

SIMULASI BERBASIS AGEN UNTUK EVAKUASI BENCANA KERUMUNAN LAPANGAN INDOOR GOR X

Tryadi Wilhelmus Tumewu

Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Katolik De La Salle Manado

ttumewu@unikadelasalle.ac.id

ABSTRAK

Perencanaan dan persiapan sebelum terjadi bencana merupakan kunci aktivitas dalam manajemen keadaan darurat. Penerapan langkah-langkah keamanan yang tepat dapat mengurangi dampak bahaya yang terjadi ketika bencana pada kerumunan manusia di lapangan indoor GOR (Gelanggang Olah Raga) X. Namun evaluasi dan pemilihan langkah-langkah kemananan yang tepat sulit dilakukan dikarenakan banyaknya skenario penanggulangan bencana yang ada dilingkungan, ditambah dengan biaya yang tinggi terkait skenario tersebut. Makalah ini menyajikan model komputasi yang mensimulasikan evakuasi bencana, dimana manusia sebagai agent mempunyai aktivitas interaksi secara otonom atau berkelompok terhadap lingkungan yang mempunyai jalur evakuasi, susunan tepat duduk, dan sistem pendukung keputusan untuk mencari jalan keluar terdekat. Tujuan prototipe simulasi ini yaitu untuk mendapatkan presentasi jumlah kapasitas penonton lapangan indoor GOR X. Eksperimen dilakukan dengan skenario simulasi menurut 2 faktor yang dimiliki agent yaitu Number of Agent dan Number Scared of Agent. Berdasarkan hasil eksperimen skenario dengan waktu evakuasi terbaik ada pada skala 60-80% dimana hasil setelahnya waktu yang diperlukan cenderung konstan. Model simulasi ini bisa menjadi salah satu alternatif untuk pendukung sistem keputusan dalam memberikan rekomendasi perencanaan kapasitas penonton yang akan diambil oleh pihak manajemen atau penyelenggara kegiatan di lapangan indoor GOR X.

Kata kunci: *Agent-Based Modeling, Net-Logo, Evakuasi, Lapangan Indoor*

I. Pendahuluan

Perencanaan evakuasi sebelum bencana pada sebuah gedung pertunjukan sangatlah penting karena berkaitan dengan kehidupan kelompok besar manusia, seorang menejer harus mengatur langkah-langkah keamanan yang tepat untuk meminimalisir kemungkinan kecelakaan yang terjadi jika situasi gedung dalam keadaan darurat karena bencana seperti gempa bumi, kebakaran, dan acaman lainnya. Namun, situasi darurat dan langkah-langkah keamanan terkait dengan spesifikasi keadaan lingkungan harus diperhatikan. Untuk mengetahui dan merekayasa evakuasi suatu lingkungan memerlukan biaya yang sangat mahal dan juga interaksi nyata antar manusia terkait situasi dan skenario-skenario evakuasi (Jain dan McLean, 2008). Pemodelan komputer dan simulasi berusaha untuk memperbaiki masalah-masalah yang terjadi dengan memungkinkannya untuk dilakukan pengujian beberapa skenario terkait lingkungan dan jumlah manusia tertentu dengan biaya rendah. Sistem berbasis agen bergerak dan berinteraksi satu sama lain dan lingkungan mereka secara otonom menggunakan model komputasi, sistem tersebut menggunakan pemodelan bottom-up dimana sistem kontrol adalah desentralis dan diatur oleh perilaku agen (Borshchev dan Fillippov, 2004). Makalah ini menyajikan prototipe sistem pendukung keputusan berbasis agen untuk mensimulasikan kerumunan manusia untuk evakuasi bencana yang ditujukan khusus untuk kerumunan massa stadion indoor, Tujuan dari sistem ini adalah untuk memungkinkan beberapa skenario-skenario dalam mengetahui kapasitas aman dari sebuah stadion sebagai pendukung keputusan

II. Landasan Teori

Perkembangan teknik komputasi dalam membangun sistem simulasi semakin kompleks, beberapa studi yang menggunakan model berbasis agen untuk simulasi evakuasi kerumunan umumnya dilakukan pada tiga kategori yaitu: 1) Evakuasi manusia dalam bangunan, 2) Evakuasi kerumunan untuk jalan raya perkotaan dan 3) Perilaku manusia dalam kerumunan selama evakuasi.

