

Pemodelan dan Simulasi Berbasis Agen untuk Sistem Kegiatan *Urban Farming* Komunitas Bandung Berkebun*

SENOAJI WIDIANTO, CAHYADI NUGRAHA, KHURIA AMILA

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: senoaji.widianto@gmail.com

ABSTRAK

Ketahanan pangan telah menjadi fokus utama dunia. Salah satu cara untuk mendukung ketahanan pangan adalah dengan melakukan kegiatan urban farming. Di daerah Bandung, kegiatan urban farming dipelopori oleh komunitas Bandung Berkebun. Untuk menganalisis bagaimana dampak dari kegiatan komunitas ini dibutuhkan alat analisis berupa model simulasi prediktif. Makalah ini menyajikan metode AgentBased Modeling & Simulation untuk memodelkan aktivitas komunitas Bandung Berkebun. Metode ini memodelkan interaksi setiap agen/entitas yang ada dalam sistem komunitas Bandung Berkebun sesuai dengan atribut dan perilakunya masing-masing. Dengan model ini dapat dilihat efek dari parameter-parameter entitas sistem misalnya intensitas kampanye, cuaca, dan lain-lain. Output dari model simulasi menunjukkan bahwa perkembangan kegiatan komunitas ini bergantung pada intensitas program kerja, kampanye, dan ketersediaan lahan untuk berkebun, serta kegiatan ini dapat membantu menambah pasokan sayuran bagi masyarakat Bandung.

Kata kunci: Ketahanan Pangan, Urban Farming, Agent-Based Modeling & Simulation

ABSTRACT

Food security has become a major focus of the world. One way to support food security is to do urban farming activities. In Bandung, urban farming activities spearheaded by the Bandung Berkebun Community. To analyze the impact of these community-activities, it is necessary to use analytical tools such as predictive simulation models. This paper presents Agent Based Modeling & Simulation method to model the community activities. The method models the interaction among agents/entities in Bandung Berkebun Community system according to its attributes and behaviours. This model can show us the effect of system parameters such as the intensity of campaign, weather, etc. The output of the simulation model suggests that the growth of this community activities depends on the intensity of community programs, campaigns, and the availability of land for gardening, and these activities can help to increase the supply of vegetables for the people of Bandung.

Keywords: Food Security, Urban Farming, Agent-Based Modeling & Simulation

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

1. PENDAHULUAN

1.1 Pengantar

Salah satu masalah yang menjadi fokus utama dunia adalah masalah ketahanan pangan. Menurut *Food and Agriculture Organization* (FAO) dan *World Health Organization* (WHO) dalam *World Food Summit* 1996, ketahanan pangan berarti akses setiap rumah tangga atau individu untuk dapat memperoleh pangan setiap waktu untuk keperluan hidup yang sehat. Sesuai dengan artikel pada situs *Voice Of America*, bahwa FAO mendesak ditingkatkannya kerjasama dalam koordinasi pasar-pasar pertanian demi menjamin ketahanan pangan. Isu ketahanan pangan ini dimasukkan oleh Dewan Riset Nasional kedalam Agenda Riset Nasional 2010-2013.

Menurut Jatta (2013), *urban farming* dapat memegang peranan penting dalam menyelesaikan permasalahan ketahanan pangan di negara-negara berkembang. Sebuah komunitas bernama Bandung Berkebun ingin berkontribusi mendukung isu ketahanan pangan ini lewat kegiatan *urban farming*. Namun kegiatan *urban farming* ini belum teruji dan masih perlu dilihat dampaknya seperti apa. Untuk menganalisis dampak dari kegiatan *urban farming* terhadap ketahanan pangan, perlu disediakan alat analisis yang baik. Kegiatan komunitas ini menjadi kompleks karena ada interdependensi antar komponen sistem yang saling memberikan umpan balik. Kompleksitas sistem kegiatan *urban farming* mengindikasikan dibutuhkan pemodelan sistem tersebut.

Pemodelan system merupakan alat bantu analisis dan pengambilan keputusan. Salah satu jenis pemodelan dan simulasi adalah *Agent Based Modeling & Simulation* (ABMS) yaitu suatu pemodelan yang menggambarkan suatu subyek secara terperinci dimana system terbangun oleh perilaku tiap komponen sistem yang saling berinteraksi yang jumlahnya relative banyak. ABMS merupakan suatu metode pemodelan yang dapat digunakan untuk menggambarkan suatu sistem yang kompleks, dengan pendekatan dari bawah ke atas (*bottom-up*), serta terdiri dari agen-agen yang memiliki karakteristik dan perilaku yang saling mempengaruhi (North & Macal, 2007).

1.2 Identifikasi Masalah

Model simulasi untuk kegiatan ini perlu dirancang karena permasalahan yang ada tidak dapat diselesaikan dengan perhitungan matematis biasa. Sampai saat ini, belum ada model yang menggambarkan kegiatan komunitas ini terkait ketahanan pangan. Untuk dapat menggambarkan kegiatan komunitas Bandung Berkebun dibutuhkan sebuah model simulasi prediktif berbasis agen yang valid dan representatif.

