

MODEL SIMULASI UNTUK PERGERAKAN MANUSIA DI RUANG DUA DIMENSI KONTINU DENGAN PEMODELAN BERBASIS AGEN DAN BERORIENTASI OBJEK*

Cyndi Odilia Sumantri, Cahyadi Nugraha, Lisyte Fitria

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: cyndiodilia14@gmail.com

ABSTRAK

Antrean merupakan hal yang sering terjadi pada suatu fasilitas dalam sistem. Ketidaksiharian perancangan fasilitas seperti dimensi area, desain pintu, dapat mempengaruhi performansi antrean. Antrean dapat terjadi akibat adanya fasilitas yang berhubungan langsung dengan pergerakan manusia. Kompleksitas dari sebuah sistem yang melibatkan pergerakan manusia mengisyaratkan dibutuhkan model simulasi. Model Simulasi yang digunakan adalah dengan berbasis agen dan berorientasi objek. Berbasis agen digunakan karena terdapat agen dalam sistem dan aktivitasnya mempengaruhi sistem. Berorientasi objek digunakan agar simulasi ini memiliki sistematis program yang lebih baik. Makalah ini mempresentasikan suatu alat simulasi untuk mewujudkan model simulasi mengenai pergerakan manusia di ruang dua dimensi kontinu.

Kata kunci: *model simulasi, pergerakan manusia, berbasis agen, berorientasi objek.*

ABSTRACT

The queue is a common thing at a facility in the system. Incompatibility of designing facilities such as dimension of area, door design, can effect to performance of the queue. The queue can happened because of facility which interact with humans movement. The complexity of the problems in modelling humans movement need for a simulation models. Simulation models that used is the agent-based and object-oriented modelling. Agent-based is used because there are agents in the system and its activities affect the system. Object-oriented simulation is used in order to make this simulation tool has a better systematic program. This paper presents a simulation tool to create a simulation model of the humans movement in a continuous two-dimensional space.

Keywords: *simulation model, humans movement, agent-based modeling, object-oriented.*

*Makalah ini merupakan ringkasan dari Tugas Akhir yang disusun oleh penulis pertama dengan pembimbingan penulis kedua dan ketiga. Makalah ini merupakan draft awal dan akan disempurnakan oleh para penulis untuk disajikan pada seminar nasional dan/atau jurnal nasional

1. PENDAHULUAN

1.1 Pengantar

Antrean merupakan hal yang sering terjadi pada suatu fasilitas dalam sistem, seperti toilet, *server* di bank, tempat pengambilan tiket parkir, dan lain-lain. Apabila antrean terjadi pada sistem secara tidak wajar, pengguna/objek sistem akan merasa tidak nyaman. Oleh karena itu, kemungkinan terjadinya fenomena antrean merupakan hal yang harus dipertimbangkan dalam merancang fasilitas.

Fenomena antrean tidak selalu muncul dengan melibatkan *server* secara diskrit. Contoh, dalam kasus ini antrean yang terjadi tidak pada suatu jalur tertentu yang sudah ditentukan karena adanya *server*, antrean ini terjadi secara random. Selain itu, definisi "mengantre" dalam sistem pergerakan manusia di ruang dua dimensi sulit didefinisikan secara jelas. Dalam sistem ini, seseorang dikatakan mengantre tidak selalu dalam keadaan diam, melainkan memungkinkan dalam keadaan bergerak secara pelan-pelan atau dalam keadaan bergerak tersendat-sendat karena mencari jalan lain, sehingga tidak semua kasus antrean dapat diselesaikan dengan model matematis seperti teori antrean.

Banyak faktor yang mempengaruhi dalam merancang sebuah fasilitas, khususnya fasilitas yang dirancang untuk manusia karena akan secara langsung dipengaruhi oleh pergerakan manusia. Ketidaksiapan rancangan fasilitas seperti ini dapat mengakibatkan antrean bagi pengguna. Menurut Law (2007), kompleksitas dari sebuah sistem yang melibatkan pergerakan manusia mengisyaratkan dibutuhkan model simulasi. Yuandani dkk. (2014) telah melakukan penelitian mengenai pergerakan manusia pada ruang dua dimensi dengan model simulasi yang dirancang berdasarkan *Agent Based Modeling and Simulation* (North & Macal, 2007). Makalah ini merupakan pengembangan dari Yuandani dkk. (2014).

1.2 Identifikasi Masalah

Pada model simulasi yang dirancang oleh Yuandani dkk. (2014), objek orang belum memperhatikan pertimbangan (memprediksikan) gerakan objek lain yang mungkin berpotongan dengan arah pergerakannya, padahal hal tersebut akan berpengaruh pada pergerakan objek. Selain itu, untuk meningkatkan fleksibilitas dari model simulasi Yuandani (2014), dibutuhkan sistematisasi program yang lebih baik yaitu dengan konsep *object-oriented programming* (OOP). Penelitian ini membutuhkan perancangan dengan konsep berorientasi objek juga agar sistematisasi programnya lebih mudah dimengerti untuk pengembangan lebih lanjut. Berdasarkan permasalahan yang telah teridentifikasi, maka penelitian ini bertujuan untuk merancang model simulasi pergerakan manusia pada suatu area secara dua dimensi dengan pendekatan pemodelan simulasi berbasis agen dan berorientasi objek, dimana hasil dari penelitian ini merupakan penyempurnaan dari model simulasi yang telah dirancang oleh Yuandani dkk. (2014).

2. STUDI LITERATUR

2.1 Sistem, Model, Dan Simulasi

Menurut Daellenbach & McNickle (2005), sistem merupakan kumpulan komponen-komponen yang saling berinteraksi atau saling berhubungan. Bagian-bagian penting dalam sebuah sistem adalah komponen sistem, hubungan antar komponen, perilaku atau aktivitas sistem, lingkungan sistem, *input*, *output*, dan pandangan orang yang melihat dan mempelajari sistem.