II.1. Agent based Modeling

Agent based modeling(ABM) atau biasa dikenal sebagai pemodelan secara individual merupakan metode pemodelan yang bersumber pada pembelajaran berbasis individual terkait perilaku dan sebuah metode yang tersistem untuk mempelajari kolaborasi dan reaksi sebuah sistem yang berdiri secara otonom dengan keputusan dan entitas subsistem yang disebut sebagai agen [8].

III.2. Keputusan Manusia dan Model Interaksi

Perilaku keputusan manusia telah dipelajari oleh berbagai disiplin ilmu seperti psikologi, kognitif sains dan teori keputusan. Lee, dkk [6] mengklasifikasikan model secara teoritis ke dalam tiga kategori utama: pendekatan berbasis ekonomi, pendekatan berbasis psikologi dan pendekatan berbasis *synthetic engineering*.

Model interaksi manusia dapat didefinisikan menjadi lima bagian [5] yaitu 1) Kompromi, 2) Kolaborasi, 3) Kompetisi, 4) akomodasi dan 5) Penginderaan. Setiap manusia memiliki jenis pilihan interaksi yang berbeda berdasarkan tujuan dan kemauan sendiri yang dapat di pengaruhi oleh orang lian. Kolaborasi terjadi jika terdapat dua orang yang ingin mencapai tujuan bersama dan tujuan tersebut diketahui oleh keduanya. Sebaliknya kompetisi menekankan kepentingan pihak sendiri, dimana tidak ada pertukaran informasi dan kepentingan pihak lain diprediksi berdasarkan paradigma menang-kalah. Ketika dua agen memaksimalkan sumber daya mereka masing-masing dan menggambarkan proses negosiasi dalam sistem multi agen maka jenis interaksi dapat majadi akomodasi dan penginderaan, dalam interaksi akomodasi agen mungkin memiliki tujuan pribadi yang berbeda yang mungkin mengorbankan kepentingannya untuk kepentingan lainnya.

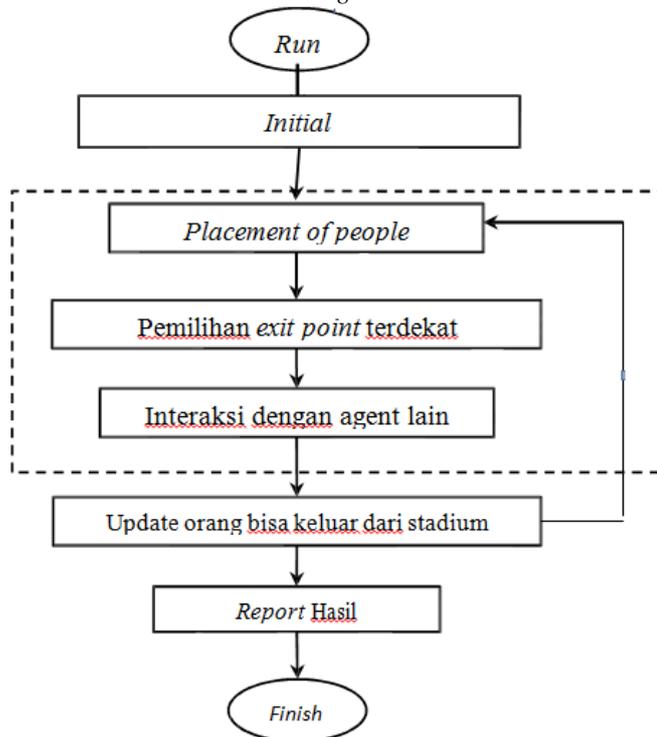
III. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan protokoler yang diusulkan oleh Grimm dkk, 2006 [2] yang kemudian dilakukan revisi pada tahun 2010 [3], menggunakan ODD (Overview, Design cocept dan Detail) protokol bertujuan untuk menggambarkan sistem yang berbasis agen agar mudah dimengerti dan dipahami.