Tujuan penelitian yang dilakukan adalah untuk menghasilkan model simulasi berbasis agen yang valid untuk masalah pertumbuhan kegiatan komunitas Bandung Berkebun dan pengaruhnya terhadap ketersediaan pangan sayuran pada wilayah Bandung dengan menggunakan model simulasi berbasis agen. Cakupan wilayah model adalah Kota Bandung dan kegiatan berkebun sayuran dilakukan pada tanah konvensional, pagar, atap, dan dinding.

2. STUDI LITERATUR

2.1 Sayuran

Sayuran merupakan sebutan umum bagi bahan pangan asal tumbuhan yang biasanya mengandung kadar air tinggi dan dikonsumsi dalam keadaan segar atau setelah diolah secara minimal. *World Health Organization* (WHO) pada program *WHO Fruit and Vegetable*

Promotion 2003 menjelaskan bahwa sayuran memiliki kemampuan proteksi dari segala macam jenis kanker.

Mengutip dari penelitian Firdaus (2008), *Food and Drug Administration*(FDA) menjelaskan minimal konsumsi sayuran yaitu 3-5 porsi per orang atau sekitar 225-375 gram per orang per hari. Bila mengacu pada piramida makanan, sayuran menempati tingkatan kedua setelah karbohidrat. Hal ini menunjukkan bahwa sayuran memegang peranan yang penting dalam ketahanan pangan.

2.2 Model dan Simulasi

Model didefinisikan sebagai suatu perwakilan atau abstraksi dari sebuah objek atau situasi aktual (Daellenbach, 1994). Model memperlihatkan hubungan-hubungan langsung maupun tidak langsung serta kaitan timbal balik dalam istilah sebab akibat. Simulasi merupakan suatu alat analisis yang handal untuk merencanakan, mendesain, dan mengontrol proses sistem yang kompleks. Dallenbac Tingkat abstraksi atau kerumitan dari suatu pemodelan sistem beragam tergantung dari sistem apa yang akan dimodelkan. Tingkat abstraksi dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu level tingkat detail tinggi, level tingkat detail sedang dan level tingkat detail rendah (Borshev & Fillipov, 2004).

Pendekatan yang umum digunakan dalam pemodelan simulasi adalah *System Dynamics* (SD), *Discrete Event* (DE), dan Agent Based (AB). SD dan DE merupakan pendekatan yang sudah ada sejak lama sedangkan AB masih relatif baru (Borshev & Fillipov, 2004). AB bisa digunakan untuk semua tingkat abstraksi.

2.3 Agent-based Modeling and Simulation (ABMS)

ABMS merupakan suatu metode pemodelan yang dapat digunakan untuk menggambarkan suatu sistem yang kompleks, dengan pendekatan dari bawah ke atas (*bottom-up*), serta terdiri dari agen-agen yang memiliki karakteristik dan perilaku yang saling mempengaruhi (North, & Macal, 2007). Pemodelan ABMS dilakukan dengan cara mengidentifikasi agen-agen yang terlibat dalam sistem dan mengidentifikasi atribut-atribut dari setiap agen. Setiap agen memiliki sifat dan perilakunya masing-masing. *Output* yang dihasilkan dipengaruhi oleh interaksi yang dilakukan oleh agen-agen dalam sistem.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian akan menjelaskan mengenai langkah-langkah yang harus dilakukan untuk mendapatkan solusi dari masalah dalam penelitian yang dilakukan. Metodologi penelitian yang digunakan terbagi menjadi sepuluh tahapan. Berikut ini penjelasan dari setiap tahapan:

(i) Tahapan Identifikasi Masalah

Pada tahap ini akan dijelaskan secara menyeluruh masalah apa yang diangkat dalam penelitian ini baik tujuan apa yang ingin dicapai dalam kegiatan *urban farming* ini, permasalahan yang timbul, pihak-pihak yang terlibat, dan efek-efek yang akan ditimbulkan. Dikarenakan keberagaman perilaku dan interaksi elemen-elemen yang membentuk sistem, maka metode ABMS cocok untuk memodelkan permasalahan ini.

(ii) Tahapan Studi Literatur

Dalam studi literatur akan dijelaskan mengenai sayuran hijau, ketahanan pangan, dan pemodelan, dan simulasi khususnya *Agent Based Modeling Simulation* (ABMS).

