

# Kajian Awal Pemodelan Berbasis Agen Sebuah Proses Bisnis Virtual: Perspektif Manajemen Pengetahuan

Yuliyani Nur Angraini<sup>1\*)</sup> dan Bertha Maya Sopha<sup>2)</sup>

<sup>1,2)</sup>Jurusan Teknik Industri, Departemen Teknik Mesin dan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Jalan Grafika No. 2, Yogyakarta, 55284, Indonesia  
Email: yulianiangraini@gmail.com, bertha\_sopha@ugm.ac.id

## ABSTRAK

Penerapan sistem berbasis agen telah menjadi paradigma dalam sistem manufaktur generasi berikutnya. Hal ini didukung dengan perkembangan teknologi informasi yang terjadi manajemen proses bisnis. Penelitian ini melakukan pemodelan berbasis agen dalam sebuah proses bisnis virtual yang terdiri dari departemen pemasaran, desain, perencanaan dan produksi. Pemodelan dilakukan menggunakan mekanisme input, proses dan output dalam *team mental model*. Input model berupa kompetensi individu, proses berupa *intention* dan jaringan komunikasi, sedangkan output berupa *similarity*, *accuracy* dan performansi. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengeksplorasi dinamika yang terjadi dalam sistem yang dipengaruhi oleh perbedaan komposisi individu dalam departemen dan perbedaan struktur *joint intention* antar departemen. Dinamika pada aktivitas kelompok menunjukkan adanya *equilibrium model* yaitu proses menjaga keseimbangan antara dimensi tugas dan dimensi sosial. Hasil dari penelitian ini berupa model konseptual proses kolaborasi yang dapat digunakan untuk melakukan simulasi mengenai eksplorasi dinamika dalam sebuah proses bisnis virtual yang terdiri dari departemen pemasaran, desain, perencanaan dan produksi.

**Kata kunci:** kolaborasi, manajemen proses bisnis, manajemen pengetahuan, pemodelan berbasis agen, *team mental model*

## 1. Pendahuluan

Manajemen proses bisnis telah berkembang yang memungkinkan entitas dalam proses bisnis untuk saling berbagi tujuan, mengetahui satu sama lain operasi atau *state* yang sedang berlangsung, mendesain berdasarkan intention dan mengatur siklus *business improvement* (Smith dan Fingar, 2003). Semakin dinamisnya lingkungan bisnis menyebabkan perusahaan harus membangun sistem yang dapat merespon dinamika tersebut. Teece *et al* (1997) mengatakan bahwa kemampuan dinamis perusahaan berhubungan dengan proses, posisi (sumber daya pengetahuan) dan jaringan komunikasi. Perbedaan karakteristik individu dapat mempengaruhi kualitas dalam pengambilan keputusan seperti ragu-ragu, beresiko dan tidak konsisten. Dengan demikian apabila manajemen pengetahuan dapat dikelola dengan baik akan meningkatkan kualitas pengambilan keputusan dan meningkatkan performansi.

Sumber daya pengetahuan merupakan keunggulan kompetitif bagi perusahaan, hal ini dikarenakan pengetahuan dapat menyebabkan terjadinya *co-evolution* sehingga peluang baru selalu ada. Menurut Sugar dan Willet (2005), sebuah kelompok akan sukses jika memiliki peran strategikal, evaluator, taktikal dan elaborator. Pendapat yang sama diberikan oleh Argyris (1997), organisasi yang hanya menggunakan *single loop learning* (aksi dengan hasil negatif yang terdeteksi dan dapat dihindari atau dimodifikasi tanpa mempertimbangkan norma, kebijakan dan variabel lain) akan terjebak dalam kondisi lokal optimal, sedangkan organisasi yang hanya menggunakan *double loop learning* (merespon situasi yang tak terduga dengan mengubah variabel yang menjadi dasar melakukan aksi) akan menimbulkan banyak biaya tanpa memperoleh keuntungan dan lebih stabil pada periode akhir. Pendapat berlainan diberikan oleh Janz *et al* (1997), dengan meningkatnya dinamika dan tekanan kompetitif dibutuhkan struktur organisasi *concurrent* yang memberikan lebih banyak otonomi dan *self regulation* kepada

