

Perancangan dan Pembuatan Serious Game Sebagai Simulasi Aktivitas Bisnis dan Akuntansi Menggunakan Pendekatan Agent-Based Modelling

(Design and Implementation Serious Game for Business and Accounting Activity Simulation using Agent-Based Modelling Approach)

Angga Ari Wijaya, *Saiful Bukhori, Nelly Oktavia
Sistem Informasi, Program Studi Sistem Informasi, Universitas Jember (UNEJ)
Jln. Kalimantan 37, Jember 68121
*E-mail: saiful.ilkom@unej.ac.id

Abstrak

Permainan memiliki efek positif dalam mendukung kemampuan motorik seseorang untuk berkembang. Salah satu bahasan menarik dalam permainan adalah simulasi bisnis yang memiliki kategori *serious game* untuk dijadikan alternatif media pembelajaran dalam memahami konsep dasar bisnis dan aktivitas akuntansi. *Gameplay* dibuat dengan menciptakan *artificial* bisnis level UKM yang melakukan aktivitas jual beli, dimana di dalamnya terdapat *game world*, pelanggan dan toko yang berinteraksi untuk menghasilkan fenomena sebuah pasar. Aktivitas jual beli menjadi dasar siklus akuntansi untuk pemain belajar dan memahami kejadian finansial. Setiap *agent* diberi *attribute* yang digunakan sebagai *parameter* untuk membentuk *personality-trait* dan pengambilan keputusan pembelian serta aktivitas yang membentuk tingkah laku sehari - hari melalui *State Machine* dan *Rule Based System* (RBS). Simulasi perilaku konsumen dalam pasar *virtual* digunakan sebagai *trigger* aktivitas utama bisnis yaitu transaksi penjualan. Kejadian finansial yang terjadi dari proses simulasi menghasilkan proses jurnal untuk memberikan pemain pengalaman dalam memproses transaksi dengan contoh sumber aktivitas buatan.

Kata Kunci: Serious Game, Perilaku Konsumen, Agent-based Model, A Star, Stack Finite State Machine, Rule-Based System.

Abstract

Game has a positive effect in supporting people to develop their motor skills. One of the interesting topics in the game is a business simulation such a serious game category to be used as an alternative of learning in understanding the basic concepts of business and accounting activities. Gameplay is made by creating artificial of SME businesses that conduct trading activities, in which there are game world, customers and stores that interact to produce the phenomenon of a market simulation. Trading activity is the basis of accounting cycle for players to learn and understand financial flows. Each agent was given attribute is used as a parameter to build personality-trait and making purchasing decisions that make up the daily behavior through State Machine and Rule Based System (RBS). Simulation of consumer behavior in the virtual market is used as a trigger key business activity is the sale. Financial activity that occurred on the simulation produces journal transaction to give players experience post transactions with example.

Keywords: Serious Game, Consumer Behavior, Agent-based Model, A Star, Stack Finite State Machine. Rule-Based System.

PENDAHULUAN

Permainan atau *game* merupakan aktivitas interaktif yang dapat secara cepat memberikan umpan balik antara pemain dan sistem. Permainan simulasi bisnis dan akuntansi dapat memberikan lingkungan yang interaktif, bebas resiko, kondisi *trial-error* dalam mempelajari kejadian nyata serta dapat melakukan uji coba keputusan berdasarkan ilmu yang telah dipelajari sebelumnya. Simulasi dapat membuat pemain belajar mempertahankan kondisi keuangan atau membuat keputusan untuk mengurangi resiko finansial perusahaan. Pemain dapat belajar melalui penemuan, latihan, dan umpan balik daripada menyerap informasi sehingga lebih mudah melakukan transfer pengetahuan yang mereka dapatkan dari pengalaman bermain ke dunia kerja sesungguhnya [2].

Kata "*serious*" secara umum mengacu pada produk yang biasa digunakan pada industri seperti pertahanan,

edukasi, eksplorasi sains, kesehatan, perancangan kota, rekayasa, agama dan politik. *Serious game* bukan sebuah *genre* tapi kategori yang didalamnya dapat termasuk jenis *advergame*, *political game*, *educational game* [8]. *Game* bisnis telah banyak berkembang dipasaran, beberapa yang cukup familiar adalah *Lemonade Tycoon*, *Sim City*, *Transportation Tycoon*, *Roller-coaster Tycoon*, *Big Business Social Game* dan lain sebagainya. Konsep yang dibuat selalu melibatkan simulasi *artificial life* dengan menciptakan sebuah tempat sebagai refleksi aktivitas dunia nyata.

Sebagian besar manusia lebih mudah mengingat suatu hal ketika mereka melihat dan diberi gambaran atau terlibat langsung didalamnya. Hal ini menunjukkan pentingnya visualisasi nyata bagi manusia untuk memahami sesuatu, demikian juga dalam proses belajar mengajar [7]. Beberapa mata pelajaran disajikan dalam bentuk abstrak dimana dalam kondisi sesungguhnya terdapat proses dan aktivitas

fisik yang perlu diketahui sebagai bentuk pengalaman untuk dapat mengerti bagaimana bentuk implementasi ilmu tersebut. Sistem komputer seperti simulasi dan animasi dapat memberikan pengalaman belajar yang kongkrit kepada siswa [11].

Ulbinaitè pernah menuliskan simulasi keputusan pembelian berbasis *agent-based model* yang dikembangkan menggunakan program NetLogo dengan memodelkan perilaku konsumen menjadi persamaan matematis [16]. Penelitian ini memodelkan perilaku menjadi aturan dan fungsi motivasi. Membuat *game* simulasi yang interaktif dibutuhkan kombinasi konsep *social life* sebagaimana makhluk hidup yang memiliki peran dan aktivitas lain. Simulasi bisnis dibentuk dari ide sederhana, diciptakan tempat dalam bentuk kota yang memiliki beberapa *district* kemudian diletakkan toko pemain dan kompetitor yang bersaing untuk memperoleh market share terbanyak melalui pengaturan atribut toko seperti harga, kualitas, promosi, lingkungan dan pelayanan.

Identifikasi Masalah

Serious game telah berkembang pesat sebagai alat atau media alternatif dalam bidang bisnis dan edukasi, seperti *advergame* dan *training game* dimana fokus yang menjadi perhatian saat ini adalah pengembangan konten yang dapat menyampaikan tujuan dari simulasi itu sendiri. Aktivitas konsumen sangat dinamis dan penuh unsur ketidakpastian. Proses pemilihan sebuah produk melibatkan banyak hal yang dipertimbangkan oleh konsumen, terutama dari aspek emosi yang sulit diukur. Unsur eksternal seperti lingkungan dapat menghasilkan *influence*, pengalaman, atau bahkan kecelakaan pemilihan produk oleh pelanggan. Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan model simulasi yang dapat menunjukkan tingkat pertumbuhan dan persaingan toko dalam lingkungan permainan *serious game*. Penelitian yang dilakukan sebatas pembuatan model interaksi konsumen dan lingkungan terhadap produk secara sederhana. Validasi model hanya dilihat dari tingkat logis tidaknya sebuah aturan dan fungsi motivasi bekerja sesuai aturan di dunia nyata.