- (iii) **Tahapan Identifikasi Sistem**
Pada tahap ini akan dijelaskan masalah apa yang diangkat dan bagaimana kegiatan komunitas Bandung Berkebun dapat berperan menyelesaikan masalah tersebut.
- (iv) **Tahapan Penentuan *Output* Model Dan Variabel-Variabel Dalam Model**
Pada tahap ini akan ditentukan variable apa saja yang dapat mempengaruhi *output* dari model yang dikembangkan. Variabel-variabel dalam model dibutuhkan untuk menentukan *output* dari model yang telah dirancang. *Output* akan memberikan gambaran dari sebuah model yang telah dibuat sehingga dapat memberikan informasi yang diinginkan pembuat model.
- (v) **Tahapan Identifikasi Agen**
Pada tahap ini akan dijelaskan agen-agen apa saja yang terlibat dalam kegiatan *urban farming* ini. Agen-agen tersebut memiliki sifat, perilaku, dan keputusannya masing-masing, dan hal-hal tersebut mempengaruhi jalannya system tersebut.
- (vi) **Tahapan Identifikasi Atribut Dan Perilaku Agen**
Pada tahap ini akan dijelaskan lebih mendalam mengenai agen-agen yang terlibat. Atribut dari setiap agen akan ditentukan pada tahap ini sebagai proses pembentukan suatu agen yang utuh dan individu.
- (vii) **Tahapan Parameterisasi Model**
Pada tahap ini akan ditentukan parameter-parameter yang mempengaruhi model. Parameter merupakan data-data yang dibutuhkan untuk membuat model simulasi berjalan dengan efektif. Parameter model dalam penelitian ini didapatkan dengan cara mencari data-data yang diperlukan ke Badan Pusat Statistik, wawancara dengan penggiat komunitas Bandung Berkebun, dan estimasi berdasarkan sudut pandang pembuat model.
- (viii) **Tahapan Implementasi Rancangan Model**
Pada tahap ini akan coba diintergrasikan hasil rancangan model dengan *software* simulasi. *Software* yang akan digunakan adalah *Visual Basic* 2008.
- (ix) **Tahapan Pengujian Model Dan Analisis**
Pada tahap ini akan dilakukan pengujian model yang sudah diintegrasikan dengan *software*. Setelah model mengeluarkan *output* yang diinginkan, maka akan dilakukan analisis terhadap *output* model. Pengujian dilakukan dengan teknik *Extreme Condition Test* dan *Behavior Anomaly Test*.
- (x) **Tahapan Penarikan Kesimpulan Dan Saran**
Pada tahap ini akan dilakukan penarikan kesimpulan dari penelitian ini.

4. PENGEMBANGAN MODEL

4.1 Identifikasi Sistem

Sistem yang diteliti adalah sistem kegiatan *urban farming* komunitas Bandung Berkebun. Menurut Ridwan Kamil yang merupakan pendiri komunitas Bandung Berkebun, konsep *urban farming* adalah memanfaatkan lahan tidur di perkotaan yang dikonversi menjadi lahan pertanian produktif hijau yang dilakukan oleh masyarakat dan komunitas sehingga dapat memberikan manfaat bagi mereka. Gaya hidup yang ingin dibentuk adalah menjadikan kegiatan *urban farming* menjadi kebutuhan sehari-hari.

Pelaku kegiatan komunitas ini terbagi atas beberapa elemen yaitu: penggiat, aktivis, dan partisipan. Penggiat merupakan sekumpulan orang yang aktif menyusun, mengolah, dan mengkampanyekan kegiatan komunitas kepada masyarakat. Aktivis merupakan orang-orang yang aktif berkebun rutin di wilayah domisili atau aktivitasnya masing-masing dengan memanfaatkan lahan-lahan tidur di Kota Bandung. Partisipan merupakan orang-orang yang

pernah terlibat dalam program komunitas dan kemudia aktif berkebun mandiri di lahan domisili mereka masing masing.

Untuk menyebarkan kegiatan ini, komunitas Bandung Berkebun memiliki penggiat-penggiat yang aktif dalam berkampanye. Kampanye dilakukan di Kota Bandung dengan tujuan dapat menambah pengiat-penggiat, aktivis-aktivis, dan partisipan-partisipan baru. Seluruh agen akan berinteraksi satu sama lain dalam lingkup Kota Bandung dengan perilakunya masing-masing.

4.2 Penentuan *Output* Model dan Variabel-Variabel dalam Model

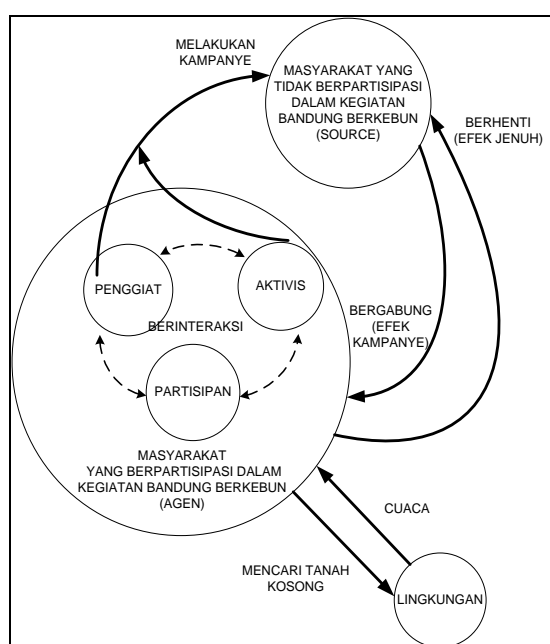
Output model merupakan keluaran dari model yang hasilnya ditentukan oleh variabel dalam model. Untuk mendapatkan nilai dari *output* model maka perlu ditentukan variabel-variabel model. Variabel model merupakan variabel yang berada di bawah kontrol pemegang keputusan. Variabel yang digunakan berjumlah tiga belas variabel dan menghasilkan dua *output*. *Output model* yang dihasilkan adalah *supply* sayuran yang dihasilkan dan jumlah total partisipan, aktivis, dan penggiat yang terlibat. Contoh dari variabel dapat dilihat pada Tabel 1. Seluruh *output* model dan variabel-variabel model dapat dilihat pada Widiyanto (2013).