*knowledge worker* yaitu strategikal dan evaluator, sehingga dapat menentukan cara terbaik dalam melakukan aksi.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengimplementasikan sistem berbasis agen antara lain kolaborasi agen, organisasi agen, dinamika sistem dan *learning* (Shen *et al*, 2006). Kolaborasi merupakan pendekatan ontologi yang merepresentasikan *hard factor* (data, aksi dan peran) dari proses bisnis. Organisasi agen merupakan pendekatan ontologi yang merepresentasikan *soft factor* (pengetahuan, keterampilan dan pengalaman) dari proses bisnis. Dinamika sistem dan *learning* merupakan pendekatan simulasi untuk menganalisis parameter yang mempengaruhi performansi dan menghasilkan alternatif pengambilan keputusan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dinamika yang terjadi dalam sistem yang dipengaruhi oleh perbedaan komposisi individu dalam departemen dan perbedaan struktur *joint intention* antar departemen untuk menggambarkan proses *co-evolution* yang selalu menghasilkan peluang baru dalam sistem.. Dinamika yang terjadi dalam sistem berupa *emergence states* dari *team mental model* yaitu *similarity*, *accuracy* dan performansi. Dinamika dalam *team mental model* menunjukkan adanya *equilibrium model* yaitu proses menjaga keseimbangan antara dimensi tugas (performansi) dan dimensi sosial (*similarity* dan *accuracy*). Tujuan dari membangun sistem terintegrasi adalah secara simultan mengukur performansi lokal dan global yang dapat berupa maksimasi pendapatan, minimasi biaya dan maksimasi profit. Selain itu, keberhasilan kelompok juga dilihat dari efektivitas jaringan komunikasi melalui *similarity* dan *accuracy*. Nilai performansi tergantung dari kondisi awal sistem dan banyaknya iterasi, sehingga dengan mengulangi simulasi menggunakan beberapa kondisi awal yang berbeda akan menghasilkan nilai output yang *robust*.

## **2. Metode**

### **2.1 Agent Based Modeling**

Menurut Railsback dan Grimm (2012), *Agent based modeling* adalah metode pemodelan sistem berbasis simulasi komputer yang merepresentasikan individu atau kelompok dalam sebuah sistem. Tujuan dipertimbangkan individu dalam pemodelan sistem adalah untuk mengetahui perilaku dalam skala makro atau *emergence behavior* yang dihasilkan oleh adanya interaksi. Individu atau agen dapat berupa organisasi, manusia, unit bisnis, institusi dan entitas lain yang memiliki karakteristik yang unik, memiliki otonomi dalam berperilaku serta dapat berinteraksi dengan agen lain atau dengan lingkungan agen.

Beberapa penelitian mengenai pemodelan berbasis agen dalam manajemen pengetahuan telah dilakukan antara lain Wang *et al* (2009) yang memodelkan pengetahuan sebagai proses. Dalam model ini individu merupakan entitas heterogen yang dibedakan menjadi *mimic winners*, *repeated last action*, *mimic majority* dan *learn from the past*. Eksplorasi mengenai dinamika pengetahuan dilakukan dengan mempertimbangkan keputusan untuk berkontribusi dan tidak berkontribusi berdasarkan insentif bagi kontributor dan biaya penalti bagi bukan kontributor.

### **2.2 Objek Penelitian**

Penelitian ini memodelkan sebuah proses bisnis virtual yang memiliki 4 departemen antara lain pemasaran, desain, perencanaan dan produksi.

### **2.3 Tahapan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan antara lain:

- a. Spesifikasi model

Pada tahap ini dilakukan studi literatur, perumusan beberapa masalah penelitian, merangkai pertanyaan menjadi hipotesis dan pembuatan model konseptual berdasarkan hipotesis.