Model simulasi penelitian ini termasuk ke dalam model deskriptif. Model deskriptif, adalah model yang digunakan untuk menggambarkan hasil atau perilaku dari suatu operasi tertentu atau suatu sistem. Contoh: simulasi. Menurut Buede (2009) Model deskriptif atau model prediktif, adalah model yang digunakan untuk memprediksi keadaan akan seperti apa.

Simulasi adalah proses merancang model matematika atau logis dari sistem untuk dilakukan eksperimen pada model tersebut untuk menggambarkan, menjelaskan, dan memprediksi kelakuan dari sistem. Model simulasi penelitian ini termasuk ke dalam model kontinu.

2.2 Agent Based Model Simulation (ABMS)

Menurut North & Macal (2007), *Agent Based Model* (ABM) adalah suatu metode yang digunakan untuk eksperimen dengan melihat pendekatan dari bawah ke atas (*bottom-up*) bagaimana interaksi perilaku-perilaku individu dapat mempengaruhi perilaku sistem, dengan simulasi berbasis komputer untuk memodelkan semua perilaku entitas (agen) yang terlibat dalam dunia nyata dengan harapan interaksi antar entitas dapat menghasilkan atau menggambarkan sifat utama yang dapat digunakan lagi sebagai alat bantu untuk eksplanatori atau prediksi dalam mengambil keputusan di dunia nyata.

2.3 Object Oriented Programming (OOP)

Menurut Law (2007), *Object Oriented Simulation Programming* adalah simulasi yang disusun dimana metode proses dan elemen lainnya menjadi sebuah objek yang dapat berinteraksi dengan objek lainnya. Obyek adalah suatu bentuk yang dapat memiliki metode, properti (*property*), perilaku (*behavior*), atribut, kejadian (*event*), dan sebagainya. *Object Oriented Programming* (OOP) biasanya terdiri dari: *Class, Inheritance, Encapsulation, Polimorphysm, Procedure and Function, Property, Interface, Event, Delegate*. Menurut Law (2007), OOP memiliki beberapa keunggulan sebagai berikut:

1. OOP membuat kode memiliki sifat *reusability* karena satu data kode dapat digunakan secara berulang untuk beberapa objek dengan mudah.
2. OOP membantu mengelola kompleksitas program melalui pembagian sistem pada objek yang berbeda (*modular system*).
3. OOP memudahkan *maintenance* dan modifikasi terhadap kode yang telah ada pada objek lama menjadi kode pada objek baru yang dapat dibuat dengan perubahan yang minimal.
4. OOP menyediakan suatu kerangka kerja yang baik untuk kode *library* yang mana menyediakan komponen *software* yang secara mudah dapat disesuaikan dan dimodifikasi oleh *programmer*.

2.4 Unified Modelling Language (UML)

UML yang merupakan singkatan dari *Unified Modelling Language* adalah sekumpulan pemodelan konvensi yang digunakan untuk menentukan atau menggambarkan sebuah sistem perangkat lunak dalam kaitannya dengan objek. UML dapat juga diartikan sebagai sebuah bahasa grafik standar yang digunakan untuk memodelkan perangkat lunak berbasis objek. Beberapa diagram yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *class diagram, state diagram, dan activity diagram*. *Class diagram* digunakan untuk mengidentifikasi *class* beserta atribut dan metodenya untuk membangun objek, *state diagram* digunakan untuk mengidentifikasi perilaku objek utama yaitu orang, dan *activity diagram* digunakan untuk menggambarkan setiap aktivitas yang dilakukn untuk setiap perilaku objek (Pressman, 2005).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Urutan mengenai langkah-langkah penelitian adalah sebagai berikut:

(i) Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah dan tujuan dari dilakukannya penelitian ini.

(ii) Studi Literatur

Studi literatur menjelaskan mengenai sistem, model, simulasi, model simulasi untuk pergerakan manusia, *agent-based modeling* (ABM), *object-oriented programming* (OOP), *unified modeling language* (UML). Studi literatur ini akan dijadikan sebagai acuan dalam menyelesaikan masalah ini.

(iii) Identifikasi Sistem dan Konsep Pemodelan

Identifikasi sistem dilakukan untuk menyempurnakan model simulasi yang dirancang oleh Yuandani dkk.(2014). Penjelasan konsep meliputi area/wilayah dan objek yang dimodelkan melalui gambar sebagai suatu data *array* dua dimensi (dalam bentuk *grid*). Dijelaskan juga mengenai alur proses yang akan dialami oleh setiap objek ketika dimodelkan. Konsep pemodelan ini merupakan pengembangan dari konsep pemodelan yang telah dirancang oleh Yuandani dkk.(2014).

(iv) Penentuan *Output* Model Dan Variabel-Variabel *Input*

Suatu model pasti dan harus memiliki variabel *output* dan variabel *input*. Variabel *input* dan *output* akan digunakan sebagai alat (dalam bentuk nilai) validasi untuk melihat performansi sistem melalui nilai *output* yang dihasilkan. Penentuan variabel-variabel ini merupakan pengembangan dari penelitian Yuandani dkk.(2014).

(v) Identifikasi Awal *Class*

Identifikasi awal *class* menjelaskan mengenai pembagian *class* untuk setiap objek yang ada pada sistem. Identifikasi *class* ini ditampilkan dalam bentuk *class diagram* yang belum lengkap dengan atribut dan perilakunya.

(vi) Identifikasi Awal Atribut Objek

Atribut objek diidentifikasi berdasarkan kebutuhan dasar objek. Atribut yang sudah teridentifikasi akan ditampilkan dalam bentuk *class diagram* bersamaan dengan *type* data atribut.

(vii) Identifikasi Perilaku Objek

Objek utama dalam penelitian yaitu orang akan diidentifikasi perilakunya secara rinci. Pada bagian ini juga dirancang setiap algoritma berdasarkan perilaku-perilaku objek yang teridentifikasi. Pada tahap ini pula dilakukan pengembangan model berupa penurunan rumus matematika yang diperlukan untuk prediksi gerakan objek lain. Identifikasi ini dilakukan dengan memanfaatkan beberapa diagram yang ada pada *Unified Modelling Language* (UML) yaitu *state diagram*, dan *activity diagram*.