Tabel 1. Beberapa Variabel dalam Model yang Dikembangkan

No	Variabel Model	Keterangan	Satuan
1	Jumlah Partisipan	Menunjukkan jumlah partisipan awal yang bergabung	Orang
2	Jumlah Aktivis	Menunjukkan jumlah aktivis awal yang bergabung	Orang
3	Jumlah Penggiat	Menunjukkan jumlah penggiat awal yang bergabung	Orang

4.3 Identifikasi Agen

Dalam model ini terdapat agen-agen yang berperan dalam proses keberlangsungan kegiatan Bandung Berkebun ini diantaranya penggiat, aktivis, dan partisipan. Semua agen ini diambil dari sebuah *source* yang masyarakat bandung. *Source* merupakan kumpulan masyarakat Bandung yang berada di luar sistem interaksi agen. Diagram interaksi agen dengan *source* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Interaksi Agen dengan *Source*

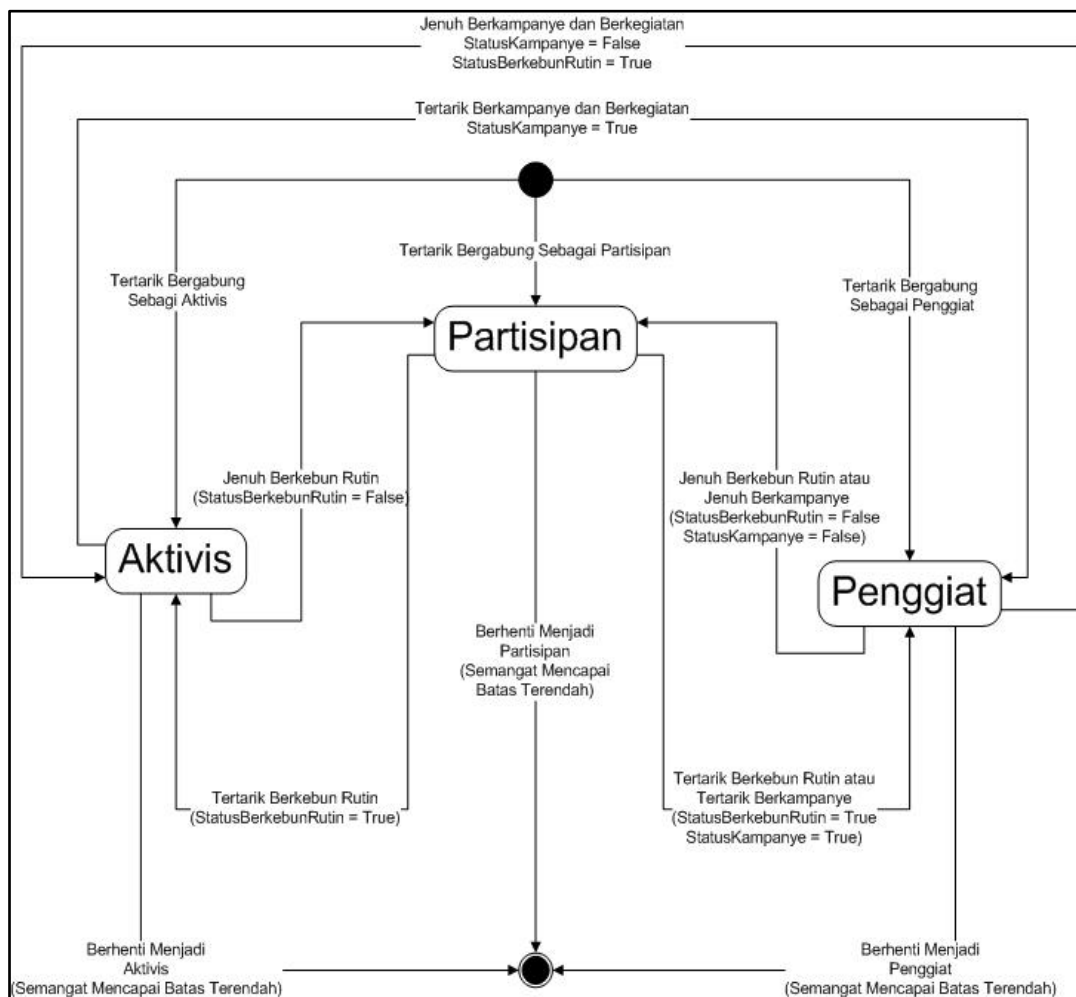
4.4 Identifikasi Atribut dan Perilaku Agen

Suatu agen memiliki sifat, nilai, dan keterangannya masing-masing yang disebut dengan atribut. Dalam penelitian ini, semua agen memiliki atribut yang sama karena setiap agen cukup homogen dan hanya dibedakan oleh perilaku. Total atribut yang dimiliki agen pelaku kegiatan Bandung Berkebun berjumlah dua puluh dua atribut. Contoh atribut agen dapat dilihat pada Tabel 2.

