang dikembangkan oleh UriWilensky dan tersedia gratis pada <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>.

NetLogo dikembangkan dengan maksud untuk memberikan kemudahan bagi para peneliti dalam membangun simulasi. NetLogo memiliki jendela tempat simulasi berjalan, tempat dimana agen diletakkan dan menjadi lingkungan bagi agen. Pengguna dapat merancang antar muka simulasi yang hendak dibuat sesuai dengan keinginan pengguna. Netlogo juga menyediakan sejumlah komponen antar muka seperti button, slider, dan plot[10]. User (Observer) dapat memberikan instruksi kepada ratusan atau ribuan agen untuk beroperasi secara independen. Ini memberikan kemungkinan untuk mengeksplorasi pola hubungan perilaku level mikro dan makro dari agen yang muncul dari interaksi banyak agen. Beberapa terminologi di Netlogo antara lain [10]:

A. World

Istilah world pada netlogo untuk menjelaskan environment tempat agent berjalan atau berinteraksi, istilah environment sering digunakan bergantian dengan istilah world. World biasanya terdiri dari sekumpulan patches dan memiliki titik koordinat pada setiap patches yang membentuknya.

B. Agen

Agen adalah suatu objek yang dapat melakukan sesuatu di dalam environment, setiap agent bersifat autonomous dan dapat berjalan secara simultan. Ada 4 tipe agent pada netlogo antara lain turtles, patches, link dan observer.

C. Turtles

Adalah agent yang bergerak di environment. Dengan kata lain istilah agent yang bergerak atau berada diatas patches adalah turtles. Turtles tidak memiliki titik koordinat.

D. Patches

Patches adalah agen yang tidak dapat bergerak dan memiliki titik koordinat (x,y) pada environment. Kumpulan patches membentuk environment. Patches juga memiliki kemampuan untuk membentuk turtles.

D. Link

Kita dapat menghubungkan dua turtles didalam environment, kemanapun turtles tersebut bergerak didalam environment mereka tetap terhubung sebagai satu link yang sama.

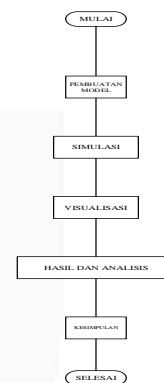
E. Observer

Observer bisa dikatakan external agent yang dapat memanipulasi semua agent yang ada pada environment, observer memiliki perintah yang berlainan untuk memanipulasi agent yang ada. Observer tidak dapat dilihat secara visual pada environment. Ciri khas untuk mengetahui suatu prosedur didalam program dibuat dari sudut pandang observer adalah adanya perintah ASK pada awal suatu perintah.

F. Breed

Turtles dapat diturunkan menjadi "turtles dengan karakteristik tertentu" misalnya sekumpulan agent berwarna merah, agen dengan warna putih dan lain sebagainya. Konsep breed merupakan konsep yang penting jika ingin membuat multi agent dengan karakteristik dan tugas yang berbeda-beda. Perintah ini biasanya di deklarasikan pada bagian atas program.

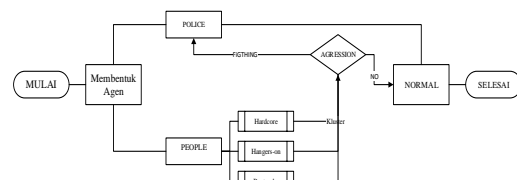
2.4 Desain Sistem



Gambar 2-4 Diagram Aplikasi

Pada gambar 2-4 terlihat bahwa terdapat lima proses utama yaitu pembuatan model, studi literatur, pengumpulan data, pembuatan simulasi, visualisasi dan pengujian simulasi. lima proses tersebut yaitu pembuatan model simulasi visualisasi dan penyimpulan hasil.

2.5 Sistem Simulasi



Gambar 2-5 Sistem Simulasi Model

Pada Gambar 2-5 sistem diawali dengan pembentukan agen pada NetLogo. Agen yang dibentuk yaitu people (orang) dan police (polisi). Pada agen people dibentuk sub-sub

agen yang dibentuk melalui setiap crowd (kerumunan) yang terjadi diantaranya membentuk sub agen hardcore (penyerang), hangers-on (melawan), dan bystander (korban). Setiap sub agen masing-masing membentuk kluster. Jika ada aggression (penyerangan), maka status kluster sedang dalam fighting (bentrokan), kemudian police (polisi) akan menangani fighting tersebut sampai kondisi dalam keadaan normal kembali.

