

Dunia Maya (Virtual World) Berbasis Agent Based Modeling (ABM) untuk Pemodelan Perilaku Konsumen

Yudi Limbar Yasik

Sekolah Tinggi Teknologi Bandung, yudiyasik@gmail.com

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk membangun dunia virtual berbasis Agent Based Modeling (ABM) untuk pemodelan perilaku konsumen operator cellular di Indonesia. Model digunakan untuk mensimulasikan, memprediksi, menganalisis, dan mengetahui pengaruh kinerja komunikasi pemasaran, pengaruh kelompok rujukan, perubahan perilaku dan tingkat penerimaan konsumen terhadap pelayanan pada semua operator telekomunikasi selular di Indonesia.

Metode/Desain Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, jenis penelitian ini adalah deskriptif, verifikatif dan prediktif. Dunia virtual berupa pemodelan perilaku konsumen dibuat berdasarkan hasil observasi dan wawancara secara acak kepada pengguna. Model divalidasi dengan cara membandingkan data yang dihasilkan dunia virtual dengan data dunia nyata.

Temuan Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa; dunia virtual hasil pemodelan perilaku konsumen VMS berbasis ABM yang dibangun dapat menghasilkan data yang secara statistik sama dengan dunia nyata dengan pvalue sebesar 0,317, dengan kata lain secara statistik tidak ada perbedaan antara data yang dihasilkan oleh dunia virtual hasil pemodelan perilaku konsumen berbasis ABM dengan data pada dunia nyata.

Implikasi Hasil Eksperimen menggunakan dunia virtual berupa pemodelan perilaku konsumen VMS berbasis ABM juga dapat menggambarkan hubungan antara kinerja komunikasi pemasaran, pengaruh kelompok rujukan, perubahan perilaku dan tingkat penerimaan pada semua operator telekomunikasi selular di Indonesia.

Tipe Penelitian Studi Empiris

Kata Kunci : dunia virtual, agent based modeling, perilaku konsumen, komunikasi pemasaran, kelompok rujukan, tingkat penerimaan konsumen

I. Pendahuluan

ABM adalah metode penelitian yang menggunakan analisis dan perhitungan berbasis komputer, untuk membuat simulasi berbagai aspek di dunia nyata dalam bidang bisnis ke dalam model berbasis komputer (Bonabeau 2002:7280). ABM adalah suatu metodologi yang relatif baru, terutama di bidang ekonomi dan sains (Axelroad dan Tesfatsion 2005:3). ABM adalah suatu cabang ilmu yang menggunakan komputer sebagai alat bantu untuk mensimulasikan konsep-konsep ekonomi. Setiap komponen dalam ABM yang sering disebut "agen" dapat mensimulasikan setiap unsur dari ekonomi seperti pengguna, pembeli, penjual, kondisi pasar, dan kondisi sosial politik yang ada. Setiap agen tadi dilengkapi dengan *artificial intelligent* yang mempunyai kemampuan untuk berfikir, mengambil keputusan dan berinteraksi satu sama lain sesuai dengan algoritma dan data yang dimasukkan pada inisial awal. Interaksi antar individu ini dalam waktu tertentu akan menghasilkan sesuatu yang bersifat komprehensif. ABM sangat berguna untuk penelitian sistem yang kompleks dan melibatkan kemunculan *emergent properties* (atribut baru) karena interaksi (Axelroad dan Tesfatsion 2005:3). ABM

dapat digunakan untuk mensimulasikan perilaku-perilaku ekonomi yang tidak dapat didekati dengan ilmu statistik atau ilmu matematika (Axelroad dan Tesfatsion, 2005:1).

Sistem dalam ABM sangat bermanfaat untuk penelitian sosial dan ekonomi karena sistem ini terdiri dari agen-agen yang bisa berinteraksi. Dari interaksi agen-agen tadi akan muncul suatu atribut baru yang timbul dalam jangka waktu pengamatan tertentu. Atribut baru ini tidak bisa ditentukan dari awal sewaktu menentukan jenis agen, tetapi muncul akibat interaksi antar agen. Atribut baru yang muncul karena interaksi antar agen ini yang disebut dengan *emergent properties*.

Salah satu keunggulan ABM adalah memungkinkan pendekatan dari bawah ke atas atau *bottom-up approach* (Twomey dan Cadman 2002:56). Dari pengamatan terhadap sekumpulan variabel utama dalam dunia nyata dan kemudian direkonstruksikan dalam model, akan didapatkan pengertian dan pemahaman tentang perilaku suatu sistem. Pada pendekatan tradisional, biasanya dilakukan pendekatan dari atas ke bawah (*top-down approach*). Pada pendekatan *top-down* seperti ini, perilaku-perilaku individual sebagai konsumen tidak teramati, yang menjadi fokus adalah korelasi antara kumpulan variabel agregat, bukan proses yang menimbulkan dan mengakibatkan perilaku sistem tadi. Keunggulan ABM terletak pada kemampuan untuk mengamati perilaku individual konsumen yang akhirnya dapat memunculkan suatu perilaku makro.

Perilaku konsumen yang selalu berubah menyebabkan kesulitan dalam memodelkan perilaku konsumen dalam persamaan matematika ataupun pendekatan statistik (Axelroad dan Tesfatsion, 2005:1). Untuk memodelkan perilaku konsumen yang dinamis ini muncul pendekatan "*autonomous agent*" (Hess T.J, Ett. All. 2008:533). Pada pendekatan ini setiap individu diwakili oleh satu agen yang mempunyai sifat otonomi seperti halnya manusia. Otonomi dalam setiap individu artinya setiap individu mempunyai kemampuan untuk mengatur dirinya sendiri tergantung kepada masukan, ambang batas didalam dirinya, dan kebutuhan pada saat tertentu. Pemodelan dengan menggunakan *autonomous agent* sering disebut dengan *Agent Based Modeling* (ABM). Dalam implementasinya pemodelan dengan ABM menggunakan analisis dan perhitungan berbasis komputer untuk membuat simulasi berbagai aspek di dunia nyata dalam bidang bisnis ke dalam model berbasis komputer (Bonabeau 2002:7280).

Dengan kemampuan untuk beradaptasi terhadap pengalaman yang dihadapi, ABM dapat digunakan untuk mensimulasi, menganalisis dan mengetahui perilaku konsumen. Pada ABM, perilaku konsumen dapat diamati dan interaksi antar konsumen dapat menyebabkan perubahan perilaku. Konsumen artifisial dilingkungan ABM sering disebut konsumat (Janssen dan Jager, 1999).