METODE PENELITIAN

Pengembangan *serious game* berbasis *agent* menggunakan pendekatan MASIM yang biasa digunakan dalam pengembangan simulasi *multi-agent*, MASIM merupakan akronim dari *Multi-Agent Simulation Methodology*. Konsep metodologi ini dibagi menjadi 5 tahapan, yaitu *requirement* atau pembentukan *scenario* dan ide. Pada kasus simulasi *marketplace*, *requirement* adalah kegiatan jual beli dan interaksi pelanggan. Berikutnya adalah *modeling*, yaitu membuat model abstrak dari ide simulasi *agent* yang dibuat, kemudian *design and architectural* yang lebih dekat dengan desain dan program atau proses teknis tentang bagaimana fungsi atau aturan setiap *agent* dibuat. Selanjutnya fase *implementation* yaitu pembuatan simulasi dengan bahasa pemrograman. Terakhir adalah *verification*, *validation* dan *accreditation* yaitu fase membandingkan hasil *requirement* dan hasil implementasi, atau melihat bagaimana hasil simulasi bekerja dengan model sesungguhnya di dunia nyata [4].

Istilah *agent* sendiri merupakan kumpulan entitas yang

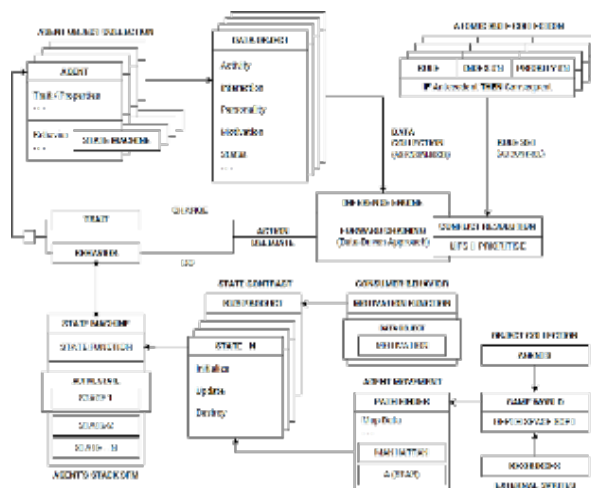
dapat mengambil keputusan secara mandiri. Setiap *agent* bertindak dan berperilaku berdasarkan aturan tertentu di dalam lingkungannya. ABM dapat dijadikan alat untuk memodelkan sistem dunia nyata yang kompleks. Paper ini memberi gambaran tentang *agent-based modeling* dan bagaimana cara mengembangkannya, khususnya dalam pembentukan model *marketplace* dan perilaku konsumen [10].

Desain dan Perancangan Game

Pengembangan *serious game* ini melalui tahapan *modelling* dan *design architectural* seperti abstraksi model *serious game* yang dibuat, pembuatan *game world*, penentuan *state* dan aturan *agent*.

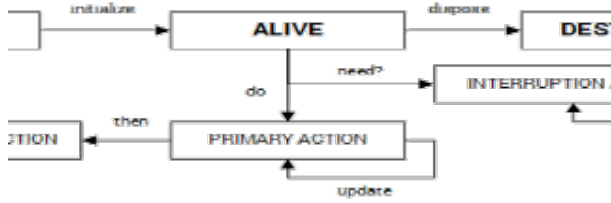
Serious Game Model

Serious game berfokus pada pengembangan *game world* dan simulasi aktivitas pembelian. Gambar 1 merupakan model aktivitas simulasi. *Agent* adalah objek yang memiliki *trait* dan *behavior*. *Trait* berhubungan dengan identitas dan variabel yang digunakan untuk menyimpan informasi, *behavior* merupakan bagian yang mengatur pergerakan dan interaksi. Data *trait* dan *behavior* digunakan sebagai pengetahuan atau fakta oleh *rule-set*. *Rule* sendiri terpisah dalam bentuk *atomic*, memiliki *index* dan prioritas yang digunakan oleh sistem pengatur konflik dalam *inference engine*.



Gambar 1 Model *serious game* bisnis

Hasil *rule-based* menghasilkan sebuah *action delegation* dalam bentuk 2 hal yaitu perubahan nilai dari atribut *trait agent* atau perubahan *behavior*. Perubahan state ditangani oleh *state machine*. Setiap *state* memiliki ketergantungan pada modul *path finder* untuk memberikan kemampuan bergerak pada *agent* melalui algoritma A* (*star*). Penentuan pemilihan produk oleh *agent* ditentukan oleh modul *motivation function* yang menghitung tingkat ketertarikan *agent* dengan produk yang ditawarkan. Setiap *agent* memiliki siklus hidup yang sederhana yaitu hidup, mengerjakan *primary action* sesuai peran, mengerjakan *secondary action* jika diperlukan dan melakukan *interruption action* untuk pemilihan produk kemudian mati. Siklus hidup *agent* dapat dilihat pada Gambar 2.

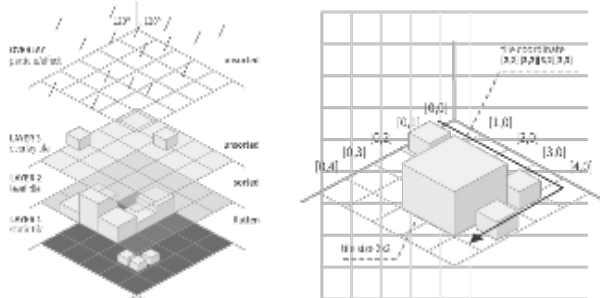


Gambar 2 Siklus hidup agent

Penelitian ini merancang simulasi dengan 3 prinsip dasar yaitu *agent* harus memiliki aktivitas rutin sebagai bentuk dasar kehidupan, *agent* harus memenuhi aktivitas yang berhubungan dengan perilaku konsumen, dan *agent* harus memiliki perilaku yang mengisi ruang ketidakpastian dalam bertindak dan berinteraksi untuk memunculkan fenomena stokastik atau *accidental activity*.

Gameworld

Dunia *game* yang akan dibangun mengambil sudut pandang *isometric 2D*, proyeksi ini memberikan visualisasi 3D yang dibentuk secara 2D. *Game world* direpresentasikan dalam bentuk *array 2D* [3]. *Map* dibentuk menggunakan *array 25 x 30 = 750 coordinate* yang terdiri dari 93 *tile element*. *Map level* dibagi menjadi 3 *layer*, yaitu *background layer* untuk *base tile* yang statis, kemudian *level layer* yang digunakan untuk *obstacle* seperti gedung, rumah, toko dan *agent*, terakhir *overlay layer* untuk *particle* dan *sprite* tambahan seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3.