- b. Implementasi model di *NetLogo* 6.0.1  
Pada tahap ini dilakukan simulasi model konseptual menjadi model komputasional menggunakan perangkat lunak *NetLogo* 6.0.1. Implementasi dilakukan dengan terlebih dahulu mendefinisikan agen, lingkungan agen dan atribut agen berdasarkan model konseptual.
- c. Verifikasi dan validasi  
Verifikasi dilakukan untuk memastikan bahwa model komputasional dapat diimplementasikan secara operasional. Validasi dilakukan untuk memastikan sejauh mana model konseptual dapat merepresentasikan sistem nyata.
- d. Model skenario  
Penggunaan skenario bertujuan untuk mengeksplorasi dinamika dalam sistem dengan melihat pengaruh dari perubahan parameter terhadap output model.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Protokol ODD

Protokol ODD (*Overview, Design concepts, Details*) merupakan standar yang digunakan dalam *Agent based modeling* yang bertujuan untuk membuat model lebih dipahami dan lengkap serta membuat standarisasi dan menjawab kritik terhadap model. Menurut Grimm *et al* (2010) protokol ODD terdiri dari:

- a. Overview
  - 1) *Purpose*  
Tujuan model ini adalah mensimulasikan mekanisme kolaborasi dalam proses bisnis dengan mengeksplorasi dinamika hubungan *similarity*, *accuracy* dan performansi pada beberapa *decision point* atau *event* aktivitas terhadap perbedaan kompetensi agen.
  - 2) *Entities, state variables* dan *scales*  
*Entities* dalam model ini terdiri dari tenaga kerja sebagai agen dan departemen sebagai lingkungan agen. Tabel 1 menunjukkan *entities* dan *state variable* dari individu beserta nilai, jenis dan referensi.

**Tabel 1.** *Entities* dan *state variables*

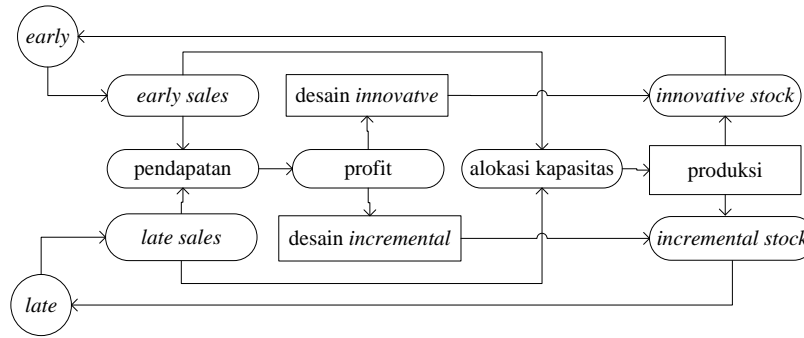
<i>Entities</i>	<i>State variables</i>	Referensi
Individu	Paradigma 1. <i>Performance orientation</i> 2. <i>Learning orientation</i>	Button <i>et al</i> (1996)
	Keyakinan 1. <i>Self cueing</i> 2. <i>Intrusive</i>	Gilhooly <i>et al</i> (2007)
	Sudut pandang ( <i>rule of action</i> ) 1. <i>Broad use</i> 2. <i>Memory use</i> 3. <i>Disassembly use</i> 4. <i>Property use</i>	Gilhooly <i>et al</i> (2007)
	Kemampuan berinteraksi ( <i>rule of interaction</i> )	Sugar dan Willett (2005)

	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menawarkan sesuatu</li> <li>2. Menukarkan sesuatu</li> <li>3. Memberi jika diminta</li> <li>4. Memberi jika pernah ditolak</li> </ol>	
	<i>Experience</i> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Mastery experience</i></li> </ol> $\Delta PBC = 0,01$	Bandura (1997)