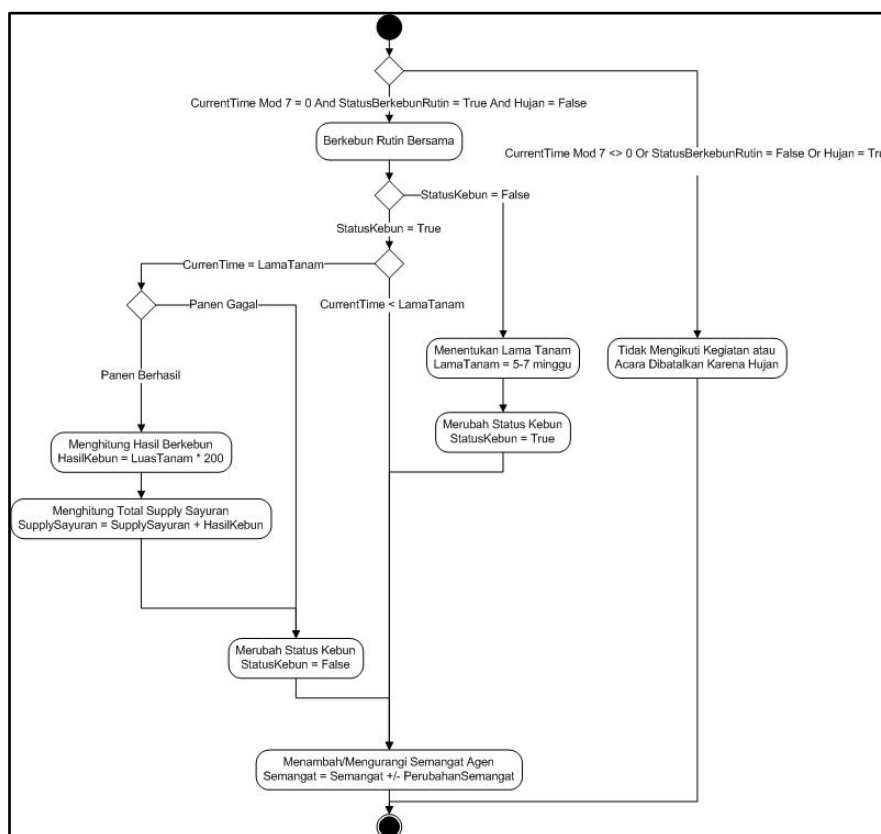
Tabel 2. Contoh Atribut Agen

Nama Atribut	Keterangan
ID	ID berfungsi sebagai identitas seorang agen. Setiap agen memiliki IDnya masing-masing.
Status Agen	Status agen menunjukkan status agen tersebut. Status agen dibagi menjadi 3 dan diwakili oleh angka yaitu 1 (Partisipan), 2 (Aktivis), dan 3 (Pegiat)

Setiap agen dalam system kegiatan Bandung Berkebun memiliki perilaku tertentu yang berbeda-beda. Perilaku ditentukan oleh status agennya masing-masing. Untuk menggambarkan kondisi perubahan status setiap agen digunakan *state diagram*. Perilaku masing-masing agen dapat saling mempengaruhi sehingga dapat memicu timbulnya perilaku yang lain. Perilaku agen digambarkan dengan menggunakan *activity diagram*. *Activity diagram* yang digunakan berjumlah dua belas diagram. Contoh *state diagram* dapat dilihat pada Gambar 2 dan contoh *activity diagram* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Contoh State Diagram



Gambar 3. Contoh Activity Diagram

Untuk lebih lengkap, atribut agen, *state diagram*, dan *activity diagram* dapat dilihat pada Widiyanto (2013).

4.5 Parameterisasi Model

Parameterisasi dilakukan untuk menentukan nilai-nilai atau data-data yang dibutuhkan untuk menjalankan sebuah model simulasi. Parameterisasi membuat sebuah model simulasi menjadi memiliki batasan nilai sehingga simulasi dapat terkendali. Data-data yang digunakan berasal dari Badan Pusat Statistik, data estimasi para penggiat komunitas Bandung Berkebun dan estimasi pembuat model. Parameterisasi dilakukan pada data jumlah penduduk Bandung untuk setiap wilayah, jumlah agen partisipan, jumlah agen aktivis, jumlah agen penggiat, jumlah keterlibatan agen dalam berkebun mandiri dan kampanye, intensitas kampanye, jumlah lahan berkebun, luas lahan tidur Bandung untuk setiap wilayah, cuaca, intensitas program kerja, persen tingkat alih fungsi lahan kosong menjadi bangunan, dan semangat. Untuk lebih jelas penjelasan mengenai parameterisasi dapat dilihat pada Widiyanto (2013).