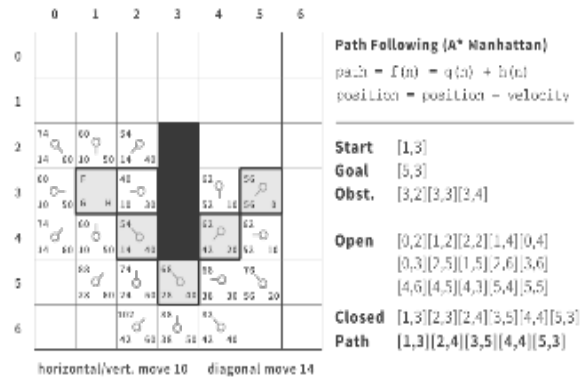
Gambar 3 Game world isometric dan depth sorting

Depth space sort merupakan teknik untuk mengurutkan kedalaman dari komponen *isometric 2D*, dimana objek yang memiliki atribut *y* paling rendah harus diletakkan terlebih dahulu diikuti oleh atribut *x* yang lebih rendah [9]. *Depth sort* secara sederhana melakukan *swap object* dengan mengurutkan *z-index* secara berurut. Teknik pengurutan dapat dilakukan menggunakan algoritma *insertion-sort*.

Steering behavior dan Path finding

Steering behavior merupakan kemampuan *agent* untuk bergerak di dalam *game world*. *Agent* diberikan kemampuan untuk mencari jalan dengan metode *path following* yang dibangkitkan menggunakan algoritma *A* (Star)* [17]. Dalam notasi matematika, algoritma *A** ditulis $f(n) = g(n) + h(n)$ [5]. Biaya perkiraan $h(n)$ biasa disebut nilai *heuristic*, pada penelitian ini nilai *heuristic* didapat menggunakan teknik *manhattan distance* [12]. Nilai *heuristic manhattan* didapat dengan formula $H = 10 * (abs(current - targetX) + abs(currentY - targetY))$. Gambar 4 menunjukkan contoh bagaimana algoritma *agent* mencari

jalan dari koordinat [1, 3] menuju [5, 3]. Misalkan *cost* untuk bergerak antar *node* secara horisontal dan vertikal adalah 10, kemudian bergerak diagonal secara diagonal 14.



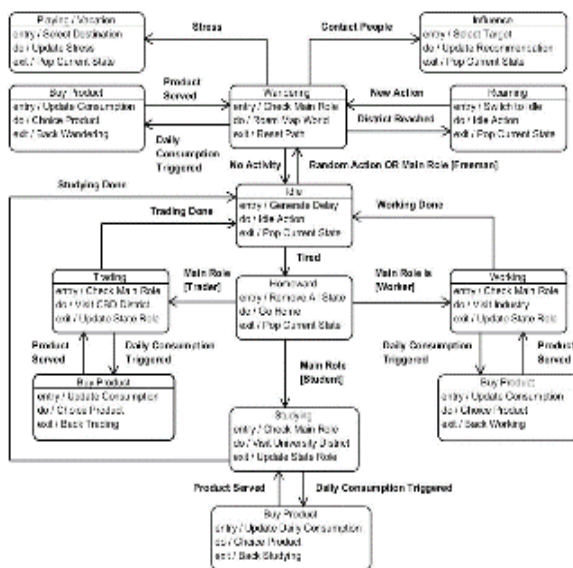
Gambar 4 Steering behavior dan path finding

Algoritma *A** memiliki dua senarai yaitu *open* dan *closed*. Terdapat 3 kondisi bagi setiap *node* yang dibangkitkan, yaitu sudah berada di *open*, sudah berada di *closed* dan tidak pernah di keduanya. *Best node* dipilih dari *open* yang memiliki nilai *f* terkecil untuk dipindahkan ke *closed*, cek semua *child* yang pernah dibangkitkan apakah pernah di *open* atau *closed*, kemudian *update* nilai *f* jika jalur yang melewati *best node* saat ini lebih kecil dari pada melalui *parent* sebelumnya. Teruskan iterasi rekursif hingga ditemukan ketika *best node* sama dengan *goal* kemudian lakukan *tracing node* mundur untuk mendapatkan *path* dari *start* ke *goal*. Pada kasus ini dengan memperbolehkan *agent* bergerak secara diagonal maka didapat *path* [1,3] [2,4] [3,5] [4,4] [5,3]. Hasil *path* dari algoritma *A star* menjadi jalur *agent* untuk menjelajahi *map* secara *point-to-point*.

Stack Finite State Machine

Finite state machine merupakan pemodelan matematika yang biasa digunakan program *computer* dan sirkuit logika sekunsial. Setiap mesin hanya memiliki satu *state* aktif, setiap *state* dapat berpindah (*transition*) ke *state* lain sesuai dengan urutan dan logika program [18]. *State machine* dapat digunakan sebagai kontrol perilaku *agent* yang dibagi menjadi beberapa bagian kecil agar mudah didefinisikan [14].

Pengembangan *FSM* dalam penelitian ini menggunakan teknik *stack* untuk melakukan manajemen *state*. Sebuah *state* dapat diinterupsi oleh *state* lain tanpa menghapus kondisi terakhir *state* tersebut. Pertama kita mendefinisikan semua aktivitas *agent* selanjutnya kita mengelompokkan *state* yang sejenis menjadi *state* yang lebih umum. Kedua kita membuat transisi antar *state* dan desain *state machine* seperti pada Gambar 5. *Agent* didefinisikan menjadi 4 jenis peran yaitu *worker*, *student*, *trader* dan *freeman*. *Agent* memiliki *state* khusus yaitu “Buy Product”, tahapan *state* ini merupakan representasi aktivitas dari model perilaku konsumen mulai dari pengenalan masalah, pencarian informasi, pemilihan alternatif, proses pembelian, dan evaluasi hasil pembelian yang nantinya akan diproses oleh *motivation function* [6].



Gambar 5 State machine aktivitas agent

Atribut Agent

Konsep utama dari tingkah laku *agent* dibentuk melalui sebuah ide yang merepresentasikan sebuah motif. Motif timbul dari proses bagaimana seseorang memiliki keinginan dan seberapa besar mereka mencoba untuk mewujudkannya. Parameter yang digunakan dalam simulasi meliputi atribut konsumen, toko, dan lingkungan yang mempengaruhi pengambilan keputusan pembelian seorang konsumen. Pembentukan atribut konsumen berdasarkan sikap dan perilaku individu yang melekat pada diri manusia yang didasari oleh [6]:

1. **Lingkungan:** Rekomendasi dan penolakan lingkungan.
2. **Perbedaan individu:** Sumberdaya konsumen, motivasi keinginan, pengetahuan, gaya hidup, kepribadian yang dibentuk dari informasi demografi.
3. **Psikologi:** Kemampuan pengolahan informasi, perilaku, emosi.

Atribut yang yang dijelaskan oleh Engel et al dimasukkan dalam model pembentukan karakter konsumen dalam *game*. Tabel 1 merupakan atribut *agent* konsumen yang menghimpun kepribadian, aksi, informasi interaksi dengan *game world* dan variabel tambahan untuk membuat *agent* dapat bekerja dalam simulasi.