(viii) Identifikasi Akhir Atribut Dan Perilaku Objek

Setelah dilakukan beberapa identifikasi, yaitu identifikasi *class*, atribut, dan perilaku, hasil dari identifikasi tersebut direkap untuk memperjelas dan memudahkan proses implementasi rancangan. Rekapitulasi ini ditampilkan dalam sebuah *class diagram* dimana *class diagram* ini akan berisi mengenai *class* beserta atribut dan perilaku/metode masing-masing *class*.

(ix) Implementasi Rancangan Algoritma

Implementasi rancangan algoritma merupakan bagian yang menjelaskan mengenai rancangan sistem yang diimplementasikan ke dalam bahasa pemrograman *VB.net* 2013.

(x) Pengujian Model Dan Analisis

Pengujian model dilakukan melalui beberapa skenario untuk melihat apakah rancangan model yang sudah dirancang dan diimplementasikan ke dalam *VB.net* sudah sesuai atau belum. Selain itu, akan dilihat untuk setiap perilaku apakah sudah sesuai (masuk akal/logis) dengan dunia nyata atau belum. Pada bagian ini juga akan ditampilkan juga contoh

penggunaan pada suatu permasalahan hipotetik

(xi) Penarikan Kesimpulan dan Saran

Pada bagian ini akan ditarik beberapa kesimpulan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

4. PERANCANGAN DAN PENGEMBANGAN MODEL

Perancangan yang dilakukan meliputi perancangan sistem secara *object oriented programming* (OOP), sedangkan pengembangan model yang dilakukan adalah menyempurnakan salah satu perilaku objek orang yaitu cek setiap langkah pergerakan yang sebelumnya sudah dirancang dalam penelitian Yuandanidkk.(2014).

4.1 Identifikasi Sistem dan Konsep Pemodelan

Penelitian oleh Yuandani dkk.(2014) membutuhkan beberapa pengembangan, pengembangan mayor yang akan dilakukan yaitu pertimbangan mengenai arah pergerakan objek lain dan sistematisasi program berupa OOP. Penjelasan konsep meliputi area/wilayah dan objek yang dimodelkan melalui gambar sebagai suatu data *array* dua dimensi. Area/wilayah tersebut dibagi menjadi beberapa *grid*. Setiap *grid* yang menunjukkan area kosong akan diinisialisasikan dengan angka 0, sedangkan untuk area yang terdapat halangan diinisialisasikan dengan angka -1. Terdapat orang yang memiliki posisi dan dimensi yang masing-masing menduduki suatu wilayah tertentu yang sudah diinisialisasikan sebelumnya. Setiap orang ini akan memiliki titik *destination* untuk mencapai titik tujuan. Ketika bagian dari area/wilayah tersebut ditempati orang, wilayah tersebut tidak akan bernilai 0 tetapi akan diisi dengan nomor ID yang dimiliki orang tersebut, sehingga tidak akan ada orang yang berada pada posisi yang sama.

4.2 Penentuan *Output* Dan Variabel-Variabel *Input*

Variabel *input* ini biasanya disebut juga sebagai parameter. Terdapat 2 jenis variabel *input*, yaitu *controllable input* dan *uncontrollable input*. *Controllable input* adalah nilai yang dapat dikendalikan oleh perancang sistem. Variabel *input* ini biasanya disebut juga sebagai variabel keputusan. *Uncontrollable input* adalah nilai yang dihasilkan oleh faktor eksternal yang berada di luar kendali perancang sistem sehingga variabel ini tidak dapat diubah sesuai dengan keinginan perancang sistem.

Input yang dapat dikontrol adalah desain ruangan yang terdiri dari penentuan dimensi ruangan beserta fasilitas yang ada di dalamnya, sedangkan *input* bebas/*uncontrollable input* dalam sistem ini adalah dimensi objek, kecepatan ideal, titik awal, titik tahap tujuan, titik tujuan, jarak kewaspadaan, jarak pandang maksimal, waktu reaksi, waktu tunggu maksimal.

Output pada sistem pergerakan manusia ini adalah perbandingan dari rata-rata waktu tempuh ideal (waktu tempuh ideal dari titik awal ke titik tujuan) dengan waktu tempuh sesungguhnya (waktu tempuh dari titik awal ke titik tujuan setelah adanya interaksi dengan berbagai komponen yang ada pada sistem). Keputusan penentuan nilai *output* seperti ini diambil karena sulitnya mendefinisikan status objek orang ketika sedang "mengantrre" dalam sistem ini, apakah mengantrre itu dalam keadaan diam, tersendat-sendat atau jalan perlahan.