Teknologi yang makin berkembang di bidang komputer memunculkan suatu metode penelitian baru yang disebut dengan *Agent-Based Modeling* (ABM), yaitu suatu metode untuk membuat model pasar secara *bottom up*. Setiap elemen pasar dapat disimulasikan dengan pendekatan ABM. ABM merupakan suatu metodologi penelitian yang relatif baru, terutama di bidang ekonomi dan sains. ABM menggunakan komputer sebagai alat bantu untuk mensimulasikan konsep-konsep ekonomi. Setiap komponen dalam ABM dapat mensimulasikan unsur-unsur ekonomi, seperti pengguna, pembeli, penjual, kondisi pasar, dan kondisi sosial politik yang ada. Setiap unsur tadi dilengkapi dengan *artificial intelligent* yang mempunyai kemampuan untuk berfikir, mengambil keputusan dan berinteraksi satu sama lain. Interaksi antar individu ini dalam waktu tertentu akan menghasilkan sesuatu yang bersifat menyeluruh (makro), sehingga ABM dapat digunakan untuk mempelajari ekonomi makro berdasarkan perilaku mikro.

ABM sangat tepat dan berguna untuk penelitian sistem yang kompleks, *non-linear* dan dinamik. Dengan melihat kemampuan ABM di atas, inti permasalahannya adalah, apakah suatu model perilaku konsumen berbasis ABM dapat digunakan untuk mengatasi problem pasar telekomunikasi yang kompleks, *non-linear* dan dinamik dengan membangun model yang mensimulasikan perilaku

konsumen. pengaruhnya terhadap perilaku konsumen dalam menggunakan pelayanan jasa nilai tambah yang ditawarkan oleh operator telekomunikasi selular .

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan dunia maya (virtual world) untuk pemodelan perilaku konsumen dengan menggunakan *Agent Based Modeling* (ABM). Hasil penelitian ini juga dapat memberikan ide dan pemikiran pada praktisi pemasaran untuk menggunakan pemodelan berbasis agen (ABM) sebagai alat untuk simulasi, memprediksi dan mengantisipasi perubahan pasar. Sehingga pelaku pasar dapat merespons dengan cepat dalam proses pengambilan keputusan.

II. Kajian Teori

Secara konsep, ABM diturunkan dari gabungan antar disiplin ilmu yang dikenal dengan konsep "*Science of complexity*" yaitu istilah yang diungkap oleh Lewin (1999) dalam Towmey dan Cadman (2002:56). Secara alamiah konsep biologi dan ilmu sosial digabungkan sehingga menghasilkan gabungan yang kompleks yang dapat mengantisipasi sistem yang *non-linear*, bisa mengatur diri sendiri, heterogen, bisa beradaptasi, ada *feedback*, dan dapat memunculkan perilaku. Semua gabungan ilmu tadi diimplementasikan ke dalam suatu teknik komputer dan *software* yang membuat kerangka kerja pemodelan berbasis agen, yang merupakan hasil perkembangan teori komputer mulai dari *artificial intelegent*, *neural network*, dan pemrograman komputer yang dapat ber-evolusi.

Bonabeau (2002:7280) dalam paper tentang "*Agent Based Modeling: Methods and Techniques for simulating Human system*" menyatakan bahwa ABM adalah teknik simulasi untuk memecahkan problem bisnis pada dunia nyata dengan cara memodelkan sistem tersebut sebagai kumpulan dari entitas yang dapat mengambil keputusan yang disebut agen, sebagai berikut: "*Agent-based modeling is a powerful simulation modeling technique that has seen a number of applications in the last few years, including applications to real-world business problems. In agent-based modeling (ABM), a system is modeled as a collection of autonomous decision-making entities called agents.*" (Bonabeau 2002:7280). Jadi menurut Bonabeau (2002:7280) pada metode ABM bukan model yang menyelesaikan masalah tetapi agen-agen dalam model yang akan memecahkan masalah yang dihadapi.

Axelroad dan Tesfatsion (2005:3) menjelaskan bahwa ABM adalah suatu metode untuk mempelajari suatu sistem yang terdiri dari agen yang saling berinteraksi dan memunculkan sifat baru karena interaksi sebagai berikut: "*It is a methods for studying systems exhibiting the following two properties: (1) the system is composed of interacting agents; and (2) the system exhibits emergent properties, that is, properties arising from the interaction of the agents that cannot be deduced simply by aggregating the properties of the agents.*" (Axelroad dan Tesfatsion 2005:3). Jadi menurut Axelroad dan Tesfatsion (2005:3) sifat baru yang muncul ini bukan merupakan hasil penggabungan sederhana dari sifat-sifat agen, melainkan sifat atau perilaku baru yang tidak dapat diprediksi sebelumnya.

Menurut Twomey dan Cadman (2002:56) ABM adalah metode yang menggunakan pendekatan dari bawah ke atas (*bottom-up*) untuk mendapatkan pemahaman mengenai suatu sistem dengan membangun agen yang dirancang untuk meniru secara detil atribut dan perilaku agen di alam nyata. Metode ABM berguna untuk menghasilkan simulasi yang dapat digunakan untuk tujuan eksplanatori, exploratori dan prediksi sebagai berikut: "*Agent-based modeling is a bottom-up approach to understanding systems which provides a powerful tool for analysing complex, non-linear markets. The method involves creating artificial agents designed to mimic the attributes and behaviours of their real-world counterparts. The system's macro-observable properties emerge as a consequence of these attributes and behaviours and the interactions between them. The simulation output may be potentially used for explanatory, exploratory and predictive purposes*". (Twomey dan Cadman 2002:56).

Troisi et al. (2005:255) menyatakan bahwa ABM adalah suatu teknik yang digunakan untuk mensimulasikan sistem yang kompleks dalam ilmu komputer dan ilmu sosial sebagai berikut : “ *Agent-based modeling is a technique currently used to simulate complex systems in computer science and social science*”. (Troisi et al. 2005:255). Bryson et al. (2005:1) dalam tulisannya tentang “*Agent-based models as scientific methodology*” menyatakan bahwa ABM adalah suatu metode penelitian yang digunakan untuk menguji pengaruh gabungan dari perilaku yang dilakukan setiap individu sebagai berikut: “*Agent Based Modeling (ABM) is a method for testing the collective effects of individual action selection. More generally, ABM allows the examination of macro-level effects from micro-level behaviour.*” (Bryson et al. 2005:1). Jadi menurut Bryson et al. (2005:1) selain untuk menguji gabungan perilaku, metode ABM dapat diterapkan untuk meneliti perilaku makro melalui perilaku mikro. Dari pendapat-pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa 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, eksploratori atau prediksi dalam mengambil keputusan di dunia nyata.