Tabel 1 Atribut *agent* konsumen

Attribute	Type	Initial value
Agent Activity		
action	StateMachine	-
Agent Interaction		
speed	Float	1-2
position	Point	[0,0]
path	Vector Data	[]
destination	Point	[]
dX	Float	0
dY	Float	0
Agent Personality		
agentId	Integer	1-Pop.
district	Enumeration	Pseudo-rand

mainRole	Enumeration	Pseudo-rand
buyingPower	Integer	1-10
emotion	String	1-10
education	Integer	1-10
art	Integer	1-10
athletic	Integer	1-10

Agent Motivation		
priceSensitivity	Float	1-100
qualitySensitivity	Float	1-100
recommendation	Float	1-10
disqualification	Float	10 - rcmd
environmentEval.	Vector Data	Pseudo-rand
productEval.	Vector Data	Pseudo-rand
adverEval.	Vector Data	Pseudo-rand
respondEval.	Vector Data	Pseudo-rand

Agent Other Attribut		
choice	Enumeration	0
consumption	Integer	1-4
stress	Integer	Pseudo-rand
health	Integer	Pseudo-rand

Toko memiliki atribut yang dinilai oleh konsumen dan memberikan pengaruh melalui promosi untuk memperkenalkan produk dan memberi stimulti terhadap konsumen. Berikut ini adalah komponen toko sebagai *artificial market* [6]:

1. **Produk:** Barang atau jasa yang dijual oleh toko
2. **Kualitas:** Multi dimensi nilai yang melekat di produk
3. **Lokasi:** Tempat toko secara fisik atau non fisik
4. **Situasi:** Dekorasi, aroma, cahaya, cuaca, kebersihan
5. **Komunikasi:** Promosi, pelayanan pegawai.

Komponen toko membentuk atribut toko keseluruhan. Atribut toko dibagi menjadi *product*, *environment*, dan *service* seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Atribut *agent* toko

Attribute	Type	Initial value
shopId	Integer	Pseudo-rand
district	String	0
Product		
advertising	ector Data	0
price	Vector Data	0
quality	Vector Data	0
Environment		
decoration	Vector Data	[1,1,1]
cleanness	Vector Data	[1,1]
scent	Vector Data	[1,1,1]
Service		
productivity	Integer	0
morale	Integer	0
service	Integer	0

Lingkungan atau *game world* memiliki atribut untuk pembangkitan aktivitas konsumen. Lingkungan memberikan peran sebagai media antar *agent* berinteraksi, memberikan akses ke sebuah lokasi, memberikan situasi yang dinamis dan hidup. Atribut ini dapat dilihat pada Tabel 3 yang dibagi menjadi 2 jenis yaitu *global* merupakan atribut yang berlaku untuk semua kondisi simulasi dan

local merupakan atribut yang berisi data informasi district beserta informasi yang ada didalamnya.

Tabel 3 Atribut lingkungan

Attribute	Type	Initial value
Global		
day	Integer	1
time	Integer	3
weather	Vector Data	Pseudo-rand
event	Vector Data	Pseudo-rand
Local		
district	Enumeration	[]
popularity	Float	[]
cost	Integer	[]

Atribut dari teori – teori tersebut kemudian dimodelkan dalam agent konsumen, toko dan lingkungan. Berdasarkan teori marketing, kunci stimuli memulai konsumen untuk membuat keputusan pembelian dalam lingkungan bisnis yang kompleks melalui penilaian atribut yang melekat pada agent sebagai berikut [1]:

1. Harga produk
2. Kualitas produk
3. Promosi toko
4. Pelayanan toko
5. Rekomendasi dan penolakan dari lingkungan
6. Pengalaman pembelian sebelumnya

Motivasi Konsumen

Keputusan yang diambil seorang agent merupakan pilihan dari derajat motivasi tertinggi dari produk yang ditawarkan. Fungsi motivasi ini diambil dari Keputusan pembelian adalah proses kognitif dari stimulti dan personality yang dapat didefinisikan dengan melihat kedekatan ketertarikan agent terhadap suatu produk dibandingkan dengan produk yang lain. Penelitian (Kim, Blattberg, & Rossi, 1995) menunjukkan bahwa price sensitivity merupakan fungsi eksponensial dari perbedaan antara harga riil produk dan harga yang diharapkan dari produk, artinya nilai ketertarikan variabel harga bergantung dari seberapa rendah konsumen sensitif terhadap harga yang semakin tinggi [19]. Sehingga motivasi pembelian produk terhadap harga adalah:

$$P S_i = -\alpha^{P_i - P_e} + k$$

Dimana α adalah parameter buying power, k adalah konstanta dari atribut socio-economic yaitu price sensitivity yang dan P_e adalah harga yang diharapkan agent dari produk. Nilai P_e sulit untuk ditentukan, sehingga diganti dengan harga rata – rata dari harga semua produk, sehingga persamaannya menjadi:

$$P_e = P_{ave} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P_i$$

$$P S_i = -\alpha^{P_i - P_{ave}} + k$$

Sensitivitas harga kemudian dikalikan dengan harga produk yang dibandingkan yaitu P_i . Berikutnya adalah motivasi pembelian produk terhadap kualitas, sedikit berbeda dengan harga, kualitas adalah variabel multi-dimensi, karena produk memiliki kualitas dari berbagai aspek, misalnya pada makanan adalah rasa, wadah, aroma,

tampilan, dan kebersihan. Jadi misalkan produk j memiliki m kualitas, maka secara keseluruhan produk j pada model dapat di hitung dari rumus motivasi [19]:

$$Q_i = \sum_{j=1}^m W_j Q_{ij}$$

Dimana Q_{ij} adalah produk i kualitas j , dan W_j digunakan untuk mengukur seberapa penting Q_{ij} terhadap agent, dalam psychological theory [13] menyarankan bahwa, ketika konsumen memilih sebuah produk, semakin dekat kualitas merek sesuai yang diharapkan konsumen, semakin sensitif konsumen pada kualitas merek ini. Berikutnya untuk kualitas produk menjadi:

$$Q S_i = \beta^{Q_i - Q_e} + L$$

Dimana $Q S_i$ adalah parameter quality sensitivity yang dipicu oleh produk i kualitas Q_i , β adalah parameter buying power yang dimiliki agent, dan L adalah atribut socio-economic yaitu quality sensitivity. Konsumen dari sosial kelas atas lebih memperhatikan kualitas dari sebuah barang dan pelayanan ketika melakukan keputusan pembelian. Q_e adalah kualitas yang diharapkan agent dari produk yang dapat digantikan dengan kualitas rata – rata dari semua, sehingga hasilnya adalah:

$$Q_e = Q_{ave} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Q_i$$

$$Q S_i = \beta^{Q_i - Q_{ave}} + L$$

Berikutnya adalah penilaian promosi terhadap pengetahuan agent dalam menerima stimulus iklan. Promosi juga multidimensi variabel yang memiliki penilaian kepentingan dari personality-trait agent sehingga motivasi agent terhadap promosi produk j dikalikan dengan kerentanan agent sus_i dalam menerima promosi adalah:

$$adver_i = sus_i \times \left(\sum_{j=1}^m W_j ad_{ij} \right)$$

Terakhir adalah penilaian kecenderungan agent ft_i untuk terpengaruh rekomendasi dan diskualifikasi agent lain terhadap pengaruh (influence) yang diterima $infl_i$.