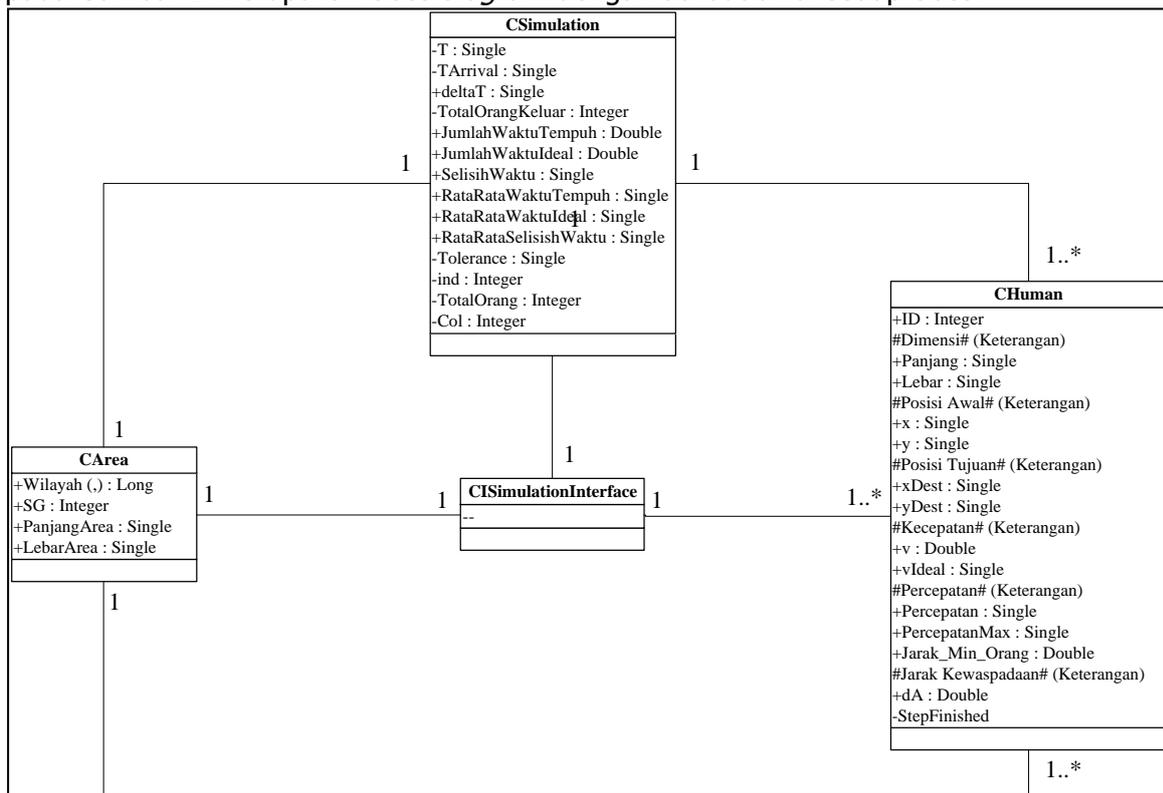
4.3 Identifikasi Awal Class

Class merupakan sesuatu yang menjelaskan atribut umum sebuah objek, termasuk tipe setiap atribut yang dapat mengoperasikan objek tersebut. Oleh sebab itu, suatu sistem simulasi yang berorientasi objek akan dibagi ke dalam beberapa *class*. Tujuannya adalah agar komponen-komponen objek seperti metode/operasi, properti, atribut, dan sebagainya ditempatkan pada suatu tempat yang sama atau sebagai *wrapper* (pembungkus).

Berdasarkan sistem aktual pergerakan manusia pada ruang dua dimensi, penggunaan dua buah *class* (*class area* dan *class orang*) sudah cukup karena hanya terdapat dua objek yaitu orang dan area, namun karena kebutuhan sistem pada program, *class* yang dibentuk menjadi empat buah *class* yaitu *class orang* ("CHuman"), *class area* ("CArea"), *class simulasi* ("CSimulation"), dan *class tampilan simulasi* ("CSimulationInterface").

4.4 Identifikasi Awal Atribut Objek

Atribut dapat berupa sifat, nilai, dan keterangan yang dimiliki oleh masing-masing objek/agen. Karena model simulasi ini berorientasi objek, maka atribut-atribut setiap objek yang sudah teridentifikasi diletakkan di dalam *class* masing-masing objek. *Class diagram* pada Gambar 1 merupakan *class diagram* dengan atribut awal setiap *class*.