**Tabel 1.** *Entities dan state variables* (Lanjutan)

<i>Entities</i>	<i>State variables</i>	Referensi
	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. <i>Vicarious experience</i></li> </ol> $\Delta PBC = 0,025$	
	Tingkat kesulitan tugas ( <i>PBC</i> ) 0-1	Bandura (1997)
	<i>Likelihood of state to be true</i> 0-1	Gilhooly <i>et al</i> (2007)
	<i>Normative belief</i> 0-1	Arnold (2006)
	<i>Intention</i> 0-1	Arnold (2006)
	Kondisi performansi <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Performansi global saat ini</li> <li>2. Selisih performansi global sebelumnya</li> <li>3. Rata-rata selisih performansi lokal dan performansi lokal semua departemen</li> <li>4. Performansi lokal saat ini</li> </ol>	Wang <i>et al</i> (2009)
	Aksi perbaikan <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Future state</i></li> <li>2. <i>Desired state</i></li> <li>3. <i>Conceivable state space</i></li> <li>4. <i>Current state</i></li> </ol>	Jennings <i>et al</i> (2000)

*State variables* dari entitas departemen mengacu pada model Garcia (2005), antara lain jumlah konsumen, jumlah permintaan, jenis permintaan, harga produk, pendapatan, proporsi permintaan, jenis produk, tingkat resiko produk, alokasi kapasitas, tingkat adaptifitas dan jumlah produksi. Pada penelitian ini untuk meningkatkan interdependensi antar departemen maka ditambahkan atribut antara lain profit, persentase biaya desain, proporsi desain, *margin* produk, jenis *part*, jumlah *part* dikodekan, biaya desain, jumlah *part*, harga per *part*, biaya material, harga pokok per unit, kecepatan perakitan, biaya rakit per unit mesin, biaya perakitan dan jumlah produksi terpenuhi. Gambar 1 menunjukkan hubungan antar atribut departemen.



Gambar 1. Hubungan antar atribut departemen

Pada model Garcia (2005) diasumsikan peramalan permintaan produk dilakukan setiap 3 bulan atau 90 hari, sehingga simulasi ini dilakukan selama periode peramalan permintaan yaitu 3 bulan atau 90 hari. Tabel 2 menunjukkan *temporal scale* pada model.

Tabel 2. Temporal Scale

Model Komputasi	Referensi
Peramalan Permintaan	3 bulan atau 90 hari
Event aktivitas atau <i>decision point</i>	1 event = 15 hari
Aksi	1 tick = 1 hari 15 tick = 15 hari 1 event = 15 aksi 1 event = 15 intention

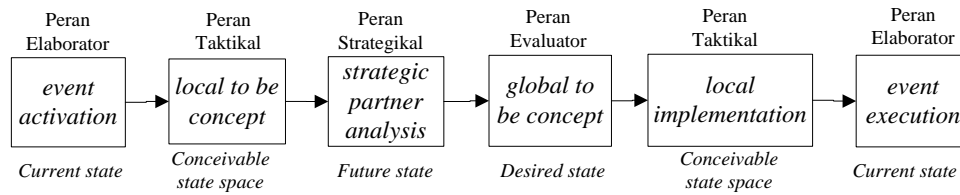
Tabel 3 menunjukkan beberapa aktivitas yang dibutuhkan departemen pemasaran (Darroch, 2003), desain (Cooper, 1983) dan Estrin (2009), perencanaan (Chopra dan Meindi, 2007) dan produksi (Chopra dan Meindi, 2007).