Metode ABM dimulai dengan menentukan entitas atau agen yang membangun suatu sistem. Observasi dilakukan terhadap sistem nyata untuk menentukan sifat dari masing-masing agen (atribut agen) dan interaksi yang mungkin terjadi antar agen-agen (*agent methods*). Kemudian dengan menggunakan simulasi komputer, dibuat data histori yang dapat mengungkapkan konsekuensi dinamis dari setiap asumsi yang digunakan pada awal simulasi tadi. Dari ABM ini peneliti dapat mengetahui bagaimana efek skala besar (makro) dapat muncul dari proses mikro melalui interaksi antar agen yang satu dengan agen lainnya. Agen yang digunakan tadi dapat mewakili manusia seperti konsumen, penjual, dan pembeli. Agen tadi dapat juga mewakili kelompok sosial seperti keluarga, perusahaan, komunitas, bahkan lembaga pemerintahan dan negara. Menurut Twomey dan Cadman (2002:57) yang dimaksud dengan agen dalam konteks bisnis atau dalam pemodelan ekonomi, mengacu kepada objek pada dunia nyata seperti orang atau perusahaan sebagai berikut “*The term “agent” in the context of business or economic modeling refers to real world objects such as people or firms*”. Dalam merepresentasikan agen yang mengacu kepada suatu objek pada dunia nyata, Hood L. (1998) dalam Twomey dan Cadman (2002:59) menyatakan ada 3 (tiga) tingkatan ketepatan (*fidelity*) dalam pembuatan agen yaitu *low fidelity*, *medium fidelity* dan *high fidelity*. Tingkatan ini ditentukan dari seberapa tepat agen mewakili keadaan pada dunia nyata. Untuk agen dengan ketepatan rendah (*low fidelity*), sifat agen tidak berubah seiring dengan perubahan waktu, dan semua agen dalam model mempunyai sifat dan karakteristik yang sama. Agen tipe ini biasanya digunakan untuk penelitian awal yang melibatkan banyak agen. Agen tipe kedua adalah dengan ketepatan menengah (*medium fidelity*). Pada tipe ini dilakukan beberapa penyesuaian pada agen agar secara umum agen dapat mewakili keadaan pada dunia nyata. Pembuatan agen pada tipe ketiga dengan ketepatan tinggi (*high fidelity*) dilakukan dengan membuat agen yang sedapat mungkin mewakili keadaan pada dunia nyata. Pada tipe *high fidelity* ini, sifat agen berubah sesuai dengan apa yang dihadapinya. Agen dapat mengambil keputusan berdasarkan pengalaman yang telah lalu dan berdasarkan kondisi yang dihadapinya.

Menurut Axelroad (2003:6), pemodelan berbasis agen (ABM) adalah suatu tipe simulasi yang penting dalam ilmu sosial dan merupakan hasil interaksi antar banyak agen yang akan memunculkan sifat baru karena interaksi seperti diungkapkan dalam tulisan berikut: “*An important type of simulation in the social sciences is “agent-based modeling.” This type of simulation is characterized by the existence of many agents who interact with each other with little or no central direction. The emergent*

properties of an agent-based model are then the result of "bottom-up" processes, rather than "top-down" direction." (Axelroad, 2003:6). Bila pemodelan dengan *Agent-based* (ABM) dibandingkan dengan pemodelan yang sering digunakan dalam ilmu ekonomi, ada beberapa hal yang berbeda secara signifikan seperti dapat dilihat pada Tabel 1. Sebagai contoh, dalam pemodelan kuantitatif, model adalah tujuan akhir dan solusi yang akan diberikan untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi berdasarkan data yang didapat dari lapangan (misal data hasil survey), sedangkan dalam pemodelan *agent-based*, model yang dibuat dengan meniru perilaku dunia nyata adalah langkah awal dalam penelitian, model *agent-based* tadi digunakan untuk bereksperimen dan menghasilkan data empirik yang akan diuji lebih lanjut. Menurut Koesrindartoto dan Testfatsion (2004:3) faktor utama pembeda antara pemodelan agent-based dengan tipe pemodelan kuantitatif yang lain adalah *agent autonomy*, interaksi antar agen yang akan memecahkan masalah yang dihadapi sebagai berikut: *"The key distinction between Agent-Based Computational Economics (ACE) modeling and other types of quantitative economic modeling is agent autonomy. Agents in ACE models are encapsulated software entities capable of reactivity, social communication, goal-directed learning, and - most important of all - self-activation and self-determinism on the basis of private internal processes"*. (Koesrindartoto dan Testfatsion 2004:3).

Tabel 1. Perbandingan Pemodelan Kuantitatif dengan ABM

<i>Pemodelan Kuantitatif</i>	<i>Ekonomi Secara</i>	<i>Pemodelan dengan Agent Based (ABM)</i>
Model dibangun untuk menyederhanakan permasalahan	untuk	Model dibangun untuk mengungkapkan permasalahan dengan pendekatan dari bawah ke atas (<i>bottom up approach</i>), Twomey dan Cadman (2002:56)
Model dihasilkan dari pengolahan data empirik (seperti data hasil survey)		Model adalah langkah awal untuk menghasilkan data empirik, simulasi yang dijalankan dengan model akan menghasilkan data empirik, Axelroad dan Tesfatsion (2005:4)
Model yang dibuat untuk memecahkan masalah yang dihadapi		Bukan model yang menyelesaikan masalah tetapi agen-agen dalam model yang akan memecahkan masalah yang dihadapi, Bonabeau (2002:7280)
Model yang dibuat adalah hasil akhir dari penelitian		Model yang dibuat adalah langkah awal dari penelitian, Bryson et al. (2005:1)