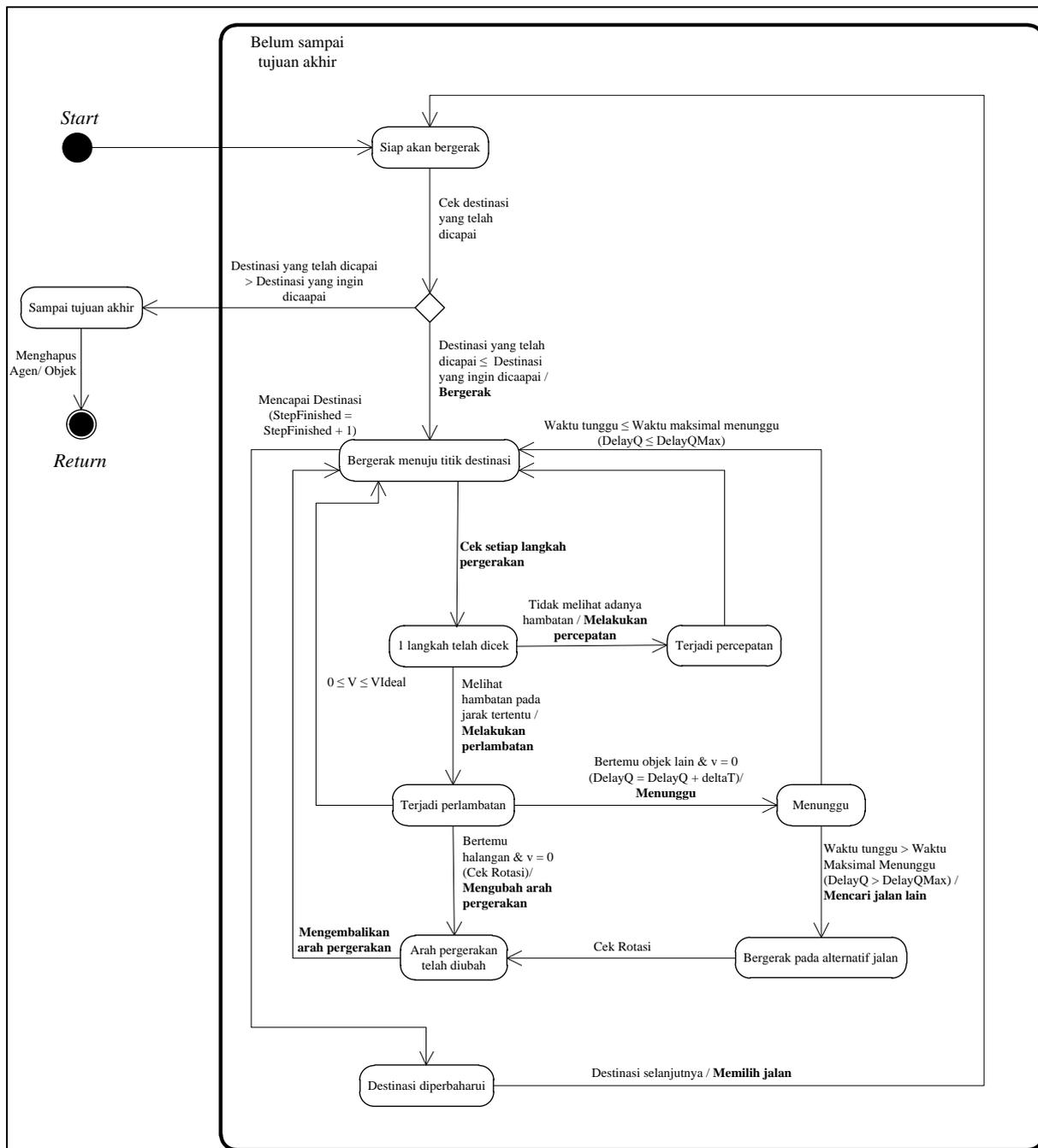


Gambar 1. *Class Diagram* Dasar Sistem Pergerakan Manusia

4.5 Identifikasi Perilaku Objek

Pada pemodelan berorientasi objek dalam mendeskripsikan perilaku sistem secara global dapat menggunakan *statediagram* (Borshchev & Filippov, 2004) sedangkan dalam memodelkan perilaku objek secara rinci dapat menggunakan *activity diagram*. Pada sub bab ini akan dilakukan identifikasi perilaku untuk masing-masing objek dalam setiap *class* yang telah dibuat. Pada penelitian, identifikasi perilaku objek ini menjelaskan setiap perilaku yang dimiliki oleh setiap objek, yaitu objek orang, area, simulasi, dan tampilan simulasi, namun dalam makalah ini hanya akan dijelaskan mengenai perilaku objek orang yang dapat dilihat pada Tabel 1 yang merupakan hasil dari identifikasi melalui sebuah *state diagram* yang ada pada Gambar 2. Pada Gambar 2, tulisan tebal yang ditampilkan menunjukkan mengenai perilaku-perilaku objek orang yang akan diuraikan lebih jelas pada Tabel 1.

Model Simulasi untuk Pergerakan Manusia di Ruang Dua Dimensi Kontinu dengan Pemodelan Berbasis Agen dan Berorientasi Objek



Gambar 2. State Diagram Objek Orang/Manusia

Tabel 1. Perilaku Objek Orang dalam Kelas "CHuman"

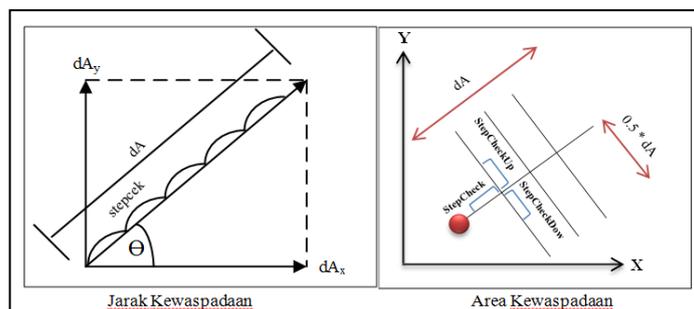
| No. | Perilaku | Keterangan |
|-----|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Memilih Jalan | Orang akan memilih jalan masing-masing untuk mencapai tujuan. |
| 2 | Bergerak | Orang bergerak menuju titik tujuan. |
| 3 | Cek Setiap Langkah Pergerakan | Cek yang dilakukan per-langkah dari orang terhadap sesuatu di depannya (jauh dari hambatan atau dekat dengan hambatan). |
| 4 | Memperlambat Gerakan | Orang akan melakukan perlambatan apabila jarak posisi orang sudah mendekati hambatan (benda/dinding/orang lain). |
| 5 | Mempercepat Gerakan | Orang akan melakukan percepatan apabila jarak posisi orang jauh dari hambatan (benda/dinding/orang lain). |

Tabel 1. Perilaku Objek Orang dalam Kelas "CHumar" (Lanjutan)

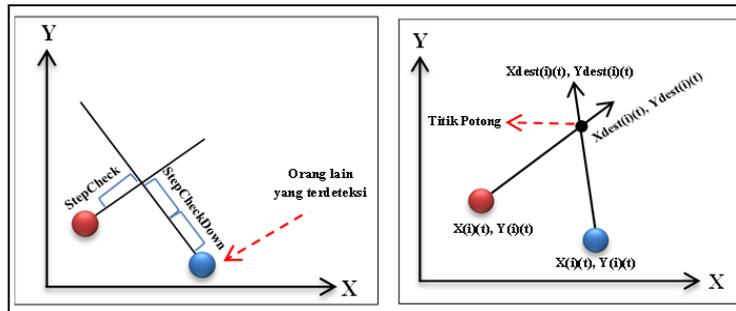
| No. | Perilaku | Keterangan |
|-----|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6 | Mengubah Arah Pergerakan (Belok) | Orang mengubah arah pergerakannya dengan arah sudut tertentu saat menemui hambatan (benda/dinding/orang lain). |
| 7 | Mengembalikan Arah ke Tujuan | Orang mengembalikan arah ke titik tujuan apabila melakukan belok dan jarak dari posisi belok ke titik tujuan sudah semakin jauh. |
| 8 | Menunggu | Orang akan menunggu (tidak melangkah) saat berhadapan dengan orang yang lain, menunggu agar orang lain tersebut melakukan pergerakan lebih dahulu sehingga jalannya tidak terhambat lagi. Menunggu selama waktu tunggu maksimal masing-masing orang |
| 9 | Mencari Jalan Lain | Orang akan mencari jalan lain apabila jalan yang dituju terus terhalang oleh orang lain. |

Dalam makalah ini akan dijelaskan mengenai salah satu perilaku objek orang, yaitu perilaku cek langkah setiap pergerakan dimana perilaku ini juga merupakan pengembangan dari penelitian yang telah dilakukan oleh Yuandani dkk. (2014).