Tabel 3. Event aktivitas atau *decision point*

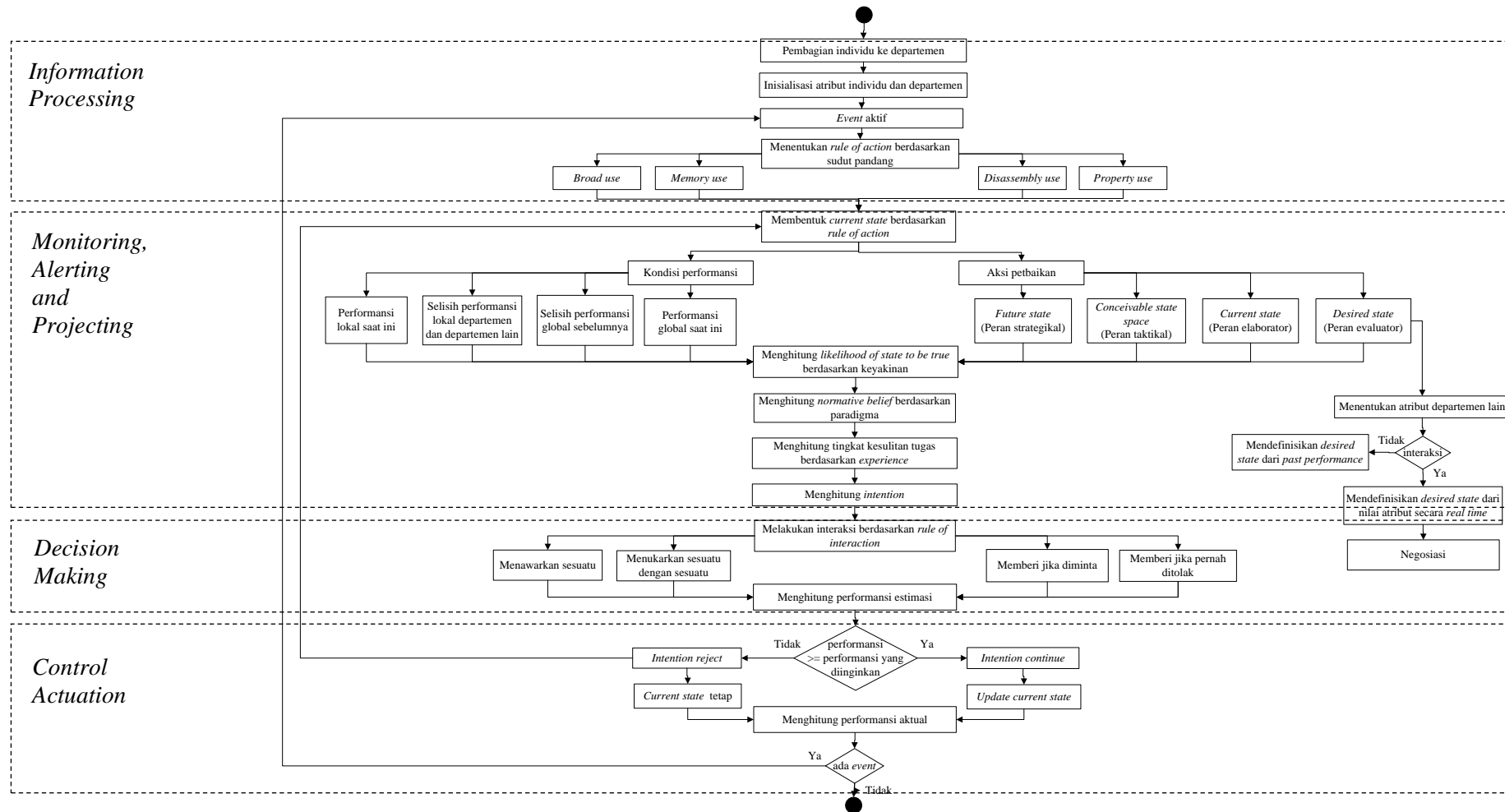
Aktivitas	Hari					
	15	30	45	60	75	90
<b>Pemasaran</b>						
Market research	1					
Marketing knowledge	2					
Preliminary assessment					3	
Real advantages						4
<b>Desain</b>						
Product idea	1					
Preliminary assessment	2					
Concept identification		3	4	5	6	7
Trial						
Launch						
<b>Perencanaan</b>						
Capacity planning	1					
Material planning		2	3			
Budget planning				4	5	
<b>Produksi</b>						
Capability	1					
Scheduling			2	3		

3) Process overview and scheduling

*Process overview* menggambarkan proses yang terjadi pada tingkat departemen. Pada setiap *event* aktivitas atau *decision point*, tahapan proses kolaborasi yang dibutuhkan setiap departemen ditunjukkan pada Gambar 2 (Adam *et al*, 2005).