Penilaian agent terhadap influence didapatkan dari:

$$INFL_i = ft_i \times infl_i$$

Sehingga sebuah agent melakukan keputusan pembelian final berdasarkan motivasi tertinggi dari pilihan toko atau produk yang ada. ketika semua persamaan digabung maka formula motivation function adalah:

$$M_i = P S_i \times P_i + Q S_i \times Q_i + sus_i \times ad_i + ft_i \times infl_i$$

$$\max \{ M_1, M_2, M_3, \dots, M_i \}$$

Produk yang dapat memberikan derajat motivasi terbesar dari motivation akan menjadi pilihan sesuai dengan hasil $max(M_i)$.

Pembentukan Rule-based System

Pengambilan keputusan berbasis rule merupakan bidang ilmu reasoning dalam AI. Reasoning merupakan teknik penyelesaian masalah dengan merepresentasikan masalah ke dalam basis pengetahuan (knowledge base)

menggunakan *logic* atau bahasa formal [15]. *Rule based system* memiliki 2 bagian utama yaitu *database* yang berisi *knowledge* dan kumpulan aturan “if – then”. Penelitian ini mencoba membangun *rule* yang memicu *transisition* pada *state machine*. *Rule-based system* membuat tingkah laku *agent* didefinisikan mirip bahasa manusia menggunakan terminologi jika-maka. Tabel 4 menunjukkan aturan umum dari *agent* yang berinteraksi dengan lingkungannya.

Tabel 4 Rule set *agent*

Rule	Target
Jika [lapar] maka [makan]	Semua Agent
Jika [cuaca bagus] maka [pergi keluar rumah]	Semua Agent
Jika [tidak ada kegiatan] maka [wandering]	Semua Agent
Jika [bertemu orang] maka [influence]	Semua Agent
Jika [stress] maka [bermain] atau [berlibur]	Semua Agent
Jika [suka event] maka [pergi ke lokasi event]	Semua Agent
Jika [task selesai] maka [pulang kerumah]	Semua Agent
Jika [low health] maka [pergi ke rumah sakit] atau [pulang ke rumah]	Semua Agent
Jika [hari libur] maka [diam dirumah] atau [berlibur] atau [wandering]	Semua Agent
Jika [di rumah] atau [rumah sakit] maka [health+] dan [emosi+]	Semua Agent
Jika [cuaca buruk] maka [health-]	Semua Agent
Jika [pergi bermain] atau [berlibur] maka [stress-]	Semua Agent
Jika [emosi low] atau [stress high] maka [accidental+]	Semua Agent
Jika [wandering] maka [health-] dan [stress-]	Semua Agent
Jika [dirumah] maka [health+] dan [emosi+]	Semua Agent
EXTEND FREEMAN	
Jika [tidak ada kegiatan] maka [wandering]	Freeman
Jika [bosan] maka [pergi ke airport untuk exit]	Freeman
Jika [lapar] maka [makan pilih random]	Freeman
Jika [bertemu orang] maka [influence pilih random]	Freeman
EXTEND TRADER	
Jika [jam 9] maka [pergi ke time square]	Trader
Jika [jam 20] maka [pulang kerumah]	Trader
Jika [trading]	Trader

maka [stress+]	
Jika [jam 9] maka [pergi ke time square]	Trader

EXTEND STUDENT

Jika [jam 7] maka [pergi ke district school center]	Student
Jika [jam 1] maka [pulang ke rumah]	Student
Jika [hari minggu] maka [tetap dirumah]	Student
Jika [study] maka [stress+]	Student

EXTEND WORKER

Jika [jam 8] maka [pergi ke district factory]	Worker
Jika [jam 16] maka [pulang kerumah]	Worker
Jika [hari sabtu] atau [minggu] maka [tetap dirumah]	Worker
Jika [bekerja] maka [stress+]	Worker

Agent memiliki jenis motif dalam mengolah informasi sebagai acuan pemilihan produk. Penilaian informasi terhadap motif pembelian membagi *agent* menjadi 3 yaitu:

1. **Optimistic agent**: yaitu individu yang melakukan pemilihan produk berdasarkan motivasi tertinggi dari penilaian yang dilakukan.
2. **Pessimistic agent**: yaitu individu yang melakukan pemilihan produk dari *influence* atau pengaruh rekomendasi dan promosi *agent* lain.
3. **Neutral agent**: adalah *agent* yang melakukan kecelakaan pembelian. Pilihan *agent* di ambil dari salah satu atribut seperti berdasarkan toko terdekat, harga termurah, kualitas tertinggi, toko dengan iklan paling *intense*, toko paling populer, pelayanan terbaik, lingkungan paling sesuai dan pilihan acak.

Implementasi simulasi tentu saja tidak bisa mencakup semua hal dalam dunia nyata, untuk itu perlu membuat asumsi dan batasan untuk permasalahan yang dimiliki *agent*.

1. Populasi yang ada di *game world* dianggap konstan, sehingga proses tambahan *agent* dari luar *district* yang ada atau kasus migrasi diabaikan.
2. Populasi dianggap homogen, setiap individu memiliki peluang yang sama untuk memilih produk, melakukan rekomendasi dan diskualifikasi terhadap *agent* lain.
3. Individu dalam populasi dapat berinteraksi tanpa melihat kelompok tertentu sesuai asumsi pada poin 1.
4. Simulasi dilakukan dalam 1 siklus yang merepresentasikan 1 hari.
5. *Agent* memiliki arah pergerakan secara mandiri, tidak dipengaruhi oleh *agent* lain melalui kemampuan *steering behavior* dan data atribut *interaction*.

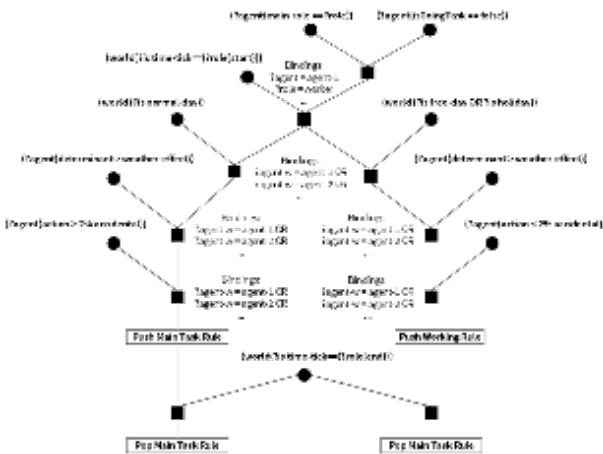
a. Konstruksi aturan pergerakan individu berdasarkan prinsip autonomus agent

Pergerakan *agent* dipengaruhi oleh lokasi, arah gerak, hasil *path finding* dari koordinat tujuan yang akan dicapai.

Aturan yang diberikan merupakan sebuah aktivitas sederhana yang dibangkitkan sesuai peran atau jenis *agent*.