Penyempurnaan dari Yuandani dkk. (2014) dilakukan *dengan* membuat **garis kewaspadaan menjadi sebuah area kewaspadaan**, sehingga tidak hanya wilayah pada suatu garis proyeksi lintasan yang diperiksa melainkan wilayah yang berada disamping garis juga diperiksa terhadap keberadaan orang lain yang harus diwaspadai pergerakannya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.

**Gambar 3. Mekanisme Pengecekan Pada Area Kewaspadaan**

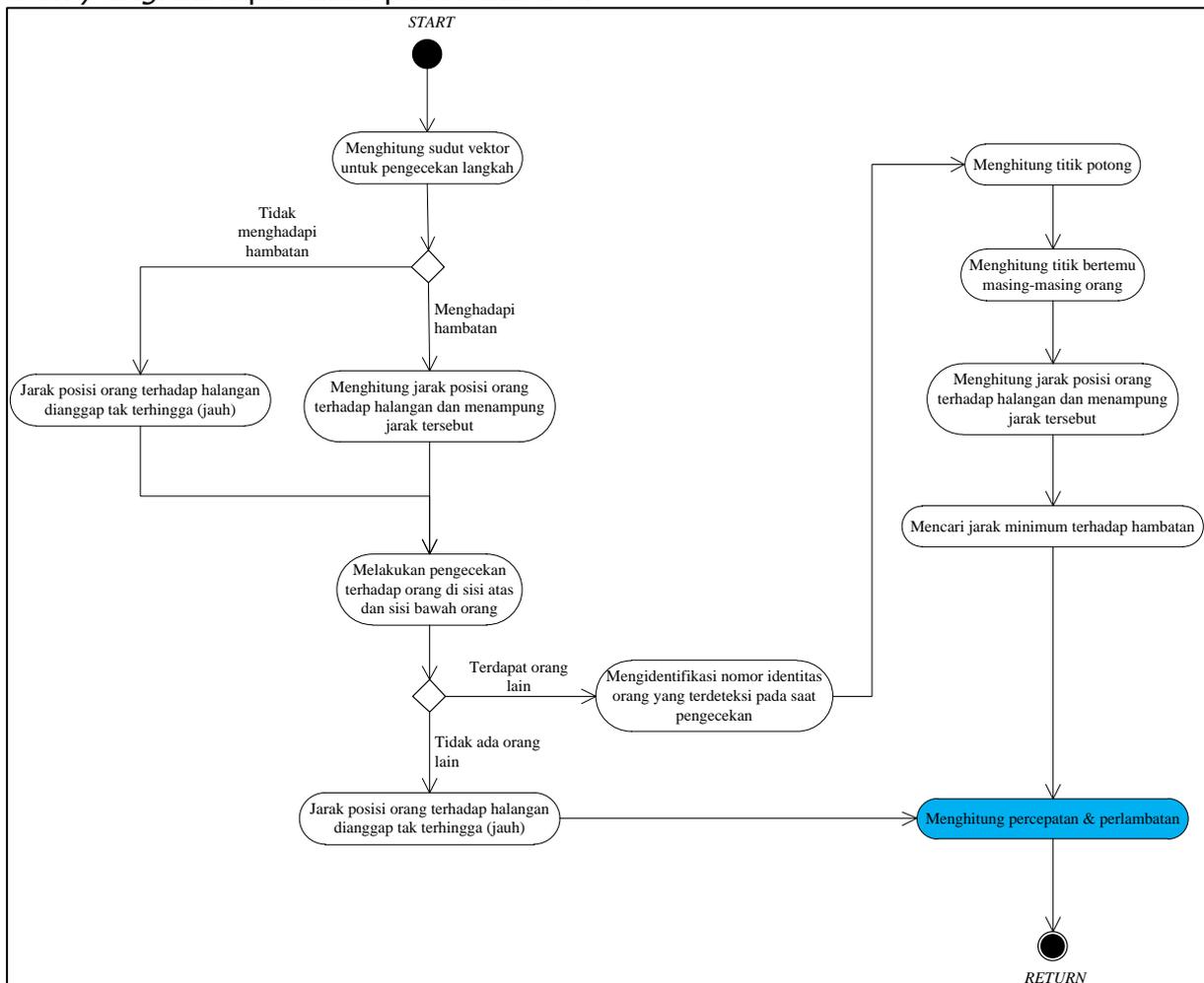
Sehingga apabila terdeteksi adanya orang lain disekitar area kewaspadaan, orang yang sedang melakukan cek pergerakan akan mewaspadaai orang tersebut. Setelah itu, orang yang diwaspadai akan dicek arah pergerakannya apakah akan bergerak memotong/tidak. Apabila orang tersebut bergerak memotong, maka akan dicek lebih lanjut apakah perpotongan pergerakan tersebut berada dalam toleransi jarak yang sudah ditentukan. Apabila perpotongan tersebut ada dalam toleransi maka orang yang sedang melakukan cek pergerakan akan melakukan perlambatan, sedangkan apabila tidak dalam toleransi orang yang diwaspadai akan kembali diabaikan. Gambar 4 menjelaskan mengenai mekanisme terdeteksinya objek lain yang selanjutnya dihitung titik potongnya.



Gambar 4. Terdeteksi Adanya Orang Lain pada Area Kewaspadaan

Untuk mendapatkan titik potong pergerakan objek yang berupa koordinat, diturunkan sebuah persamaan garis lurus dengan memanfaatkan titik awal, titik *destination* dan vektor pergerakan objek.