### 3. PEMBAHASAN

Pada pembuatan agen terdapat dua agen yang digunakan untuk memodelkan dua individu yaitu people dan polisi. Berikut merupakan baris program yang mendefinisikan agen dan atribut yang dimilikinya.

```
breed [people]
breed [polisi]
people-own [
  acquaintances
  visible-people
  number-of-visible-own-party
  number-of-visible-other-party
  quad-own-party
  quad-other-party
  aggression
  party
  kind
  state-time
]
```

Gambar 3-1 Kode Program Pendefinisian Agen

Keterangan:

- Breed : Pembentukan multi agen
- People own : Fungsi atribut.

Untuk mendefinisikan perilaku crowd, maka pada agen people menggunakan 10 prosedur pada Gambar 3-1.

Gambar berikut menunjukkan perilaku agen polisi pada saat mengatur kerumunan.

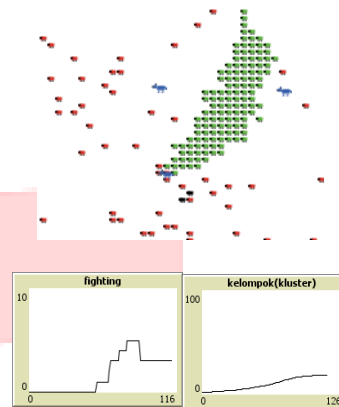
```
to adjust-aggression
  set number-of-visible-own-party count visible-people
  with [ party = [party] of myself ]
  set number-of-visible-other-party count visible-people
  with [party != [party] of myself ]
  ifelse number-of-visible-own-party > number-of-visible-
  other-party + 15
    [ set aggression aggression + 1 ]
    [ if number-of-visible-other-party > number-of-
  visible-own-party + 15
    [ set aggression aggression - 1 ] ]
  ifelse aggression < 0 [set aggression 0] [if aggression
  > 35 [ set aggression 35 ] ]
  if count polisi in-radius jrpandang > 0 [set aggression
  aggression - 1]
  if aggression < 0 [set aggression 0]
end
```

Gambar 3-2 Kode Program Pengaturan crowd

Untuk menentukan analisis dan kesimpulan, maka dilakukan simulasi dengan

beberapa skenario berdasarkan populasi, jumlah polisi, persentase hardcore (penyerangan) dan jarak pandang sebagai parameter.

Pada skenario 1 menunjukkan kemungkinan terjadi fighting (bentrokan) berada pada langkah ke 55 dan langkah ke-100 agen telah membentuk kelompok sebanyak 18 orang.

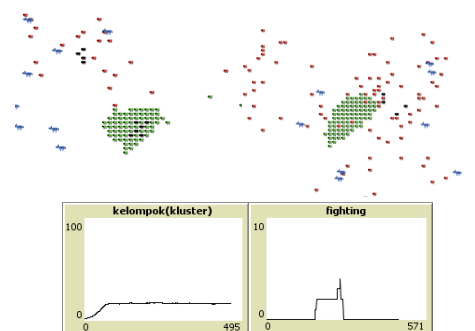


Gambar 3-3 Simulasi pada skenario pertama

Keterangan:

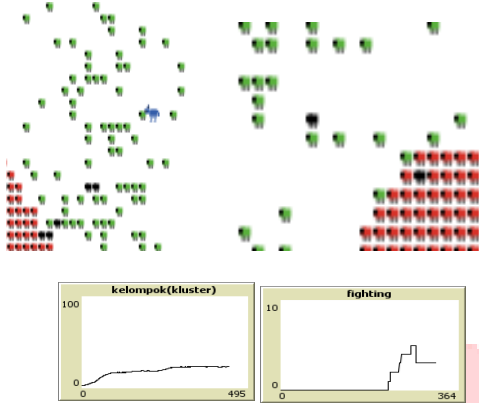
- Hijau dan merah : Kelompok demonstran.
- Hitam : fighting (bentrokan).
- Biru : polisi.
- Sumbu X(fighting) : jumlah fighting (bentrokan).
- Sumbu Y(fighting) : langkah (ticks).
- Sumbu X(kluster) : jumlah anggota pada kelompok.
- Sumbu Y(kluster) : langkah (ticks).

Pada skenario 3 dan 4 (sebanding) menunjukkan kemungkinan terjadi fighting berada pada langkah ke-177 dan langkah ke-100 agen telah membentuk kelompok sebanyak 18 orang.



Gambar 3-4 Simulasi pada skenario 3(kiri) dan 4(kanan)

Pada skenario 7 dan 8 (sebanding) menunjukkan kemungkinan terjadi fighting berada pada langkah ke-227 dan langkah ke-100 agen telah membentuk kelompok sebanyak 20 orang.