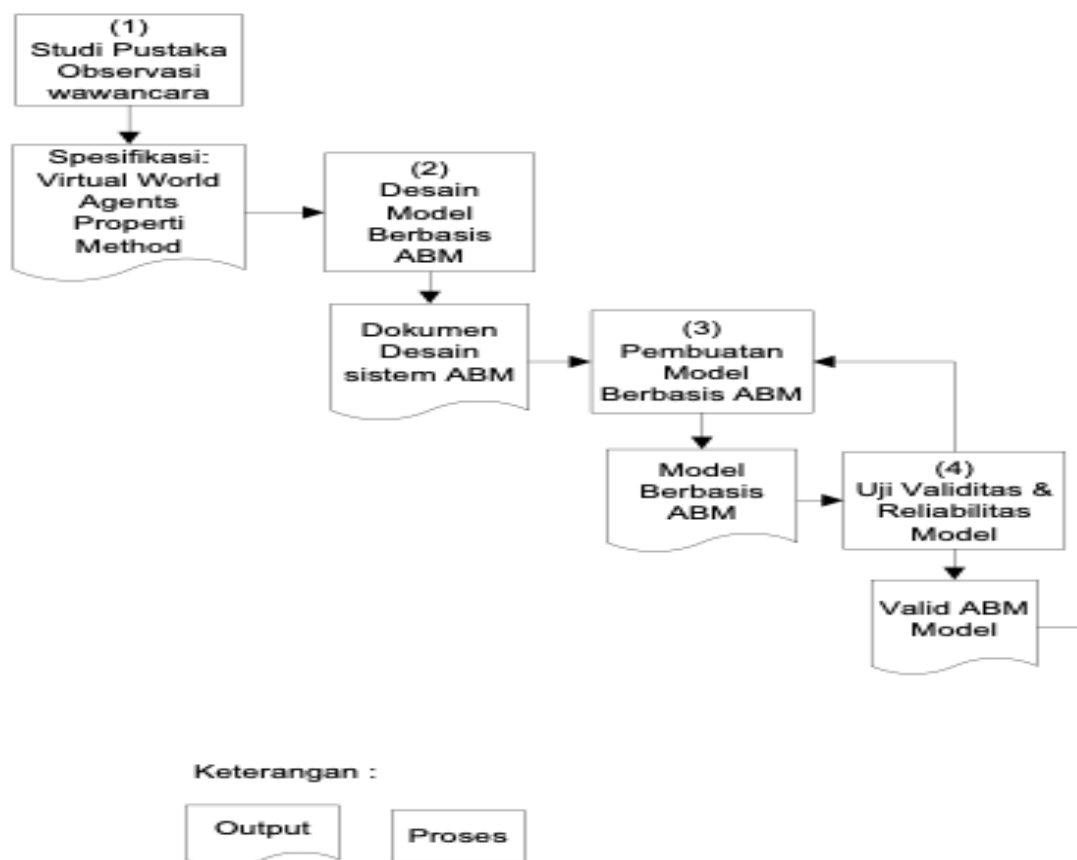
III. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimen, yaitu pembuatan dunia maya (Virtual world) untuk pemodelan perilaku konsumen dengan menggunakan *Agent-Based Modeling* (ABM). Pada penelitian ini, dunia maya berbasis agen (ABM) dibangun untuk mensimulasi, menganalisis dan mengetahui hubungan antara kinerja komunikasi pemasaran yang dilakukan oleh operator telekomunikasi selular dan kelompok rujukan terhadap perubahan perilaku konsumen dan pengaruhnya terhadap tingkat penerimaan konsumen. *Platform* software yang dapat digunakan untuk membangun pemodelan berbasis agen adalah Netlogo. Berdasarkan penelitian awal setelah mencoba berbagai *platform* ABM, *platform* yang digunakan untuk penelitian ini adalah NetLogo 4.0.2 *Extension*

API version: 4.0, Java VM: 1.5.0_11 (Sun Microsystems Inc.; 1.5.0_11-b03), operating system: Windows XP 5.1 (x86 processor).

Platform NetLogo ini digunakan untuk membuat suatu sistem pasar yang mewakili kondisi pasar berdasarkan pelayanan yang sudah ada di operator telekomunikasi. Setelah dilakukan validasi, baik validasi secara internal dan validasi eksternal, ABM dipakai untuk mensimulasi bagaimana pengaruh kinerja komunikasi pemasaran dan kelompok rujukan terhadap perubahan perilaku dan tingkat penerimaan konsumen terhadap pelayanan jasa BARU untuk semua operator telekomunikasi selular

Disain penelitian ini menggunakan desain kuantitatif dengan metode eksperimental. Jenis penelitian ini adalah deskriptif, verifikatif dan prediktif dimana penelitian deskriptif adalah penelitian yang bertujuan memperoleh gambaran tentang pembuatan model perilaku konsumen dengan menggunakan pendekatan berbasis agen (ABM) dan verifikatif adalah penelitian yang bertujuan memverifikasi model yang dibuat dengan membandingkan hasil keluaran model dengan data yang ada di dunia nyata. Penelitian prediktif merupakan penelitian yang bertujuan untuk mensimulasi, menganalisis dan mengetahui pengaruh kinerja komunikasi pemasaran, kelompok rujukan, terhadap perubahan perilaku konsumen artifisial (konsumat) dan pengaruhnya kepada tingkat penerimaan konsumat terhadap pelayanan, apabila kondisi lingkungan pengguna dan parameter independen variabel diubah-ubah. Secara umum eksperimen dengan menggunakan platform Agent Based Modeling dilakukan dalam 4 (empat) tahapan seperti dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Langkah-Langkah Penelitian dengan Menggunakan ABM

Tahap I, Studi Pustaka, Observasi dan Wawancara untuk Pembuatan Spesifikasi Model. Spesifikasi model yang dibuat disesuaikan dengan hasil studi pustaka, wawancara dan observasi. Jenis agen (*entity*), sifat setiap agen (*attribut*) dan interaksi antar agen (*methods*) yang sudah didapat dari hasil studi pustakan, wawancara dan observasi dimasukkan ke dalam rancangan awal model perilaku konsumen yang akan dikembangkan. Tahap II, Desain Sistem, meliputi proses adaptasi spesifikasi yang diinginkan ke dalam platform ABM. Dalam penelitian ini platform ABM yang digunakan adalah Netlogo 4.0.2. Tahap III, Pembuatan Model, merupakan proses yang dilakukan untuk mengimplementasikan desain model perilaku konsumen ke dalam bahasa komputer. Dalam pembuatan model ini dilakukan proses interaktif sampai hasil yang didapat sesuai dengan yang diharapkan. Tahap IV, Uji Validitas dan Reliabilitas Model, sebelum model yang dihasilkan dapat digunakan, model terlebih dahulu diuji validitas dan reliabilitasnya. Validasi ini dilakukan dengan membandingkan data yang ada dari keadaan yang sebenarnya dengan data yang didapat dari hasil pemodelan.