1. Bangkitkan *agent* di lokasi *district* sesuai *personality trait* yang dimiliki.
2. Cek variable hari, waktu dan cuaca terhadap kemungkinan *agent* untuk melakukan aktivitas utama sesuai peran yang dimiliki.
3. Cek kemungkinan *accidental action* terpenuhi sehingga *agent* melakukan aktivitas yang bertolak dari keputusan normal.
4. Jika *agent* memutuskan melakukan aktivitas utama sesuai *role*, berikan *state* dan koordinat tujuan *district* untuk menyelesaikan aktivitas utama tersebut.
5. Jika aktivitas utama selesai dilakukan, cek status emosi, *stress* dan *health agent*.
6. Berikan tujuan sesuai probabilitas status *agent* terhadap lokasi baru yang akan menjadi tujuan selanjutnya.
7. Selama proses simulasi satu siklus, cek *state* interupsi konsumsi produk.
8. Jika *state* konsumsi produk aktif hitung *motivation agent* terhadap pilihan produk yang ada dari semua toko yang memiliki produk sejenis.

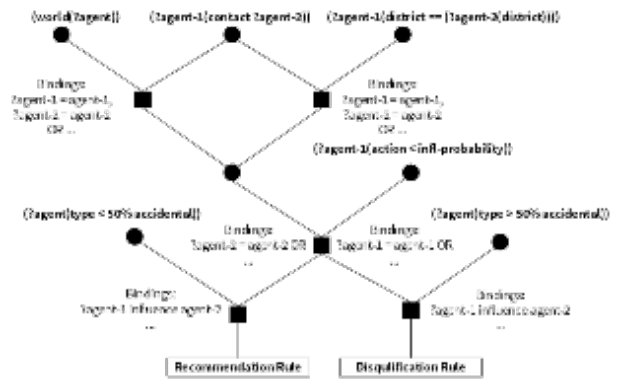
Ruleset aktivitas adalah kumpulan aturan yang memberikan *agent* pergerakan di *game world*. *Rule-based system* melakukan *trigger* untuk menjalankan *main task*, *influence*, pergi ke *event*, bermain, dan pulang kerumah. Aturan ini di eksekusi dengan syarat yang diciptakan dari (1) *main role agent*, (2) status cuaca yang dapat diterima *agent*, (3) karakteristik *event*, (4) status *stress* dan *health agent*, (5) probabilitas terjadi *accidental*, (6) *determined* dari *agent* untuk berpindah *state*, (7) *world phase* atau *time* saat ini yang berlaku di *game world*. Gambar 6 merupakan kerangka dari *rule set* perilaku agent di *game world*.



Gambar 6 Rule dan interaksi agent

Influence adalah *state* interupsi yang memungkinkan *agent* memberikan pengaruh rekomendasi atau diskualifikasi terhadap pilihan *agent* lainnya. Pada kasus dunia nyata *influence* terjadi didalam sebuah kelompok tertentu yang memiliki sebuah hubungan seperti teman, keluarga lingkungan kerja dan sedikit kejadian acak dilingkungan dimana seseorang tersebut bersosialisasi. Pemodelan perilaku kali ini dibenteng dengan asumsi bahwa setiap *agent* memiliki kesempatan yang sama untuk mendapatkan dan melakukan *influence* terhadap *agent*

lainnya. *Influence* terjadi karena jarak antar *agent* pada *range* tertentu dilokasi *district* yang sama dan probabilitas keinginan memberikan *influence* terpenuhi kemudian dilanjutkan keputusan dari probabilitas antara memberikan rekomendasi atau diskualifikasi produk. Berikut ini adalah *rule* aktivasi *state* untuk *influence*. Gambar 7 merupakan kerangka rekomendasi dan diskualifikasi *agent*.



Gambar 7 Rule evaluasi influence

b. Konstruksi aturan interaksi individu dan pemilihan produk

Proses pemilihan produk melibatkan tahapan model perilaku konsumen dalam mengevaluasi kedekatan atribut yang dimiliki *agent* terhadap pilihan produk yang ada.

1. Cek *state* “buy product” aktif atau cek kondisi *agent* saat ini apakah dalam pemenuhan kebutuhan konsumsi.
2. Evaluasi motivasi terhadap pilihan produk.
3. Cek kemungkinan *accidental action* terpenuhi untuk *agent* memilih produk yang bertolak dengan aturan normal.
4. Tetapkan produk sebagai pilihan konsumsi saat ini.
5. Lakukan iterasi ini untuk kebutuhan konsumsi berikutnya sesuai selama simulasi berlangsung.

PEMBAHASAN

Pembentukan komponen *game* seperti konten akuntansi, suara, grafis, *gameplay* dikombinasikan sedemikian rupa sehingga mampu membawa misi utama *serious game* sebagai media alternatif belajar siklus bisnis dan akuntansi. Dalam implementasinya berikut ini difokuskan pada hasil dari penerapan teori sebelumnya untuk menciptakan *game world* dan proses simulasi.

Hasil Simulasi Game

Game membangkitkan cuaca, *event*, *district*, *consumer*, dan toko. Setiap *agent* diinisialisasi di *district* masing-masing sesuai *personality trait*, kemudian *rule* melakukan pengecekan terhadap *state* milik setiap *agent*, apakah telah menyelesaikan *primary action* sebagai *student*, *worker*, dan *trader*. *Game* juga mengecek apakah hari ini merupakan hari libur atau hari aktif, apakah *agent* membutuhkan makan, apakah *agent* stres, apakah *agent* harus pergi bermain, apakah *agent* harus pulang ke rumah. *Agent* diberikan kemampuan untuk menjelajahi *game world* dalam *game tile isometric*.

Kemampuan *agent* menghindari halangan (*obstacle*) dibuat dengan teknik *searching pathfinding* menggunakan algoritma A* sehingga menghasilkan jalur dengan jarak terpendek dari *point-to-point coordinate* tujuan. *Finite state*

machine yang diberikan kepada agent mengontrol tingkah laku agent. Setiap agent memiliki role untuk berinteraksi dengan lingkungan. Aktivitas consumer dalam lingkungan game world ditunjukkan seperti pada Gambar 8 dimana consumer dapat berkunjung ke suatu district dan saling memberikan influence kepada consumer yang lain.



Gambar 8 Screenshot simulasi pasar dalam kondisi chaos

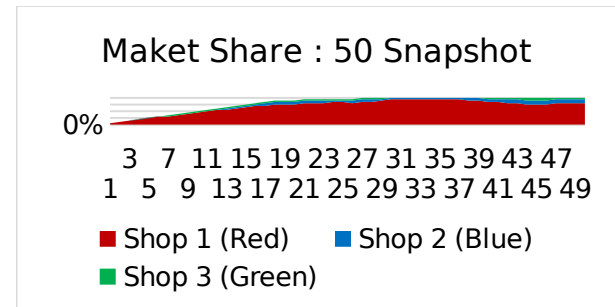
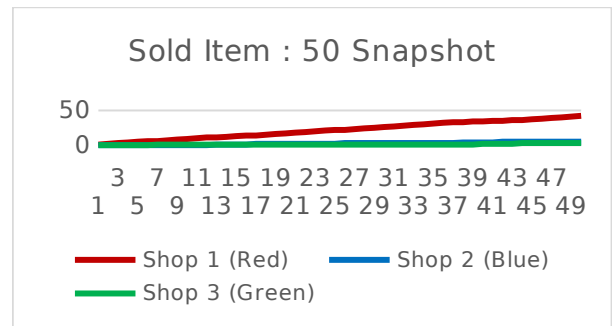
Simulasi dengan pengaturan yang sama dapat menghasilkan output yang berbeda, hal ini bukan karena rule dan state agent yang tidak konsisten, tetapi adanya kondisi acak dan accidental action yang membentuk agent lebih dinamis dengan kemungkinan agent keluar dari rule yang ditetapkan, tambahan kejadian pembelian juga terjadi dengan agent yang memiliki peran sebagai “freeman”. Agent freeman digunakan untuk transaksi tidak terduga atau aktivitas accidental. Secara keseluruhan hasil simulasi dapat menunjukkan bagaimana agent membantu memperlihatkan fenomena daripada hasil pasti dalam sebuah record data.