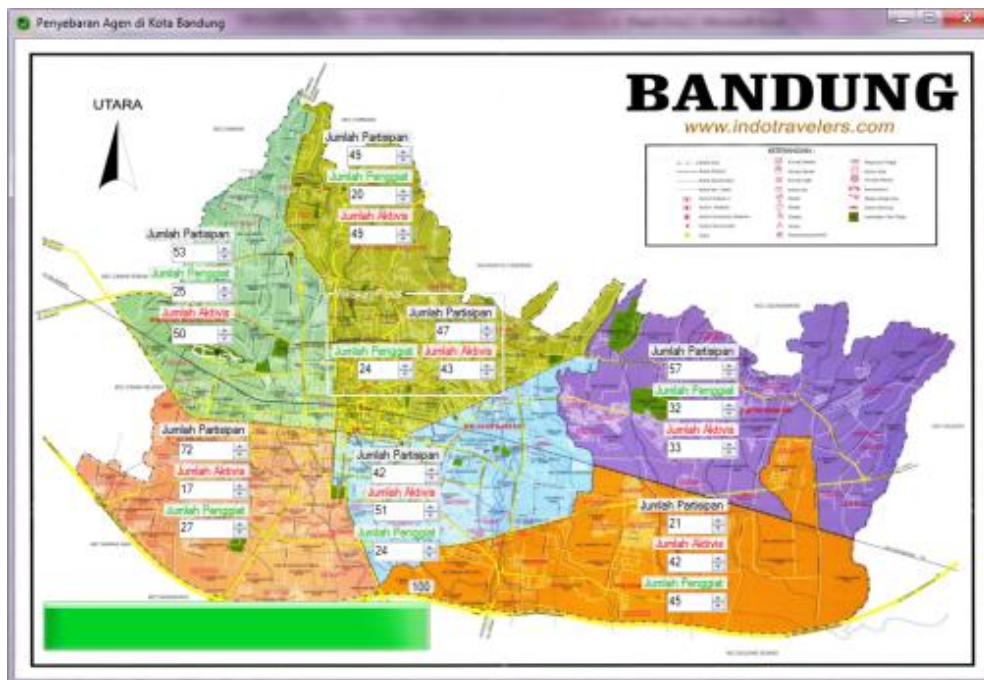
4.6 Implementasi Rancangan Model

Hasil dari perancangan model akan diimplementasikan dalam bahasa pemrograman. Dengan demikian program akan membantu proses simulasi dari model. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa *Visual Basic*. Implementasi program dalam penelitian ini telah mengadopsi konsep *class (object)* pada penerepan pembentukan agen-agen, tetapi belum sepenuhnya dalam bentuk *object oriented programming*. Untuk tampilan *input* pada *form* dapat dilihat pada Gambar 4.

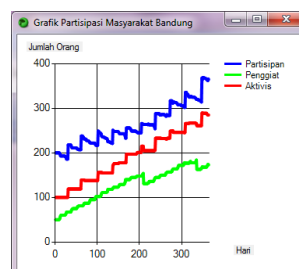
The screenshot shows the 'Bandung Berkebum' application window. It has three tabs: 'Instalasi Agen', 'Instalasi Lahan Berkebum', and 'Wilayah Simulasi'. The 'Instalasi Agen' tab is active, showing three columns of input fields: 'Partisipan' (Jumlah Partisipan: 200), 'Aktivis' (Jumlah Aktivis: 100, % Jumlah Ikut Berkebum Mandiri: 20, % Kepedulian Kampanye: 10), and 'Pegiat' (Jumlah Pegiat: 50, % Jumlah Ikut Berkebum Mandiri: 50, % Kepedulian Kampanye: 80). Below these are 'Kondisi' checkboxes (all unchecked) and 'Korifisien Kampanye' fields (Korifisien Kampanye: 4, Intensitas Kampanye: 14, Intensitas Program Kerja: 90, % Tingkat Ahl Fungsi Lahan Kosong Menjadi Bangunan: 20). A 'Simulation Time' field is set to 365 and 'Random Seed' to 8. A 'Start Simulation' button is at the bottom right.

Gambar 4. Tampilan *Input* Pada *Form*

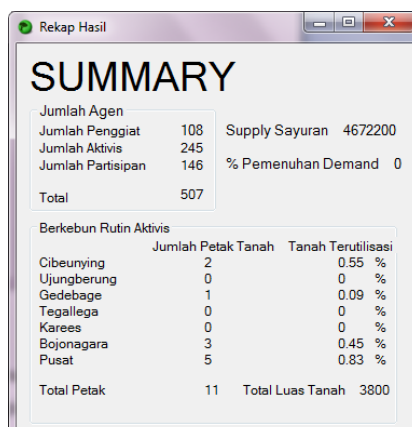
Untuk tampilan grafik pada *form* dapat dilihat pada Gambar 5, untuk tampilan penyebaran penduduk pada *form* dapat dilihat pada Gambar 6, untuk tampilan *output summary* pada *form* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 5. Tampilan Penyebaran Penduduk Pada *Form*



Gambar 6. Tampilan Grafik Pada *Form*



Gambar 7. Tampilan *Output* Pada *Form*

Langkah selanjutnya adalah melakukan verifikasi. Verifikasi program bertujuan untuk mencari tahu apakah perhitungan yang dilakukan oleh program akan memiliki hasil yang sama dengan hasil perhitungan manual. Pada penelitian dilakukan tiga proses verifikasi yang selengkapannya dapat dilihat pada Widiyanto(2013).