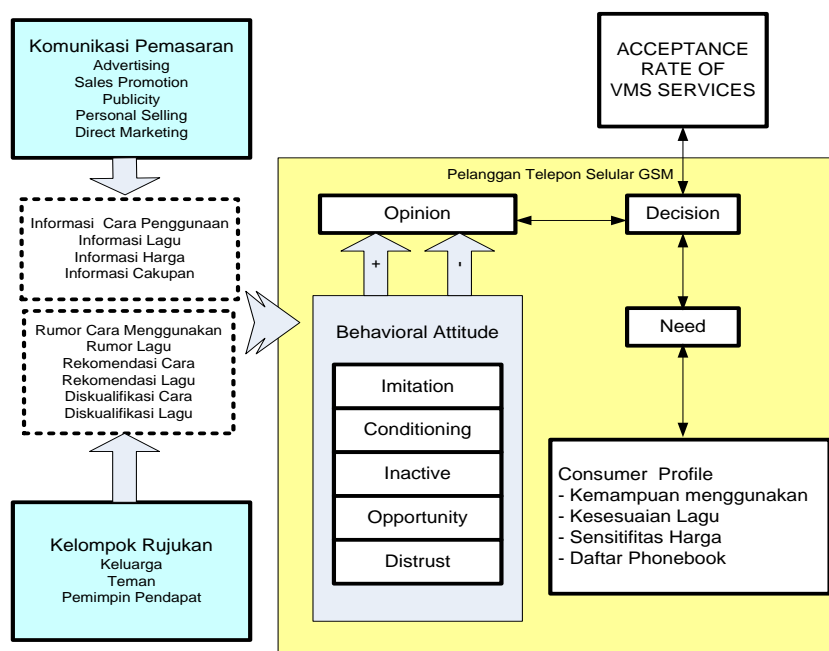
IV. Hasil Dan Pembahasan

Dalam proses eksperimen dengan menggunakan ABM, sebelum eksperimen dilakukan, terlebih dahulu ditentukan faktor-faktor utama sebagai karakteristik dasar dari ABM, seperti : jenis dunia virtual (*virtual world*) tempat agen berinteraksi, jenis agen yang akan digunakan (*agents*), sifat-sifat properti dan atribut dari masing-masing agen (*agent properties and Attribute*), dan cara berhubungan atau berinteraksi antar agen dengan agen yang lain (*agent methods*).

Agar dunia virtual (*virtual world*), agen-agen (*agents*), sifat-sifat properti dan atribut agen (*agent properties and attribut*) dan cara berhubungan antar agen-agen (*agent methods*) menggambarkan keadaan dalam dunia nyata, maka terlebih dahulu diadakan pengamatan (observasi) pada sistem atau pelayanan pada dunia nyata. Pada penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap pelayanan yang digelar oleh operator selular. Pengamatan mendalam dilakukan dengan cara mewawancarai para pemangku kepentingan (*stakeholders*) yang terlibat dalam pelayan, baik secara langsung kepada pelaku bisnis maupun secara acak melalui telepon kepada para konsumen.

Berdasar data tersebut dibangun model virtual perilaku konsumen dengan menggunakan pendekatan *Agent Based Modeling*. Sebagai perbandingan pelayanan SMS (*Short Message Service*) yang ditemukan secara tidak sengaja dengan memanfaatkan kelebihan kanal data pada di awal tahun 90-an, membutuhkan waktu lebih dari 10 tahun untuk diterima dan digunakan secara masal oleh pelanggan telepon selular (Baron et.all 2006:114). Dengan melihat pengalaman pelayanan SMS, bila digunakan pendekatan data pada dunia nyata untuk mengetahui tingkat penerimaan pelayanan baru juga akan dibutuhkan waktu yang lama. Sehingga untuk mempercepat maka model perilaku konsumen berbasis ABM digunakan untuk mensimulasi, memprediksi, menganalisis, mengetahui dan mengantisipasi perubahan perilaku konsumen.

Model dasar perilaku konsumen dalam eksperimen ini dibuat dengan mengacu pada model yang dikembangkan oleh Ben Said, L., et. all., (2002:3) yang kemudian dimodifikasi dan disesuaikan dengan keadaan konsumen seperti dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Model Perilaku Konsumen

Metode agen (*Agent Methods*) adalah cara interaksi dasar dari setiap agen yang didefinisikan pada pembentukan dunia virtual. Metode agen menggambarkan hubungan dan interaksi yang terjadi bila satu agen bertemu dengan agen yang lain di dalam dunia virtual. Interaksi yang terjadi dalam setiap pertemuan antar agen akan berubah secara dinamik tergantung pada kondisi agen pada saat itu, kondisi yang akan dihadapi dan kondisi sebelumnya. Dalam eksperimen ini pelanggan operator telekomunikasi selular merupakan agen yang berupa *turtles*, artinya pelanggan operator telekomunikasi selular dapat bergerak secara acak dan bebas di dalam dunia virtual. Dalam hal ini kinerja komunikasi pemasaran dan kelompok rujukan diwakili oleh nilai (*value*) setiap grid (*patches*) yang ditemui oleh pelanggan dalam setiap pergerakannya. Ada beberapa kemungkinan yang dapat terjadi dalam setiap pergerakan pelanggan yakni :

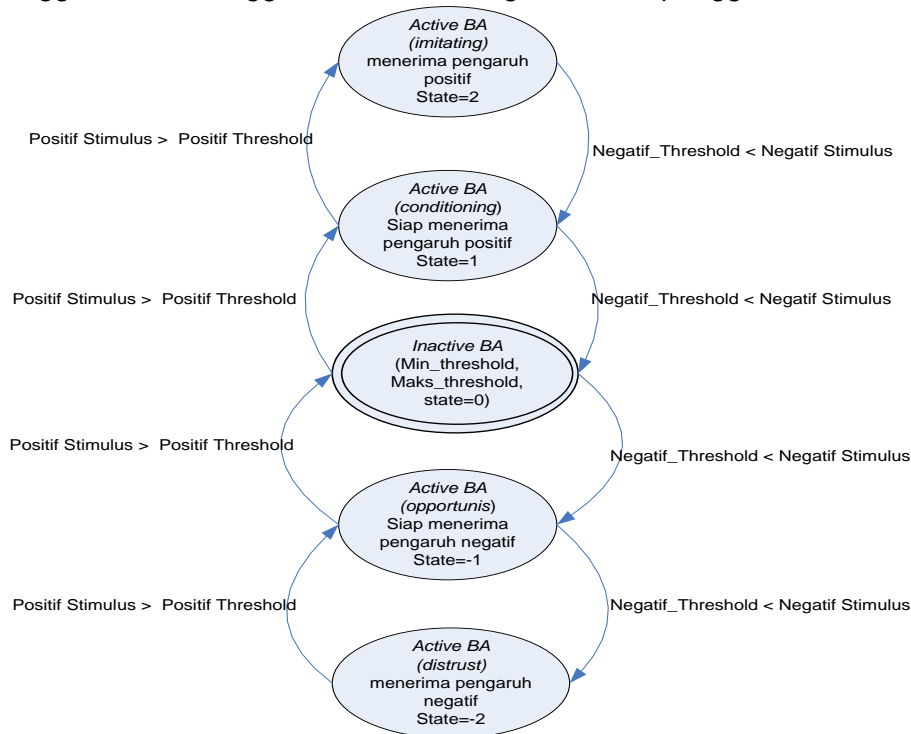
1. Pelanggan operator telekomunikasi selular akan bertemu dengan informasi komunikasi pemasaran yang dilakukan oleh operator telekomunikasi selular .
2. Pelanggan operator telekomunikasi selular akan bertemu dengan kelompok rujukan pada setiap grid dunia virtual yang dilewatinya.
3. Pelanggan operator telekomunikasi selular akan bertemu dengan pelanggan lain dan akan terjadi komunikasi antar pelanggan dan pertukaran informasi.