Hasil Variasi Simulasi

Simulasi di uji menggunakan 3 jenis pengaturan parameter yang melibatkan 3 toko dengan membangkitkan 20 agent, pertama melihat hasil ketika 3 toko memiliki parameter harga, kualitas dan avertisement sama. Kedua, melihat hasil ketika mengatur kondisi ekstrim untuk salah satu toko. Ketiga melihat hasil ketika membuat situasi yang kompetitif. Simulasi mengambil data dalam 50 snapshot dari aktivitas toko seperti pembelian item dan market share.

a. Simulasi dengan kondisi parameter setara

Simulasi ini menghasilkan dominasi sepenuhnya pada toko 1 (Red). Setiap agent akan menghasilkan nilai motivasi $Max(M_i)$ yang sama, ada 2 pendekatan yang bisa digunakan untuk menyelesaikan masalah ini, yaitu pemilihan produk secara acak atau memilih produk yang ditemukan pertama kali. Karena pengecekan dimulai dari produk toko 1 maka hasil simulasi akan selalu menghasilkan pilihan pada toko 1 kecuali jika terjadi accidental, yang mengakibatkan pilihan acak dibangkitkan dan produk lain memiliki kesempatan untuk dipilih juga.

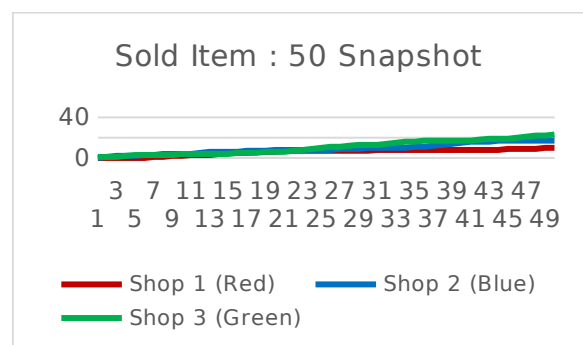


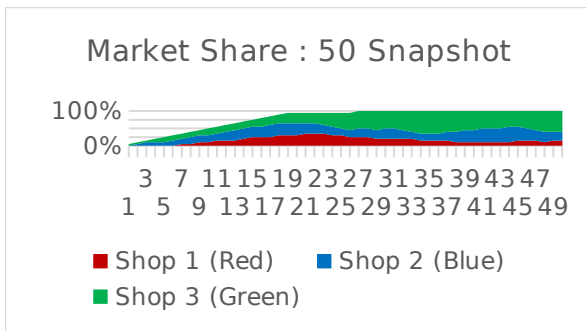
Gambar 9 Hasil simulasi parameter setara

Penjualan item didominasi oleh toko 1 (Red) diikuti beberapa pembelian acak untuk toko 2 dan toko 3. Market share dan pendapatan juga mengikuti jumlah pembelian produk. Total akhir nilai adalah toko 1 (Red) 2345 K dengan 42 transaksi dan rata – rata 69% market share, toko 2 (Blue) 260 K dengan 5x transaksi dan rata - rata 7% market share, toko 3 (Green) 180 K dengan 3 transaksi dan rata - rata 4% market share seperti yang ditunjukkan Gambar 9.

b. Simulasi dengan kondisi ekstrim

Simulasi kedua mencoba membuat kondisi ekstrim untuk salah satu toko dengan menurunkan harga dengan jarak yang cukup untuk membuat agent memilih produk dari toko tersebut. Uji coba ini dimaksudkan untuk menguji apakah simulasi dapat berjalan logis sesuai kondisi dunia nyata dimana konsumen mencoba memenuhi kebutuhannya dengan pilihan yang paling menguntungkan bagi mereka. Alternatif lain adalah dengan meningkatkan kualitas produk. Hasil simulasi kedua menghasilkan dominasi tipis untuk toko 3 (Green). Perbedaan total pendapatan antara toko 3 dan toko 2 juga tidak terlalu besar, mengingat harga dari produk di toko 3 lebih rendah.



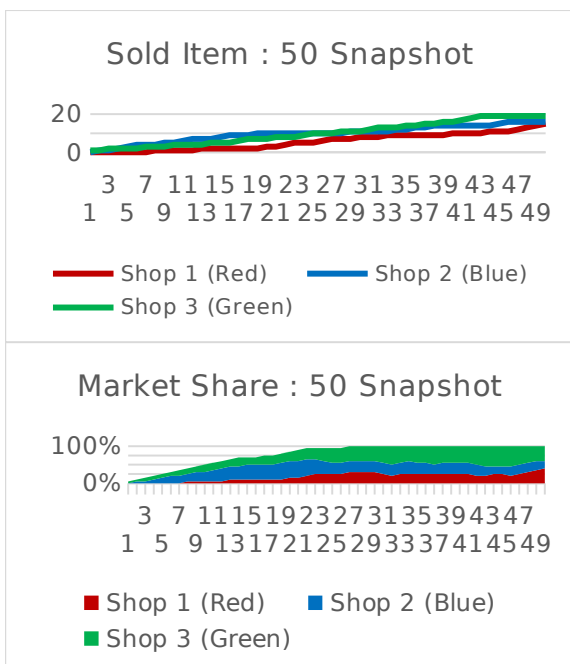


Gambar 10 Hasil simulasi kondisi ekstrim

Penjualan didominasi oleh toko 3 (Green). Pendapatan toko 2 dan toko 3 bersaing tipis. Total nilai toko 1 (Red) 475 K dengan 10 transaksi dan rata - rata 16% *market share*, toko 2 (Blue) 865 K dengan 17x transaksi dan rata - rata 26% *market share*, toko 3 (Green) 925 K dengan 23 transaksi dan rata - rata 38% *market share* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10.

c. Simulasi dengan kondisi kompetitif

Simulasi ketiga mencoba membuat kondisi ketiga toko bersaing seimbang dengan kenaikan penjualan dan *market share* secara gradual bersama - sama. Uji coba ini dimaksudkan untuk menguji apakah simulasi dapat membuat penjualan dimasing - masing toko mendapatkan bagian dari dari total *market share* dan tidak tertinggal jauh dari pesaing yang lain. Total parameter harga dan kualitas diatur berdekatan, tetapi untuk kualitas disetiap produk berbeda agak jauh. Penjualan item didominasi oleh toko 3 (Green) diikuti toko 2 (Blue) dan toko 1 (Red). Grafik pendapatan produk menunjukkan kenaikan yang hampir bersamaan namun total yang berlipat dari hasil toko 1 kemudian toko 2 dan paling besar toko 3.