5. PENGUJIAN MODEL DAN ANALISIS

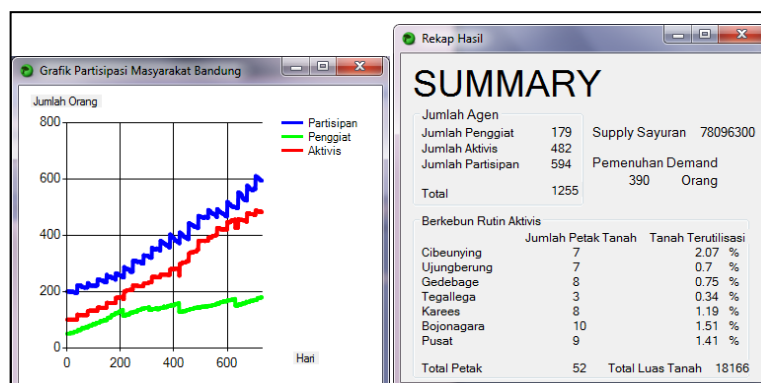
5.1 Pengujian Model

Tujuan dari pengujian model adalah untuk mengetahui apakah model yang dibuat akan memiliki perilaku yang logis ketika *input* diubah. Data *input* yang dimasukkan berupa data hipotesis. Pengujian model dilakukan dengan membuat skenario-skenario yang berbeda. Pengujian dilakukan dengan menggunakan empat skenario yaitu: kondisi mengubah *random seed*, kondisi menghilangkan agen penggiat dan aktivis, kondisi menghilangkan kegiatan kampanye, dan kondisi menghilangkan program kerja penggiat. Hasil dari pengujian akan dibandingkan dengan *output* kondisi normal.

Contoh pengujian model:

- Kondisi Normal

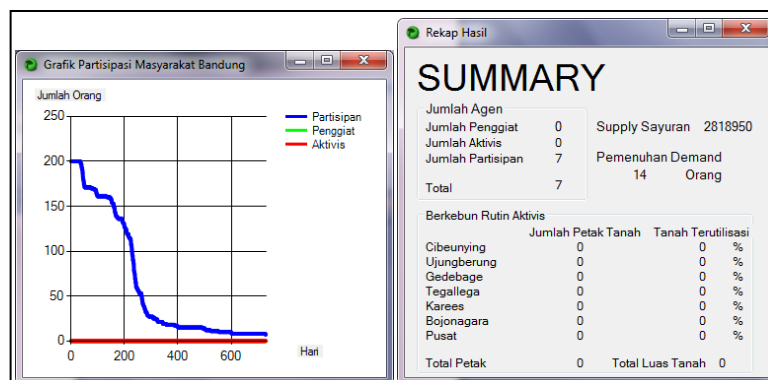
Output grafik dan rekap hasil kondisi normal dapat dilihat pada Gambar 8



Gambar 8. *Output* Grafik Dan Rekap Hasil Kondisi Normal

- Kondisi Menghilangkan Agen Penggiat dan Aktivist

Output Grafik dan rekap hasil kondisi menghilangkan agen penggiat dan aktivis dapat dilihat pada Gambar 9.

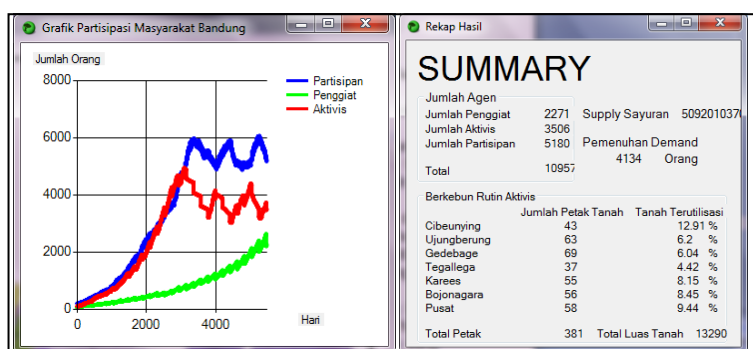


Gambar 9. Output Grafik Dan Rekap Hasil Kondisi Menghilangkan Agen Penggiat Dan Aktifis

Dari hasil pengujian diatas dapat dilihat bahwa ketika agen penggiat dan aktifis dihilangkan, model simulasi masih berperilaku logis. Hal ini ditunjukkan dengan menurun drastisnya jumlah partisipan seiring berjalannya waktu dikarenakan tidak ada kampanye dan program kerja penggiat yang berpengaruh terhadap penambahan jumlah partisipan dan penambahan semangat.