Terdapat 5 (lima) kondisi perilaku dasar pelanggan operator telekomunikasi selular (*Behaviour Attitude = BA*) sebagai berikut:

1. Kondisi tidak aktif (*inactive behaviour state = 0*)
2. Kondisi siap menerima pengaruh positif dari luar (*positive external stimulus*) yang disebut dengan pengkondisian (*conditioning state = 1*)
3. Kondisi menerima dan meniru pengaruh positif dari luar dan disebut kondisi peniruan (*imitating state = 2*)
4. Kondisi ketika siap menerima pengaruh negatif dari luar (*negative external stimulus*) dan disebut kondisi oportunistis (*opportunism state = -1*)

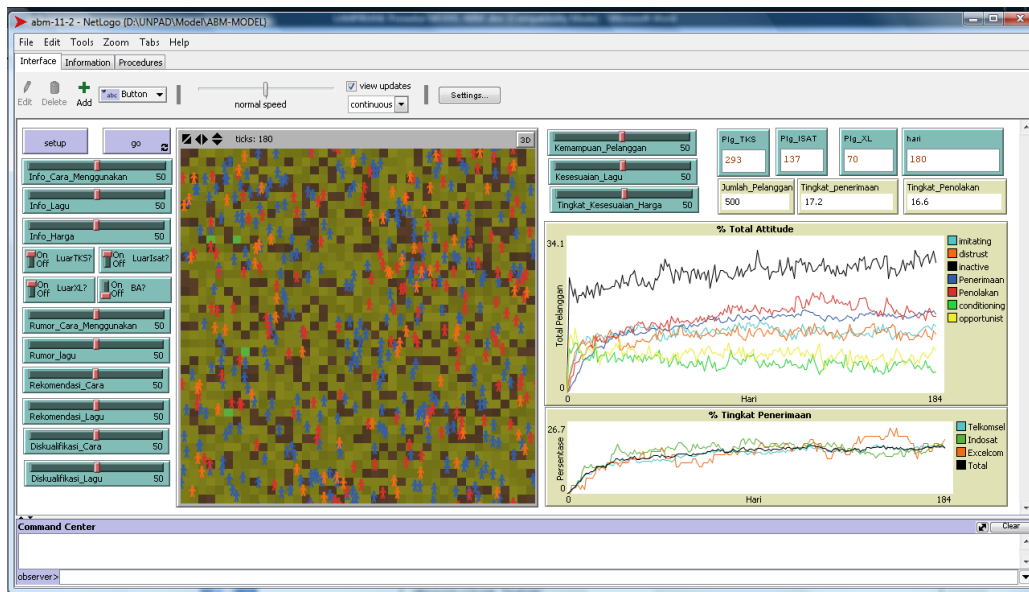
5. Kondisi menerima dan meniru pengaruh negatif dari luar akibat dan disebut kondisi tidak percaya (*distrust state = -2*)

Pelanggan akan berperilaku tergantung pada kondisi mereka pada saat itu dan kondisi yang akan dihadapi dibandingkan dengan *threshold* yang ada pada masing-masing pelanggan. Secara umum bila pelanggan bertemu dengan informasi positif, seperti komunikasi pemasaran dan rekomendasi dari kelompok rujukan maka pelanggan akan membandingkan pengaruh positif tersebut dengan *threshold* positif yang ada pada dirinya. Bila nilai (*value*) dari trigger positif lebih besar dari *threshold* positifnya maka pelanggan akan berubah statusnya yakni pindah ke tingkatan yang lebih tinggi. Sebagai contoh, bila ada informasi cara penggunaan yang lebih mudah dari *threshold* positif kemampuan pelanggan untuk menggunakan maka tingkatan cara penggunaan akan naik satu tingkat.



Gambar 3. Metode Perubahan Perilaku Pelanggan

Sebaliknya bila pelanggan bertemu dengan pengaruh negatif, seperti rumor atau diskualifikasi maka pelanggan akan membandingkan besaran pengaruh negatif tadi dengan *threshold* negatif yang ada pada dirinya. Bila stimulus negatif lebih besar dari pada *threshold* negatif maka pelanggan akan berubah status, yakni pindah ke tingkatan yang lebih rendah. Sebagai contoh apabila terdapat rumor bahwa cara menggunakan pelayanan lebih sulit daripada kemampuan pelanggan (*threshold* negatif) untuk menggunakan pelayanan maka tingkatan kemampuan penggunaan pelayanan akan turun satu tingkat. Metode perubahan perilaku pelanggan yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 3. Secara umum tampilan model ABM yang digunakan pada eksperimen terdiri dari parameter-parameter masukan, dunia virtual tempat terjadi interaksi antar agen dan parameter-parameter keluaran model, seperti dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan Model ABM

Dalam rangka uji validitas untuk *agent based modeling* menurut Axelrod (2003:9) ada dua hal utama yang harus dilakukan yaitu uji validitas internal (*Internal validity*) dan uji validitas eksternal (*external validity*). Validasi internal dilakukan untuk mengecek apakah program komputer yang dibuat sudah benar dan berjalan dengan baik, sedangkan validasi eksternal dilakukan untuk membandingkan antara model yang dibuat dengan keadaan yang sebenarnya. Tujuan validitas internal adalah menjamin bahwa program yang dibuat berjalan sesuai dengan yang diinginkan. *Internal validity* dilakukan untuk membedakan apakah hasil yang dikeluarkan muncul karena interaksi antar agen, atau karena kesalahan pemrograman.

Dalam penelitian ini validasi internal dilakukan pada setiap langkah pembuatan program, mulai dari desain dunia virtual berupa model perilaku konsumen sampai dengan implementasi program. Desain juga harus di validasi agar prosedur agen yang digunakan sudah mewakili keadaan yang sebenarnya.

Validitas eksternal dilakukan agar *virtual world* yang berasal dari model ABM sesuai dengan keadaan di dunia nyata. Menurut Troitzsch (2004: 2) validasi eksternal mengacu kepada kesesuaian dan keakuratan model komputer dengan data di dunia nyata. Uji validitas eksternal dilakukan dengan melakukan uji validitas positif dan uji validitas negatif. Uji validitas positif dilakukan dengan cara memberikan parameter masukan positif. Model dinyatakan lulus uji validitas positif bila secara statistik (uji T-test) tingkat penerimaan terhadap pelayanan mendekati 100 % dan tingkat penolakan terhadap pelayan mendekati 0%. Selanjutnya uji validitas negative dilakukan dengan memberikan parameter masukkan negatif. Model dianggap lulus uji validitas negatif bila secara statistik (uji T-test) tingkat penerimaan terhadap pelayanan mendekati 0% dan tingkat penolakan terhadap pelayan mendekati 100%.