Dalam penelitian ini, untuk mendeskripsikan perilaku objek secara rinci digunakan *activity diagram* yang menjelaskan aktivitas-aktivitas yang ada di dalam perilaku. Contoh *activity diagram* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Activity Diagram Perilaku "Cek Setiap Langkah Pergerakan"

4.6 Identifikasi Akhir Atribut Dan Perilaku Seluruh Objek

Berdasarkan beberapa penjelasan yang sudah disampaikan sebelumnya, terdapat pengembangan kebutuhan atribut yang harus dimiliki dari setiap objek akibat adanya

perilaku objek. Pengembangan atribut ini digunakan untuk mendukung setiap aktivitas yang terjadi pada perilaku-perilaku objek. Pengembangan atribut yang cukup banyak terjadi pada *class* orang, sedangkan untuk atribut pada *class* lain masih sama seperti identifikasi awal. Hasil identifikasi akhir atribut dan perilaku ini akan ditampilkan pada *class diagram*.

4.7 Implementasi Rancangan Algoritma

Sistem yang telah diidentifikasi kemudian dirancang algoritma simulasi dan algoritma animasinya, diimplementasikan ke dalam bahasa pemrograman dengan menggunakan bahasa pemrograman *visual basic .net* (VB.net) 2013 yang ada di dalam *software Visual Studio* 2013. Selain menggunakan bahasa pemrograman *VB.Net*, model simulasi ini juga memanfaatkan aplikasi *MicrosoftExcel* sebagai *data base* dan media untuk memasukkan data-data objek orang.

5. PENGUJIAN MODEL DAN ANALISIS

5.1 Pengujian Model

Pengujian model dilakukan untuk mengetahui apakah konsep dan rancangan model sudah sesuai dengan apa yang diharapkan dapat digunakan untuk mempresentasikan contoh-contoh kasus di dunia nyata yang dimodelkan. Pengujian model dilakukan melalui 8 skenario simulasi untuk mengecek logika-logika yang telah dirancang dan dikembangkan. Contoh dari skenario pengujian model dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Contoh Skenario Pengujian Model

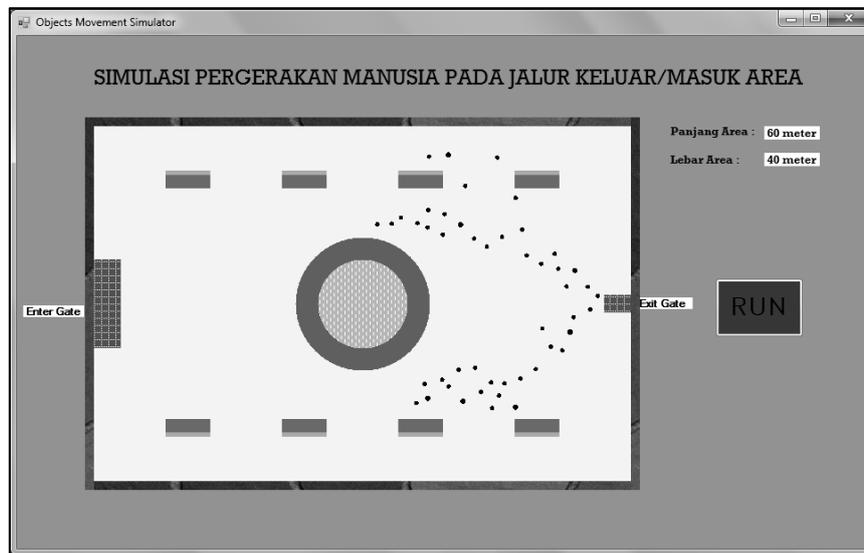
| Nama Skenario | Deskripsi Skenario | Tujuan Pengujian |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1a | <ul style="list-style-type: none"> * Simulasi dilakukan oleh 3 orang * Tidak terdapat halangan di dalam area * Terdapat sebuah pintu keluar berukuran lebar 2 m (memuat 3 orang) dan tinggi 2 m | Memastikan dalam kondisi sederhana bahwa perilaku orang bergerak dengan posisi awal masing-masing menuju titik tujuan masing-masing adalah logis. |
| 1b | <ul style="list-style-type: none"> * Simulasi dilakukan oleh 3 orang * Tidak terdapat halangan di dalam area * Terdapat sebuah pintu keluar berukuran lebar 1 m (memuat 1 orang) dan tinggi 2 m * 1 orang memiliki kecepatan yang lebih tinggi | Memastikan dalam kondisi sederhana bahwa perbedaan kecepatan masing-masing orang akan berpengaruh terhadap pergerakannya (mendahului orang lain) secara logis. |
| 1c | <ul style="list-style-type: none"> * Simulasi dilakukan oleh 3 orang * Tidak terdapat halangan di dalam area * Terdapat sebuah pintu keluar berukuran lebar 1 m (memuat 1 orang) dan tinggi 2 m * Pergerakan orang akan saling terhalang | Memastikan dalam kondisi sederhana, perilaku orang menunggu pergerakan orang lain terlebih dahulu karena pergerakannya terhalang adalah logis. |

Selain untuk menguji setiap perilaku pada salah satu skenario pengujian model juga terdapat pengujian mengenai nilai ΔT . Nilai ΔT merupakan nilai selang simulasi, nilai ini menentukan selang waktu antar kejadian simulasi. Seluruh skenario ini dibuat didalam model simulasi yang sudah dibuat, setelah dibuat kemudian skenario tersebut diuji dengan menjalankan simulasi.

5.2 Contoh Penggunaan Model

Selain disusun beberapa skenario untuk melakukan pengujian model terhadap algoritma yang sudah dirancang sebelumnya, beberapa skenario juga dirancang sebagai contoh penggunaan model. Skenario contoh penggunaan model dirancang untuk mengambil keputusan desain pintu suatu ruangan. Terdapat 3 buah skenario yang dirancang dengan tujuan untuk melihat desain pintu keluar mana yang lebih baik digunakan dalam sebuah area. Ketiga buah skenario ini dibedakan melalui desain pintu yang berbeda, sedangkan hambatan dan dimensi area yang dimasukkan pada ketiga skenario ini adalah sama. Pada skenario penggunaan ke-1; desain pintu dibuat dengan adanya 1 buah pintu dimana lebarnya adalah 1 meter (memuat 1 orang), pada skenario ke-2; desain pintu dibuat dengan adanya 1 buah pintu dimana lebarnya adalah 3 meter (memuat 2 orang), pada skenario ke-3; desain

pintu dibuat dengan adanya 2 buah pintu dimana lebar masing-masing adalah 1 meter (memuat 1 orang). Contoh tampilan dari penggunaan model dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Contoh Penggunaan Model (Skenario ke-1)

5.3 Analisis

Analisis dilakukan untuk memberi gambaran mengenai model simulasi, baik secara perhitungan ukuran performansi maupun secara animasi, apakah telah menghasilkan keluaran yang baik dan sesuai dengan kasus-kasus di dunia nyata (logis) atau belum.