5.2 Penggunaan Model dan Analisis

Contoh penggunaan akan menunjukkan *output* dari model saat *input* yang berbeda dimasukkan kedalam program. Salah satu contoh penggunaan yaitu saat tingkat alih fungsi lahan kosong dinaikkan dari 20% per tahun menjadi 40% per tahun. Hasil dari *running* program dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Contoh Penggunaan Saat Tingkat Alih Fungsi Lahan Menjadi 40 % per Tahun

Secara garis besar, analisis yang dapat diambil dari hasil *running* program 15 tahun adalah sebagai berikut:

1. Jumlah aktifis akan terus meningkat seiring dengan berjalannya waktu selama kampanye dan lahan untuk berkebun rutin masih tersedia. Saat kampanye tidak dilakukan dan lahan tidak tersedia, maka jumlah aktifis tidak akan bertambah dan cenderung menurun.
2. Bila laju alih fungsi lahan mencapai 40% per tahun maka lahan yang dapat digunakan akan semakin sedikit setiap tahunnya yaitu hanya 381 lahan. Akan tetapi, apabila laju alih fungsi lahan hanya 20% per tahun maka lahan yang dapat diutilisasi mencapai 718 lahan. Hal ini menunjukkan bahwa kebijakan pemerintah tentang alih fungsi lahan kosong menjadi bangunan memegang peranan penting.
3. Kegiatan kampanye sangat penting dalam penyebaran kegiatan *urban farming*. Pada saat kampanye dilakukan setiap 30 hari sekali jumlah agen yang berpartisipasi hanya 3549 orang. Akan tetapi, bila kampanye dilakukan 14 hari sekali maka agen yang berpartisipasi dapat mencapai 14386 orang.

4. Jumlah penggiat akan terus meningkat dan tidak dipengaruhi oleh ketersediaan tanah karena fokus utama para penggiat adalah berorganisasi dan berkampanye sehingga keberadaan penggiat dipengaruhi oleh intensitas kegiatan dan kampanye.
5. Pada grafik terlihat bahwa grafik aktivis bergerak naik turun dikarenakan adanya *constraint* luas lahan kosong yang tersedia sehingga aktivis tidak bisa terus bertambah.

6. KESIMPULAN

6.1 Ringkasan

Penelitian yang telah dilakukan menghasilkan model simulasi berbasis agen yang valid setelah dilakukan pengujian. Model simulasi dapat menggambarkan hasil kegiatan 15 tahun kedepan dengan menampilkan perilaku agen yang logis. Model simulasi dapat menunjukkan bahwa dalam 2 tahun kegiatan komunitas ini dapat menghasilkan *supply* sayuran 78.096.300 gram sayuran hijau, dapat memenuhi kebutuhan sayuran hijau 476 orang, dan angkat keterlibatan agen yaitu 1255 orang. Model simulasi menunjukkan bahwa intensitas kampanye sangat penting bagi keberlangsungan komunitas ini. Pada kondisi masyarakat dan kebijakan Indonesia seperti ini, kegiatan *urban farming* belum bisa menjadi solusi utama dalam mendukung program ketahanan pangan nasional karena efeknya belum begitu signifikan.

6.2 Saran

Terdapat beberapa saran berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan. Saran ini ditujukan untuk untuk penelitian selanjutnya, para penggiat, dan pemerintah. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan data-data yang lebih akurat dan mengurangi asumsi yang digunakan. Perilaku manusia perlu dimodelkan dengan lebih rinci. Faktor-faktor pengaruh dari lingkungan seperti kondisi ekonomi, legalitas tanah, interaksi dengan sektor pertanian sayuran, dan lain-lain perlu dimasukkan sebagai batasan program. Hal-hal tersebut perlu dilakukan agar model dapat lebih representatif.

Untuk para penggiat komunitas sebaiknya meningkatkan kesadaran pentingnya kampanye kepada para pelaku komunitas agar tetap dapat mempertahankan *euforia* kegiatan komunitas dan dapat menyebarkan kegiatan ini lebih cepat kepada seluruh masyarakat Bandung.

Untuk pemerintah sebaiknya membuka pandangan terhadap kegiatan *urban farming* karena penelitian yang dilakukan Jatta(2013) menunjukkan bahwa ada beberapa negara berkembang yang dapat membantu rakyat miskinnya memenuhi kebutuhan sehari-harinya lewat kegiatan *urban farming*. Pemerintah juga perlu memberikan perhatian kepada penetapan kebijakan alih fungsi lahan kosong menjadi bangunan karena dalam jangka panjang akan sangat berpengaruh terhadap hasil dari kegiatan *urban farming*.

REFERENSI

Borchev, A., dan Filippov, A. (2004). From System Dynamics and Discreet Event to Practical Agent Based Modeling, Techniques, Tools, *The 22nd International Conference of the System Dynamics Society*, July 25-29, Oxford, England.

Daellenbach, H. G. (1994). *System and Decision Making: A Management Science Approach*, John Wiley & Sons, Ltd, England

Firdaus, D. (2008). *Studi Asupan Gizi Mikro dan Paparan Pestisida Dari Konsumsi Sayuran di Kabupaten Banggai*, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Jatta, S. (2013). *Urban Agriculture, Price, Volatility, Drought, And Food Security In Developing Countries*. University of Rome, Italy.

North, M. J., dan Macal, C. M.(2007).*Managing Business Complexity: Discovering Strategic Solutions with Agent-Based Modeling*. Oxford University Press, New York.

Widianto, S.(2013). *Pemodelan dan Simulasi Berbasis Agen untuk Sistem Kegiatan Komunitas Bandung Berkebun*, Tugas Sarjana, Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional, Bandung.