III.1. Overview

Purpose: Model simulasi berbasis agen ini mensimulasikan evakuasi bencana suatu yang dikonsentrasikan pada kerumunan orang dalam stadion *indoor*, sebagai sistem pendukung keputusan dan menyediakan pengujian beberapa skenario bencana. *Entities* ; manusia (*people*) dan *sits State Variable* : orang berdasarkan kepadatan jumlah kursi, cara orang tersebut berjalan yang mencakup tahapan dan cara berpindah sambil menemukan *exit point* yang terdekat. *Scale* ; simulasi ini memprediksi banyaknya waktu yang dibutuhkan untuk semua orang yang ada dalam sebuah stadium per detiknya.

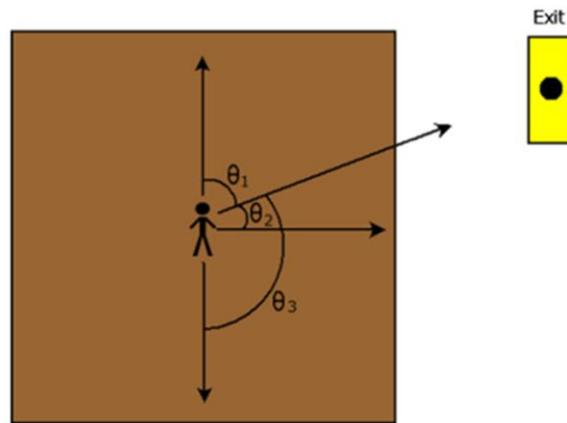
Process Overview and Scheduling



Gambar 1. Proses *overview and scheduling*

III.2. Design Concept

Basic Principle :Konsep umum dalam simulasi ini adalah mengetahui waktu yang diperlukan untuk mengevakuasi kerumunan orang mengikuti jumlah kursi, besar koridor evakuasi yang dan keterkaitan seseorang terhadap kepanikan saat evakuasi yang dapat mempengaruhi laju perpindahan untuk terevakuasi.Kapasitas sebuah stadium dan jumlah kursi dapat mempengaruhi kepadatan jalur evakuasi dimana setiap keputusan yang diambil seseorang untuk memilih exit point terdekatnya dan Setiap orang diasumsikan dengan dua sifat panik dan tidak panik.



Gambar 2. Sistem dan target dari agen

Pada gambar diatas memberikan contoh pemilihan seseorang untuk mencari jalur terdekat dimana θ_1 adalah bagian utara θ_2 bagian timur dan θ_3 bagian selatan dan pada kasus ini orang tersebut akan memilih θ_2 karena merupakan sudut terdekatnya.

Tabel 1. Karakteristik Agen

<i>Agen</i>	<i>Move (step)</i>
<i>Blue person (unscared)</i>	<i>0.5 patch / tick</i>
<i>Red person (scared)</i>	<i>1 patch / tick</i>

Emergence : Hasil dari model simulasi ini membandingkan jumlah orang yang ada dalam stadium untuk memperoleh waktu evakuasi dan jumlah peningkatan jumlah orang yang merasa takut

Adaptation : Perilaku-perilaku yang dimiliki sebuah agent:

Tabel 2. Sifat-sifat Agen

Agen	Sifat
Exit Point	1. Pada exit point menjadi salah satu jalan orang untuk keluar dari stadium
Person	1. Orang akan keluar menuju dari kursi penonton ke kiri atau ke kanan secara random pada jalan menuju pintu keluar stadium 2. Orang memilih secara acak exitpoint terdekatnya 3. Setiap orang memiliki ketakutan merasa takut yang diatur pada "initiall scared" dimana orang tersebut akan mempengaruhi rasa takut orang lain.

Interaction

- **Person dan Person**

Orang satu dengan yang lain akan cenderung cenderung saling mempengaruhi rasa takutnya ditandai dengan cara setiap orang bergerak

- **Person dan Exit Point**

Orang akan mencari exit point terdekatnya setelah melewati koridor tempat duduknya

- **Person dan Patch**

Orang akan menempatkan dirinya berdasarkan patches berwarna putih di anggap sebagai line tempat duduk penonton, dan orang akan diarahkan pada patches pada koridor untuk keluar dari stadium

Observasi : Dari simulasi berdasarkan waktu dan jumlah orang untuk mengkalkulasikan eskpektasi waktu yang diperlukan setiap orang untuk keluar

$$t_i = \frac{s_{line} + s_{koridor}}{v_i} \dots (1)$$

Keterangan :

- t : waktu setiap orang ke-i
- s : jarak (*line*: lintasan evakuasi dan koridor)
- v : Kecepatan setiap orang pada ke-i
(blue : 0.5/tick dan red : 1/tick)