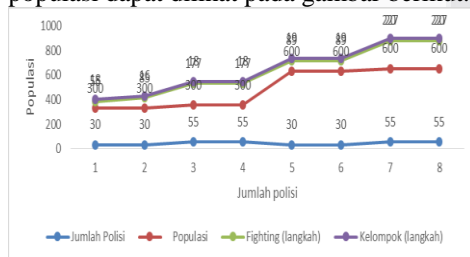
Gambar 4-7 Simulasi pada skenario 7(kiri) dan 8(kanan)

Adapun hasil perhitungan skenario pengujian jumlah polisi dan populasi terhadap jumlah fighting dan kelompok yang muncul dapat dilihat oleh tabel berikut.

Tabel 4-1 jumlah polisi dan populasi terhadap jumlah fighting dan kelompok

NO.	Jumlah Polisi	Populasi	Fighting (jumlah langkah/kelompok yang muncul)	Kelompok
1.	30	300	1,82	5,56
2.	30	300	1,18	6,25
3.	55	300	0,56	5,56
4.	55	300	0,56	5,56
5.	30	600	1,12	5,26
6.	30	600	1,12	5,26
7.	55	600	0,44	5,00
8.	55	600	0,44	5,00

Hasil plot pada skenario percobaan jumlah populasi dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3-5 plot data fighting terhadap populasi dan jumlah polisi

Pada gambar 3-5 terlihat bahwa jumlah polisi sangat berpengaruh pada jumlah fighting yang ada ini dikarenakan faktor perilaku crowd yang dapat diatur dengan baik melalui mekanisme law enforcement [3]. Demikian juga dengan tingkat populasi semakin banyak populasi dalam kerumunan maka semakin sedikit waktu (langkah) yang digunakan polisi ketika mengatur kerumunan massa yang ada.

Ketika demonstrasi berlangsung massa akan cenderung untuk membentuk kerumunan setiap 100 langkah dan tingkat agresifitas massa terbentuk jika ada dua grup yang berbeda jumlah. Jika kelompok pertama (red) jauh lebih sedikit dari kelompok kedua (green) maka terjadinya fighting makin semakin besar.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari tugas akhir ini yaitu:

1. Massa akan cenderung untuk membentuk kerumunan setiap 100 langkah dan tingkat agresifitas massa terbentuk jika ada dua grup yang berbeda jumlah. Jika kelompok pertama (red) jauh lebih sedikit dari kelompok kedua (green) maka terjadinya fighting makin semakin besar.
2. Tingkat populasi semakin banyak populasi dalam kerumunan maka semakin sedikit waktu (langkah) yang digunakan polisi ketika mengatur kerumunan massa yang ada.

#### DAFTAR PUSTAKA

[1] Butakov, N., Nasonov, D., Knyazkov, K., Karbovskii, V., & Chuprova, Y. (2015). The multi-agent simulation-based framework for optimization of detectors layout in public crowded places. *Procedia Computer Science*, 51, 522-531.

[2] Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, Edisi ke-3. Jakarta: Balai Pustaka, 2005.

[3] Duives, D. C., Daamen, W., & Hoogendoorn, S. P. (2013). State-of-the-art crowd motion simulation models. *Transportation research part C: emerging technologies*, 37, 193-209.

[4] Fang, Z., Yuan, J. P., Wang, Y. C., & Lo, S. M. (2008). Survey of pedestrian movement and development of a crowd dynamics model. *Fire safety journal*, 43(6), 459-465.

[5] Fang, Z., Lo, S. M., & Lu, J. A. (2003). On the relationship between crowd density and movement velocity. *Fire Safety Journal*, 38(3), 271-283.

[6] Helbing, D. (2012). *Agent-based modeling. In Social self-organization* (pp. 25-70). Springer Berlin Heidelberg.

[7] Heliövaara, S., Korhonen, T., Hostikka, S., & Ehtamo, H. (2012). Counterflow model for agent-based simulation of crowd dynamics. *Building and Environment*, 48, 89-100.

[8] Yue-qi, L. 2011. Analysis and Design of the Business Simulation Based on the Multi-Agent. *Fourth International Joint Conference on Computational Science and Optimization*.

[9] Tanaamah. 2005. Pemanfaatan Internet Sebagai Media Pembelajaran Ips Dan Sosiologi : Keuntungan Dan Kerugiannya. Tersedia pada :<http://www.scribd.com/doc/69559012/Internet-Untung-Rugi-Dalam-Pembelajaran>. [1 Oktober 2016].

[10] Tisue, S., & Wilensky, U. 2004. NetLogo: Design and implementation of a multi-agent modeling environment. In *Proceedings of agent* (Vol. 2004, pp. 7-9).