5.3.1 Analisis Setiap Perilaku Objek Manusia/Orang

Berdasarkan skenario 1 & 2, seluruh algoritma perilaku yang telah dibuat/dirancang pada bab sebelumnya dapat dikatakan sesuai dengan kondisi nyata/masuk akal. Setiap perilaku masing-masing orang akan berpengaruh terhadap interaksi antar orang yang terjadi pada ruangan. Semakin banyak interaksi yang terjadi, maka akan semakin besar selisih waktu yang dihasilkan.

5.3.2 Analisis Jumlah Orang Terhadap Jumlah Waktu Tempuh Keseluruhan Orang

Berdasarkan hasil simulasi dari skenario 3, jumlah waktu tempuh pada skenario 3a lebih kecil dibandingkan jumlah waktu tempuh pada skenario 3b (nilai ΔT dibahas selanjutnya). Hal ini terjadi karena pada skenario 3a jumlah orang yang ada pada sistem hanya 10 orang, sedangkan pada skenario 3b terdapat 15 orang. Perubahan jumlah orang pada sistem akan berbanding lurus dengan perubahan jumlah waktu tempuh keseluruhan orang.

5.3.3 Analisis Waktu Selang Simulasi (ΔT) Terhadap Nilai Ukuran Performansi

Berdasarkan hasil simulasi dari skenario 3, dapat dilihat bahwa terjadi selisih antara hasil perhitungan menggunakan $\Delta T=0,5$ s dan $\Delta T = 0,25$ s, namun selisih tersebut tidak terlalu besar sehingga perubahan penggunaan ΔT tidak berpengaruh secara signifikan terhadap hasil. Rata-rata selisih waktu pada $\Delta T = 0,25$ s akan bernilai lebih kecil, karena setiap kejadian (*event*) akan terjadi pada setiap satuan waktu yang lebih kecil sehingga akan lebih akurat.

5.3.4 Analisis Desain Pintu Keluar Terhadap Nilai Ukuran Performansi

Berdasarkan hasil simulasi skenario penggunaan model, setiap skenario memiliki nilai ukuran performansi yang berbeda-beda. Hal ini menunjukkan bahwa setiap desain pintu yang ada dalam skenario ini memiliki pengaruh terhadap nilai ukuran performansi. Dilihat dari hasil

yang dihasilkan, performansi tertinggi dimiliki oleh skenario Pc, dimana pintu diletakkan pada 2 titik yang cukup berjauhan (tetapi masih pada sisi dinding yang sama), sehingga orang yang akan keluar akan menuju/memilih pintu yang lebih dekat dengan posisinya.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian model dan analisis yang telah dilakukan, beberapa kesimpulan yang dapat diambil yaitu menghasilkan suatu model simulasi yang dirancang menggunakan konsep pemodelan dan simulasi berbasis agen (*agent based modeling and simulation*) dan berorientasi objek untuk pergerakan manusia di ruang dua dimensi kontinu. Berdasarkan pengujian model yang telah dilakukan, model simulasi dapat merepresentasikan contoh-contoh kasus di dunia nyata berdasarkan perilaku-perilaku orang yang dimodelkan. Dapat diartikan bahwa simulasi yang dihasilkan sesuai dengan logika-logika yang telah dikembangkan (masuk akal), model yang dikembangkan telah mempresentasikan pergerakan manusia dengan menggunakan atribut (dimensi, kecepatan, waktu reaksi, waktu tunggu maksimal) yang lebih beragam. Selain itu, model yang dihasilkan telah mempresentasikan perilaku manusia dalam mewaspadai pergerakan manusia/orang lain yang bergerak mendekat hingga memotong arah pergerakan manusia tersebut.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran-saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah mempertimbangkan beberapa perilaku manusia yang belum dipertimbangkan seperti menambah kecepatan ketika sedang bergerak untuk mendahului, memutar arah dan bergerak kembali menuju tempat orang tersebut masuk karena sesuatu hal. Perilaku bergerak mundur untuk menghindari orang lain. Selain itu dibutuhkan pengujian model dengan jumlah orang yang lebih banyak (hingga mencapai kapasitas maksimum program menyimpan data).

REFERENSI

North, M. J., & Macal, C. M., 2007, *Managing Business Complexity*, Oxford University Press, New York.

Borshchev & Fillipov, 2007, From System Dynamics and Discrete Event to Practical Agent Based Modeling: Reasons, Technique, Tools, *Proceedings of the 22nd International Conference of the System Dynamics Society (No. 22)*, Oxford, England.

Buede, D. M., 2009, *The Engineering Design of Systems: Models and Methods 2nd Edition*, Canada, Wiley.

Daellenbach, H. G., & McNickle, D. C., 2005, *Management Science: Decision Making Through Systems Thinking*, University of Canterbury, Christchurch, New Zealand.

Pressman R.S., 2005. *Software Engineering Sixth Edition*, Singapore, McGraw-Hill.

Law, A. M., 2007, *Simulation Modeling and Analysis 4th Edition*, New York, McGraw-Hill.

Yuandani, B., Nugraha, C., & Amila, K. 2014., Model Simulasi Untuk Pergerakan Manusia Di Ruang Dua Dimensi Dengan Pendekatan Pemodelan Berbasis Agen, *Jurnal Online Reka Integra*, Institut Teknologi Nasional, No.04 Vol.02, ISSN: 2338-5081.