III.3. Detail



Gambar 3. Interface model

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Sistem dari ABM pada bagian tiga telah menjelaskan konsep simulasi pendukung keputusan untuk perencanaan evakuasi bencana, Sistem telah disesuaikan dengan vanue lapangan indoor GOR x yang didukung dengan studi literatur untuk memberikan pengetahuan umum dan disesuaikan dengan model berbasis agen. Dengan demikian tujuan dari bagian penulisan ini adalah memberikan simulasi evakuasi pada lapangan indoor GOR x yang dapat digunakan oleh menejer atau perencana untuk mendapatkan jumlah penonton yang sekiranya aman saat terjadi keadaan evakuasi. Penelitian ini lingkungan simulasi merupakan replika dari keadaan stadion indoor GOR, dimana skenario dibuat dengan mengurangi jumlah penonton dari total penonton berdasarkan tempat duduknya 2000 penonton (100%).



Gambar 4. Grafik ujicoba

Gambar 4 memberikan grafik ujicoba dengan menurunkan jumlah penonton dimana *Spreadfear* atau tingkat kecemasan yang diberikan lingkungan adalah 30% sedangkan pengaturan awal dengan *scared person* atau penonton yang mudah panik terhadap situasi darurat 200 orang, Pengaruh ketakutan yang diberikan orang lain dari hasil pengujian konstan antara 90% -97% pada presentase penonton 100%-80% sementara itu penaruh ketakutan pada penonton 70%-50% penaruhnya hanya 40%-56% pada jumlah penonton.

V. Kesimpulan

Makalah ini menyajikan simulasi prototipe untuk mendukung keputusan untuk pemodelan kerumunan evakuasi bencana pada lapangan indoor GOR x, berdasarkan hasil eksperimen telah didapat presentase jumlah peonton 80%-100% memiliki pengaruh ketakutan terhadap penonton lain cenderung tinggi selama evakuasi berlangsung, sehingga kemungkinan penonton yang akan mengalami cedera semakin tinggi. Maka dari itu untuk meminimalisasikan resiko makalah ini mengusulkan, untuk keadaan aman jumlah penonton pada lapangan indoor GOR x adalah 70% dari kapasitas penonton yang dapat di tampung.

Daftar Pustaka

1. Gibson, F. P., Fichman, M., & Plaut, D. C. 1997. Learning in dynamic decision tasks: Computational model and empirical evidence. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 71,1–35.

2. Grimm V, Berger U, DeAngelis D, Polhill G, J Giske, Railsback. 2010. The ODD protocol: A review and first update, *Ecological Modelling* 221 2760–2768
3. Grimm, V., Berger, U., Bastiansen, F., Eliassen, S., Ginot, V., Giske, J., Goss-Custard, J., Grand, T., Heinz, S., Huse, G., Huth, A., Jepsen, J.U., Jørgensen, C., Mooij, W.M., Müller, B., Pe'er, G., Piou, C., Railsback, S.F., Robbins, A.M., Robbins, M.M., Ross-manith, E., Rüger, N., Strand, E., Souissi, S., Stillman, R.A., Vabø, R., Visser, U., DeAngelis, D.L., 2006. A standard protocol for describing individual-based and agent-based models. *Ecol. Model.* 198, 115–126.
4. Jain S & McLean C. 2008. Components of an Incident Management Simulation and Gaming Framework and Related Developments. *Simulation*, 84(1):3-25.
5. Kim, S., Xi, H., Mungle, S., & Son, Y.-J. 2012. Modeling human interactions with learning under the extended belief–desire–intention framework. Paper presented at the Proceedings of the 2012 Industrial and Systems Engineering Research Conference, Orlando, FL.
6. Lee, S., Son, Y., & Jin, J. 2010. An integrated human decision making model for evacuation scenarios under a BDI framework. *ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation (TOMACS)*, 20(4), Article 23.
7. Lee, S., & Son, Y.-J. 2009. Dynamic learning in human decision behavior under the extended belief–desire–intention framework. Paper presented at the Proceedings of the 2009 Industrial Engineering Research Conference, Miami, FL.
8. Macal C. 2006. Tutorial on Agent-Based Modeling and Simulation part 2: How to Model with Agent, IEEE