Dari hasil uji validitas eksternal dapat dilihat bahwa untuk semua item uji, baik untuk pengujian validitas positif yang dilakukan sebanyak 7776 kali maupun pengujian dengan validitas negatif yang dilakukan sebanyak 1296 kali percobaan, secara uji statistik tidak ada perbedaan yang signifikan antara data yang dihasilkan oleh model perilaku konsumen berbasis dunia virtual ABM dengan data

yang diharapkan pada dunia nyata. Atau dengan kata lain data yang dihasilkan oleh model perilaku konsumen berbasis ABM secara statistik sama dengan data yang diharapkan pada dunia nyata.

Tabel 2. Hasil Uji Validitas Eksternal

Uji	Target	Target P _{value}	T-Test P _{value}	Kesimpulan
Uji Validitas Positif 7776 kali percobaan				
• Tingkat Penerimaan	100%	$P \geq 0.05$	0.317	P _{value} tidak significant, tidak ada perbedaan antara hasil percobaan dengan target
• Tingkat Penolakan	0%	$P \geq 0.05$	0.317	P _{value} tidak significant, tidak ada perbedaan antara hasil percobaan dengan target
Uji Validitas Negatif 1296 kali percobaan				
• Tingkat Penerimaan	0%	$P \geq 0.05$	0.317	P _{value} tidak significant, tidak ada perbedaan antara hasil percobaan dengan target
• Tingkat Penolakan	100%	$P \geq 0.05$	0.318	P _{value} tidak significant, tidak ada perbedaan antara hasil percobaan dengan target

Catatan: P_{Value} batas kritis = 0.05

Jadi dapat disimpulkan bahwa model yang dihasilkan mempunyai validitas eksternal yang baik. Hal ini sejalan dengan pernyataan Knepell dan Arangno dalam proceeding Troitzsch (2004: 2) yang menyatakan Validasi eksternal mengacu kepada kesesuaian dan keakuratan model komputer dengan data di dunia nyata. Hal senada diungkapkan oleh Carley (1996:2) yang menyatakan bahwa : *External validity refers to the adequacy and accuracy of the computational model in matching real world data.*"

Hasil uji reliabilitas dengan menggunakan SPSS 16.0 dengan metode Cronbach's Alpha terhadap model perilaku konsumen berbasis dunia virtual ABM dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Reliabilitas

Uji	Target	Hasil pengujian	Kesimpulan
Reliabilitas untuk 8096 kali percobaan	$\alpha \geq 0,70$	0.806	Koefisien alpha Cronbach > dari 0,70 berarti Model memiliki reliabilitas yang baik

Pengujian reliabilitas untuk data yang didapat dari 8098 kali percobaan dengan 20 variabel uji didapat hasil koefisien alfa sebesar 0.806. Menurut Hair Anderson (1998:88) suatu instrumen penelitian diindikasikan memiliki reliabilitas yang memadai jika koefisien alpha Cronbach lebih besar atau sama dengan 0,70. Bila dibandingkan antara hasil pengujian dengan SPSS dan target koefisien alpha, diketahui bahwa koefisien alpha yang didapat dari hasil pengujian data model perilaku konsumen berbasis dunia virtual ABM jauh lebih besar dari pada 0,70. Maka dapat disimpulkan bahwa model perilaku konsumen berbasis dunia virtual ABM menghasilkan data yang reliabel. Atau dengan kata lain instrumen pengumpul data model perilaku konsumen berbasis ABM yang dibangun mempunyai reliabilitas yang cukup tinggi. Kesimpulan hasil uji validitas dan reliabilitas model dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas

Uji	Target	Hasil	Kesimpulan
Validitas Internal	Error = 0	Error = 0	Model perilaku konsumen berjalan dengan baik sesuai keinginan tanpa error p _{value} tidak signifikan: tidak ada perbedaan antara data yang dihasilkan model dengan data di dunia nyata, 0.806 > 0.70 : Data yang dihasilkan model memiliki reliabilitas yang baik, sehingga H ₀ diterima dan H ₁ ditolak, artinya model dapat menggambarkan hubungan antara kinerja komunikasi pemasaran, kelompok rujukan, perubahan perilaku konsumen dan tingkat penerimaan
Validitas Eksternal	p _{value} ≥ 0.01	p _{value} = 0.317	
Reliabilitas Model	α ≥ 0,70	α = 0.806	

Dari hasil uji validitas, baik validitas internal maupun validitas eksternal, serta uji reliabilitas didapat hasil bahwa model perilaku konsumen yang dibangun dengan ABM menghasilkan data yang valid dan reliabel. Model yang dihasilkan dapat menggambarkan hubungan antara kinerja komunikasi pemasaran, kelompok rujukan, perubahan perilaku konsumen dan tingkat penerimaan pada pelanggan operator telekomunikasi selular dengan menggunakan metode Agent Based Modeling (ABM). Hasil penelitian ini sejalan dengan pendapat Twomey dan Cadman (2002:56) yang mengatakan bahwa ABM dapat digunakan untuk mendapatkan pemahaman mengenai suatu sistem dengan membangun agen yang dirancang untuk meniru secara detil atribut dan perilaku agen di alam nyata. Metode ABM berguna untuk menghasilkan simulasi yang dapat digunakan untuk tujuan eksplanatori, exploratori dan prediksi. Pendapat yang sama juga dinyatakan oleh Bryson et al. (2005:1) dalam tulisannya tentang *"Agent-based models as scientific methodology"* yang menyatakan bahwa ABM adalah suatu metode penelitian yang digunakan untuk menguji pengaruh gabungan dari perilaku yang dilakukan setiap individu sebagai berikut: *"Agent Based Modeling (ABM) is a method for testing the collective effects of individual action selection. More generally, ABM allows the examination of macro-level effects from micro-level behaviour."* (Bryson et al. 2005:1). Dan hal yang sama diungkap oleh Bonabeau (2002: 7280) yang menyatakan bahwa ABM adalah alat simulasi yang sangat powerful yang dapat digunakan untuk mensimulasikan dunia problem bisnis di alam nyata sebagai berikut : *"Agent-based modeling is a powerful simulation modeling technique that has seen a number of applications in the last few years, including applications to real-world business problems"*.