Gambar 11 Hasil simulasi kondisi kompetitif

Gambar 11 menunjukkan total akhir nilai dari simulasi ketiga adalah toko 1 (Red) 675 K dengan 15 transaksi dan

rata - rata 18% *market share*, toko 2 (Blue) 925 K dengan 16 transaksi dan rata - rata 28% *market share*, toko 3 (Green) 925 K dengan 19 transaksi dan rata - rata 33% *market share*.

KESIMPULAN

Serious game tentang simulasi bisnis menggunakan pendekatan berbasis *agent* menghasilkan simulasi dan interaksi yang dapat memunculkan fenomena atau perilaku pengambilan keputusan konsumen dalam memilih sebuah produk. *Agent-based system* dapat digunakan sebagai alat untuk visualisasi tiruan kehidupan yang kompleks seperti manusia, hewan, lingkungan untuk digunakan sebagai alat pengambil keputusan yang sifatnya prediksi.

Hasil simulasi ini dijadikan konsep dasar *game* bisnis yang menghasilkan transaksi untuk menunjukkan siklus akuntansi yang berawal dari berbagai kejadian finansial seperti pembukaan toko pembelian material, asset, penjualan produk, penyewaan karyawan, pemasangan iklan dan lain sebagainya. *Serious game* dapat menjadi media alternatif untuk proses belajar dan latihan yang melibatkan berbagai topik, salah satunya adalah bisnis dan akuntansi.

SARAN

Pemodelan *agent* untuk simulasi dunia nyata yang melibatkan manusia menimbulkan keraguan pada aturan yang dimiliki pada sebuah *agent*. Manusia merupakan makhluk yang random, sulit diprediksi dan penuh ketidakpastian. Dalam penelitian ini *agent* hanya diberi *attribute* dan *behavior* sederhana dalam model pengambilan keputusan pembelian. Diperlukan pemikiran yang mendalam dan aturan yang lebih detil untuk menciptakan kondisi seperti dunia nyata. Pengembangan konsep *serious game* sendiri perlu dilakukan uji coba untuk menentukan *gameplay* yang tetap menarik seperti *entertainment game* serta dibutuhkan teknik khusus untuk mengukur hasil *knowledge transfer* yang diberikan dari *game* kepada pemain.

UCAPAN TERIMA KASIH

Paper ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana (S1) pada Program Studi Sistem Informasi, Jurusan Sistem Informasi, Universitas Jember. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Drs. Slamim, M.CompSc., Ph.D selaku Ketua Program Studi Sistem Informasi Universitas Jember, Dr. Saiful Bukhori, S.T., M.Kom sebagai Dosen Pembimbing Utama, dan Nelly Oktavia A. S.Si., M.T sebagai Dosen Pembimbing Asisten serta seluruh dosen Program Studi Sistem Informasi Universitas Jember.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ajzen I, F. (2005). *The Influence of attitudes on behavior*. In: Albarracin D, B. Johnson B, Zanna M, editors. *The handbook of attitudes*, Mahwa, NJ. Erlbaum.
- [2] Becker, R. (2011, January 22). Interactive Games for Business Training. *Becker Multimedia Paper*.
- [3] Bose, J. (2013, May 7). *Creating Isometric Worlds: A Primer for Game Developers*. Retrieved March 27,

- 2014, from Tutsplus: <http://gamedev.tutsplus.com/tutorials/implementation/creating-isometric-worlds-a-primer-for-game-developers/>
- [4] Campos, A., Canuto, A., Fernandes, J., & Moura, E. (2004). MASIM: A METHODOLOGY FOR THE DEVELOPMENT OF AGENT-BASED. *Proceedings 16th European Simulation Symposium*.
- [5] Cui, X., & Shi, H. (2011). A*-based Pathfinding in Modern Computer Games. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, VOL.11 No.1*, 125-130.
- [6] Engel, J., Blackwell, R., & Miniard, P. (1995). *Consumer Behavior*. 8th ed. Philadelphia: The Dryden Press.
- [7] Granic, I., Lobel, A., & Engels, R. (2013). The Benefits of Playing Video Games. *American Psychological Association Vol. 69, No. 1*, 66–78.
- [8] Gunter, G., Kenny, R., & Henry, E. (2010). A Case for a Formal Design Paradigm for Serious Games.
- [9] Ladenhauf, D. (2014, 12 24). *Computer Graphics: Depth Sort Algorithm (Newell's Algorithm)*. Retrieved from Dieter Ladenhauf Blogs: <http://www.dieterladenhauf.com/blog/2012/03/depth-sort-algorithm-newells-algorithm/>
- [10] Macal, C., Chan, W., & Son, Y.-J. (2010). AGENT-BASED SIMULATION TUTORIAL - SIMULATION OF EMERGENT BEHAVIOR AND DIFFERENCES BETWEEN AGENT-BASED SIMULATION AND DISCRETE-EVENT SIMULATION. *Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference*, 135-150.
- [11] Mursiti, S., Fardhyanti, D., Cahyono, E., & Sudarmin. (2006). MISCONCEPTION REMEDIATION OF ATOMIC ORBITAL, MOLECULAR ORBITAL, AND HIBRIDIZIATION CONCEPTS BY COMPUTER ASISSTED INSTRUCTION WITH ANIMATION AND SIMULATION MODEL. *Indonesian Journal of Chemistry*, 104-110.
- [12] Patel, A. (2014, 12 Tuesday). *Heuristic*. Retrieved from Stanford Edu: <http://theory.stanford.edu/~amitp/GameProgramming/Heuristics.html>
- [13] Patel, S., & Schlijper, A. (2004). *Models of consumer behavior*. ESGI.
- [14] Sakellariou, I. (2012). Turtles as *State Machines-Agent Programming in NetLogo using State Machines*. *CAART (2)*, 375-378.
- [15] Suyanto. (2007). *Artificial Intelligence Searching, Planing dan Learning*. Bandung: INFORMATIKA.
- [16] Ulbinaitė, A., Kučinskienė, M., & Le Moullec, Y. (2011). Integration of the Decoy Effect in an *Agent-Based-Model Simulation of Insurance Consumer Behavior*. *International Conference on Software and Computer Applications IPCSIT vol.9 IACSIT Press, Singapore*, 153-157.
- [17] W. Reynolds, C. (1999). Steering Behaviors Fo Autonomus Characters. *Game developers conference*, 763-782.
- [18] Wagner. (2006). *Modeling Software with Finite State Machines: A Practical Approach*. Auerbach Publications.
- [19] Zhang, T., & Zhang, D. (2007). *Agent-based simulation of consumer purchase decision-making and the decoy effect*. *Journal of Business Research* 60, 912–922.