**Gambar 2.** Siklus kolaborasi



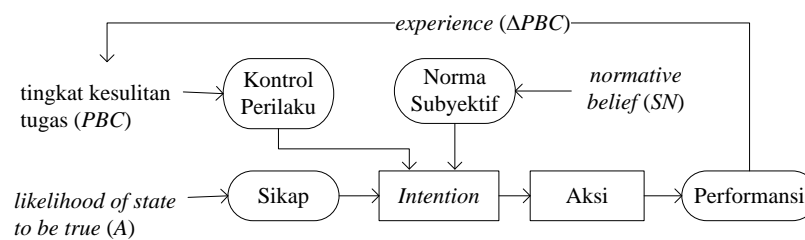
Gambar 3. Proses Pengambilan Keputusan

*Scheduling* menggambarkan waktu terjadinya aksi, perubahan atribut pada setiap aksi (*future state, desired state, conceivable state space* dan *current state*) dan jenis peubah waktu (*discrete event simulation*). Pada setiap *event* aktivitas atau *decision point*, individu melakukan pengambilan keputusan untuk melakukan aksi yang dipengaruhi oleh karakteristik seperti pada Gambar 3.

b. *Design concepts*

1) *Basic principles*

Model ini menggunakan konsep dasar diantaranya *team mental model* dan *theory of planned behavior*. Dalam melakukan aksi, individu membentuk intention berdasarkan *theory of planned behavior* pada Gambar 4 dan persamaan 1.



Gambar 4. Pembentukan *intention*

*Intention* dipengaruhi oleh *likelihood of state to be true (A)* dengan bobot  $w_1$ , *normative belief (SN)* dengan bobot  $w_2$  dan tingkat kesulitan tugas (*PBC*) dengan bobot  $w_3$ .

$$I = (A * w_1 + SN * w_2 + PBC * w_3) / 100 \quad (1)$$

*Team mental model* merupakan model ontologi yang dapat digunakan untuk mengeksplorasi dinamika pada aktivitas kelompok yang menunjukkan adanya *equilibrium model* yaitu proses menjaga keseimbangan antara dimensi tugas dan dimensi sosial serta selama proses kolaborasi yang berupa *similarity* dan *accuracy*. *Similarity* merepresentasikan keterikatan hubungan antar individu dan *accuracy* merepresentasikan ketepatan dalam melakukan aksi (Langan-fox *et al*, 2004).

2) *Emergences*

*Emergences* merupakan perilaku yang *unpredictable* dan *counter-intuitive* yang menggambarkan proses *co-evolution* yang selalu menghasilkan peluang baru dalam sistem. Pada penelitian ini, *emergence* berdasarkan *team mental model* yang terdiri dari *similarity, accuracy* dan *performansi*.

3) *Objectives*

Salah satu tujuan dari membangun sistem terintegrasi adalah secara simultan mengukur *performansi* lokal dan global. *Performansi* dapat diukur melalui maksimasi pendapatan, minimasi biaya dan maksimasi profit. Keberhasilan kelompok juga dilihat dari efektivitas jaringan komunikasi melalui *similarity* dan *accuracy*. Nilai *performansi* tergantung dari kondisi awal sistem dan banyaknya iterasi, sehingga dengan mengulangi simulasi menggunakan beberapa kondisi awal yang berbeda akan menghasilkan nilai output yang *robust*.

4) *Adaptives*

Agen melakukan aksi secara adaptif terhadap perubahan atribut departemen yang dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain sudut pandang, kemampuan interaksi, paradigma dan *experience*.

5) *Learning*



Agen dapat melakukan learning melalui *experience* yang didapatkan dari performansi yang dihasilkan oleh kelompok. Hasil dari performansi akan mempengaruhi tingkat kesulitan tugas sebagai kontrol perilaku agen. Berdasarkan *experience* agen dibedakan menjadi *mastery experience* (melihat performansi sendiri) dan *vicarious experience* (melihat performansi agen lain).