V. Penutup

Hasil eksperimen pada pengembangan dunia maya (virtual world) berbasis *Agent based Modeling (ABM)* untuk pemodelan perilaku konsumen); model perilaku konsumen yang dikembangkan berdasarkan pengamatan pada operator selular dan wawancara secara acak kepada pengguna layanan di operator telekomunikasi selular dengan menggunakan metode *Agent Based Modeling (ABM)* dapat menghasilkan model yang valid dan reliabel. Model dapat menghasilkan informasi yang secara statistik tidak berbeda dengan informasi pada dunia nyata. Model yang dibangun juga dapat menggambarkan hubungan antara kinerja komunikasi pemasaran, kelompok rujukan, perubahan perilaku konsumen dan tingkat penerimaan layanan pada pelanggan artifisial operator telekomunikasi selular di Indonesia.

Duni maya berbasis ABM dapat dijadikan sebagai alat bantu untuk mempercepat proses penelitian pada fenomena-fenomena yang belum bisa dilakukan langsung di alam nyata, fenomena tersebut dapat diteliti di dalam dunia virtual ABM dengan memanfaatkan sifat **autonomous agents** yang dirancang untuk mensimulasikan alam nyata tersebut, dengan memberikan kondisi-kondisi seperti yang kita harapkan terjadi sehingga memunculkan **emergent properties**.

Model Perilaku konsumen berbasis *Agent Based Modeling* dapat digunakan alat bantu analisis penelitian secara metodologis dalam bidang ilmu manajemen, khususnya ilmu manajemen pemasaran. Model perilaku konsumen berbasis ABM yang dibuat di dalam penelitian ini fokus pada jasa pelayanan tambahan, model yang sama dapat dikembangkan untuk penelitian lebih lanjut pada jasa nilai tambah yang lain.

Sedangkan bagi praktisi dan pengusaha model perilaku konsumen berbasis ABM dapat digunakan untuk alat simulasi, perencanaan dan analisis untuk pengujian prototif produk atau pelayanan jasa sebelum diimplementasikan di dunia nyata. Di dalam *virtual world* ABM dapat disimulasikan berbagai kemungkinan yang akan dihadapi oleh operator telekomunikasi Selular di dunia nyata. Model perilaku konsumen berbasis ABM dapat digunakan untuk melihat sikap konsumen terhadap produk baru yang akan diluncurkan atau melihat perubahan sikap konsumen dalam setiap perubahan komunikasi pemasaran yang dilakukan oleh operator telekomunikasi selular. Model perilaku konsumen berbasis ABM dapat digunakan oleh operator telekomunikasi selula untuk mengantisipasi perubahan pasar dan perubahan kebijakan terhadap tingkat penerimaan konsumen. Sehingga operator telekomunikasi selular dapat menentukan strategi dan kebijakan yang paling tepat disesuaikan dengan perubahan yang terjadi di pasar, termasuk antisipasi terhadap perubahan strategi yang dilakukan oleh operator lain.

Daftar Pustaka

- Axelrod, Robert. 2003. *Advancing the Art of Simulation in the Social Sciences*. University of Michigan, Japanese Journal for Management Information System, Special Issue on Agent-Based Modeling, Vol. 12, No. 3, Dec. 2003.
- _____ dan Light Tesfatsion. 2005. *A guide for Newcomers to Agent-based Modeling in the Social Sciences*. University of Michigan. Melalui, [http://www.econ.iastate.edu/tesfatsi/ace.htm\[27/6/2006\]](http://www.econ.iastate.edu/tesfatsi/ace.htm[27/6/2006]), hlm 1-13.
- Baron, S. ett. all. 2006. *Beyond Technology Acceptance: Understanding Consumer Practice*, *International Journal of Service Industry Management*, Vol. 17 No.2, 2006, hlm.111-135.
- Ben Said, L, ett. all. 2002. *Multi Agent Based Simulation of Consumer Behaviour: Towards a New Marketing Approach*. France France: Telecom FTR&D
- Best, Roger. 2000. *Marketing Base Management*. second edition, New York: Prentice Hall, hlm 215-216.
- Bonabeau, Eric. 2006. *Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems*. Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America. Hlm. 7280-7287
- Bryson, J., Joanna. ett. all. 2005. *Agent-based models as scientific methodology: A case study analysing primate social behaviour*. Artificial models of natural Intelligence, Department of Computer Science, University of Bath, Bath, BA2 7AY. UK
- Carley, M., Kathleen. 1996. *Validating Computational Models*. Working Paper. Carnegie Mellon University.
- Hair, JR. Joseph F. ett. all. 1998. *Multivariate Data Analysis*. Fifth Edition. New Jersey:Prentice-hall Int.
- Herjee, Kaisat B. ett. all. 2007. *Annual Report 2006*. PT Indosat tbk. United States Securities and Exchange Commssion. Washinton D.C. 20549

- Janssen, M., dan Wander Jager. 1999. *An Integrated Approach to Simulating Behaviour Process: A Case Study of the Lock-in of Consumption Patterns*. Journal of Artificial Societies and Social Simulation vol. 2. No.2. Melalui, <<http://www.soc.surrey.ac.uk/jass/2/2/2.html>>[7/4/2007]
- Koesrindartoto, P., Deddy dan Testfation. 2004. *Testing the Reliability of FERC's Wholesale Power Market Platform : An Agent-Based Computational Economics Approach*. Department of Economics Iowa State University. Ames. Iowa
- Lewin, Roger. 1999. *Complexity: Life at the Edge of Chaos*. Chicago IL:University of Chicago Press.
- Peter, J. Paul dan Jerry C. Olson. 2005. *Consumer Behavior and Marketing Strategy*. New York : McGraw-Hill/Irwin Series in Marketing.
- Saggau, Volker. 2005. *Agent-based modelling for investigating consumer behaviour in risky markets –the case of food scares*. Dissertation Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. <http://e-diss.uni-kiel.de/agrar-fak.html>
- Schelling, Thomas C. 1978. *Micromotives and Macrobehavior*. New York: Norton, hlm. 137-157.
- _____. 2007. *The Schelling Segregation Model Demonstration Software*. Melalui, <http://www.econ.iastate.edu/tesfatsi/demos/schelling/schellhp.htm> [4/2/06]
- Schiffman. Leon G dan Leslie Lazar Kanuk. 2000. *Consumer Behavior*, New York: Prentice Hall.
- Tesfatsion, L. 2002. *Agent-Based Computational Economics: Growing Economics from the Bottom Up*. Department of Economics. Iowa State University. ISU Economics Working Paper No. 1, 15 March 2002. Ames, Iowa.
- Troisi, A. ett. all. 2005. *An agent-based approach for modeling molecular self-organization*. PNAS January 11, 2005 . Vol. 102 no. 2 . Hlm 257-260
- Troitzsch, G. Klaus. 2004. *Validating Simulation Models*. Proceedings of the 18th European Simulation Multiconference, SCS Europe.
- Twomwy, P., dan Ricard Cadman. 2002. *Agent-Based Modeling of customer behaviour in the telecoms and media market*. London: Journal Emerald, hlm. 56-63.