6) *Prediction*

Agen dapat memproyeksikan performansi berupa perhitungan performansi estimasi melalui pengambilan keputusan sebelum melakukan aksi. Prediksi ini dilakukan untuk keputusan melanjutkan aksi jika hasil performansi yang diperkirakan lebih besar atau sama dengan performansi yang diharapkan. Namun jika hasil performansi yang diperkirakan lebih kecil dari performansi yang diharapkan maka keputusan membatalkan aksi dan tetap menggunakan nilai sebelumnya.

7) *Sensing*

Agen secara proaktif melakukan *sensing* terhadap informasi mengenai atribut departemen dan secara reaktif melakukan *sensing* terhadap atribut departemen lain sebagai dasar untuk melakukan aksi. Atribut dikarakterisasi oleh agen berdasarkan karakteristik yang dimiliki masing-masing agen untuk membentuk *state*.

8) *Interaction*

Interaksi terjadi antar agen untuk memanipulasi atribut dalam departemen melalui pemilihan aksi. Interaksi juga dapat terjadi antara agen dengan lingkungannya dengan cara memanipulasi atribut departemen lain melalui mekanisme negosiasi dan menginformasikan setiap *past performance* kepada departemen lain. Bentuk interaksi berupa aliran informasi, aliran material dan aliran uang dalam sistem.

9) *Stochasticity*

Pada setiap *event*, pengambilan keputusan untuk melakukan aksi dibuat dengan ketidakpastian mengenai *future state* dari atribut yang didefinisikan sebagai nilai *random* untuk merepresentasikan sistem nyata yang dapat mengandung ketidakpastian.

10) *Collectives*

Perilaku kolektif yang mempengaruhi perilaku agen yaitu adanya *joint intention* antar departemen. Jika antar departemen tidak memiliki *joint intention* maka interaksi tidak dapat berlangsung dan hanya dapat melihat *past performance* sebagai pertimbangan dalam melakukan aksi. Jika memiliki *joint intention* maka interaksi dan negosiasi dapat dilakukan secara *real time*.

11) *Observation*

Observasi dilakukan terhadap output model berupa *similarity*, *accuracy* dan performansi. *Similarity* dihitung dari jumlah jaringan komunikasi antar agen, sedangkan *accuracy* dihitung kecepatan agen melakukan aksi. Performansi dihitung dari pendapatan, biaya dan profit. Nilai *similarity*, *accuracy* dan performansi pada beberapa *decision point* digunakan untuk mengetahui pengaruh *joint intention* dan komposisi agen untuk perbaikan potensial dari sistem.

c. *Details*

*Details* merupakan bagian yang menjelaskan mengenai gambaran umum model yang terdiri dari *initialization*, *input data* dan *sub models*.

1) *Initialization*

Kondisi awal saat model dijalankan antara lain:

- a) Menampilkan 4 kuadran departemen dan menempatkan 4 agen individu ke masing-masing departemen.

- b) Menentukan atribut masing-masing individu dan departemen.
- c) Waktu simulasi dilakukan selama 180 *tick*.

#### 4. Simpulan

Eksplorasi terhadap dinamika dalam sistem perlu dilakukan, hal ini dikarenakan sumber daya pengetahuan merupakan keunggulan kompetitif bagi perusahaan yang menyebabkan terjadinya *co-evolution* sehingga selalu menghasilkan peluang baru. Pemodelan berbasis agen merupakan salah satu metode simulasi yang dapat digunakan untuk melakukan eksploitasi terhadap ketidakpastian dan eksplorasi terhadap peluang dalam keterbatasan waktu dan sumber daya. Protokol ODD mampu mendokumentasikan model konseptual mengenai kolaborasi dalam sebuah proses bisnis virtual secara lengkap. Hal ini mempermudah peneliti dalam melakukan tahapan penelitian berikutnya dan mempermudah dalam replikasi model untuk penelitian selanjutnya. Hal ini dikarenakan dalam melakukan pemodelan sistem kompleks dibutuhkan langkah-langkah yang jelas dan teratur sehingga mempermudah bagi pembaca untuk memahami model dan memberikan kritikan pada model.

#### Daftar Pustaka

- Adam, O., Hofer, A., Zang, S., Hammer, C., Jerrentrup, M., and Leinenbach, S., (2005), A Collaboration Framework for Cross Enterprise Business Process Management, *Proceedings of the First International Conference on Interoperability of Enterprise Software and Applications*, pp. 499-510.
- Argyris, C., 1997, Organizational Learning and Management Information Systems, *Accounting, Organizations and Society*, vol. 2, pp. 113-123.
- Arnold, J., (2006), How Well Can the Theory of Planned Behaviour Account for Occupational Intention? *Journal of Vocational Behaviour*, vol. 3, pp. 374-390.
- Bandura, A., (1997), *Self Efficacy: The Exercise of Control*, Freeman, New York.
- Button, S. B., Mathieu, J. E., and Zajac, D. M., (1996), Goal Orientation in Organizational Research: A Conceptual and Empirical Foundation, *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, vol. 67, pp. 26-48.
- Chopra, S., and Meindl, P., (2007), *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*, 3rd ed, Pearson Education, New Jersey.
- Cooper, R. G., (1983), A Process Model for Industrial New Product Development, *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 30, pp. 2-11.
- Darroch, J., (2003), Developing a Measure of Knowledge Management Behaviors and Practices, *Journal of Knowledge Management*, vol. 7, pp. 41-54.
- Estrin, J., (2009), *Closing the Innovation Gap: Reigniting the Spark of Creativity in a Global Economy*, McGraw-Hill, New York.
- Garcia, R., (2005), Uses of Agent-Based Modeling in Innovation/New Product Development Research, *Journal of Product Innovation Management*, vol. 22, pp. 380-398.
- Gilhooly, K. J., Fioratou, E., Anthony, S. H., and Wyun, V., (2007), Divergent Thinking: Strategies for Generating Alternative Uses for Familiar Objects, *British Journal of Psychology*, pp. 611-625.
- Grimm, V., Berger, U., DeAngelis, D. L., Polhill, J. G., Giske, J., and Railsback, S. F., (2010), The ODD Protocol: A Review and First Update, *Ecological Modeling*, vol. 221, pp. 2760-2768.

- Janz, B. D., Wehterbe, J. C., Colquitt, J. A., and Noe, R. A., (1997). Knowledge Worker Team Effectiveness: The Role of Autonomy Interdependence, Team Development, and Contextual Support Variables, *Personnel Psychology*, vol. 50, pp. 877-904.
- Jennings, N. R., Norman, T. J., and Faratin, P., (2000), Autonomous Agents for Business Process Management, *Applied Artificial Intelligence*, vol. 14, pp. 145-189.
- Langan-fox, J., Anglim, J., and Wilson, J. R., (2004), Mental Model, Team Mental Models and Performance: Process, Development and Future Direction, *Human Factor and Ergonomics in Manufacturing and Service Industries*, vol. 14, pp. 331-352.
- Railsback, S. F., and Grimm, V., (2012), *Agent-Based and Individual-Based Modeling: A Practical Introduction*, Princeton University Press, New Jersey.
- Shen, W., Hao, Qi., Yoon, H. J., and Norrie, D. H., (2006), Applications of Agent-Based Systems in Intelligent Manufacturing: An Update Review, *Advanced Engineering Informatics*, vol. 20, pp. 415-431.
- Sugar, S and Willett, C., (2005), *Games that Boost Performance: 30 Ready-To-Use Group Activities*, John Wiley and Sons Inc, San Fransisco.
- Teece, D. J., Pisano, G., dan Shuen, A., (1997), Dynamic Capabilities and Strategic Management, *Strategic Management Journal*, vol. 18, pp. 509-533.
- Wang, J., Gwebu, K., Shanker, M., and Troutt, M. D., (2009), An Application of Agent-Based Simulation to Knowledge Sharing, *Decision Support Systems*, vol. 46, pp. 532-541.