

MODEL SIMULASI UNTUK ALAT EVALUASI RENCANA JADWAL PERKULIAHAN JURUSAN TEKNIK INDUSTRI ITENAS*

ARIEF GINANZAR, CAHYADI NUGRAHA, KHURIA AMILA

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: ariefginanzar@gmail.com

ABSTRAK

Di Jurusan Teknik Industri (TI) Itenas, rencana jadwal perkuliahan yang telah disusun untuk suatu semester sangat mungkin membutuhkan perubahan setelah para mahasiswa melakukan batal dan/atau tambah serta pindah kelas mata kuliah (BDATM). Perubahan ini terjadi akibat pihak Jurusan tidak bisa memprediksi dampak suatu rencana jadwal terhadap rencana pengambilan mata kuliah para mahasiswa yang beraneka ragam. Perubahan tersebut bukanlah hal yang mudah untuk dilakukan karena terkait dengan ketersediaan dan kesediaan pengajar. Makalah ini menyajikan suatu model simulasi untuk alat evaluasi rencana jadwal perkuliahan TI Itenas dengan pendekatan pemodelan dan simulasi berbasis agen. Model tersebut dapat digunakan untuk memprediksi apakah suatu rencana jadwal perkuliahan sudah cukup baik, baik, atau belum, sehingga kebutuhan akan perubahan jadwal setelah masa BDATM dapat dihindari atau dikurangi.

Kata kunci: pemodelan dan simulasi berbasis agen, jadwal perkuliahan, alat uji.

ABSTRACT

In the Department of Industrial Engineering (TI) of Itenas, a courses schedule plan arranged for a particular semester will most likely require a revision after the students do canceling and/or adding and class-changing of the courses. This revision is due to the Department cannot predict the impact of a schedule plan to the diversity of the students plans in taking courses. The revision is not an easy task because it is associated with the availability and willingness of the instructors. This paper presents a simulation model as an evaluation tool for TI Itenas courses schedule plan, using agent-based modeling and simulation approach. The model can be used to predict whether a courses schedule plan has been sufficiently good or not, therefore the need for revision to the schedule can be avoided or reduced.

Keywords: agent based modelling and simulation, courses schedule, evaluation tool

* 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

Jadwal perkuliahan merupakan salah satu aspek penting dalam aktivitas administrasi sebuah institusi pendidikan. Jadwal perkuliahan akan menentukan efektivitas dan efisiensi kegiatan perkuliahan. Mahasiswa merupakan salah satu pihak yang dapat mempengaruhi sistem jadwal perkuliahan. Mahasiswa mempunyai perilaku yang berbeda-beda dalam mengambil matakuliah di setiap semesternya.

Jadwal perkuliahan yang dibuat oleh pihak Jurusan Teknik Industri Itenas (TI Itenas) untuk digunakan pada masa Batal Dan/Atau Tambah Matakuliah serta Pindah Kelas (BDATM), sering kali mengalami permasalahan seiring dengan perilaku mahasiswa yang berbeda-beda dalam pengambilan matakuliah. Saat BDATM sangat besar kemungkinan melakukan batal dan/atau tambah serta pindah kelas. Pindah kelas sangat sering dilakukan apabila jadwal suatu kelas matakuliah yang diambil mahasiswa bentrok dengan jadwal matakuliah lainnya. Masalah utama yang dapat timbul akibat dari perilaku tersebut adalah distribusi jumlah mahasiswa yang tidak merata di setiap kelas matakuliahnya. Ketidakmerataan ini akibat jadwal kelas yang tidak mempertimbangkan keragaman perilaku mahasiswa dalam pengambilan matakuliah dan pemilihan kelas-kelasnya.

Pihak jurusan TI Itenas pada saat membuat jadwal perkuliahan sulit untuk memperkirakan hasil distribusi mahasiswa, untuk setiap kelas matakuliahnya setelah selesai masa BDATM. Apabila hasil distribusi mahasiswa tidak merata, pihak TI Itenas harus merevisi jadwal perkuliahan. Revisi jadwal perkuliahan yang biasanya muncul adalah menambah kelas paralel dan/atau meniadakan kelas suatu matakuliah. Apabila TI Itenas menambah kelas paralel masalah yang akan muncul adalah ketersediaan dan kesediaan dosen dalam mengajar. Jika terdapat suatu model prediktif maka pihak jurusan TI akan sangat terbantu, karena model tersebut dapat dijadikan suatu alat untuk mengetahui apakah suatu rencana jadwal kuliah sudah baik atau tidak ditinjau dari prediksi distribusi mahasiswa di setiap kelasnya.

1.2 Identifikasi Masalah

Diperlukan penyusunan jadwal perkuliahan yang baik agar menghasilkan distribusi mahasiswa yang merata setiap kelas matakuliahnya dan tidak perlu merevisi jadwal setelah proses BDATM. Upaya untuk menghasilkan jadwal yang baik diperlukan alat bantu analisis.

Sistem rencana jadwal perkuliahan jurusan TI Itenas sangat kompleks, karena harus mempertimbangkan perilaku mahasiswa yang berbeda-beda. Model simulasi merupakan alternatif yang tepat dalam menggambarkan sistem, terutama ketika model matematik analitik sulit dilakukan. Model simulasi menjadi sebuah alat yang sangat membantu untuk melakukan analisis dalam mengambil keputusan saat menghadapi masalah yang kompleks (Law, 2007). Pendekatan Agent Based Modelling and Simulation (ABMS) lebih cocok untuk mengatasi permasalahan ini karena terdapat logika yang kompleks dalam pengambilan keputusan untuk setiap mahasiswanya (North & Macal, 2007). Makalah ini membahas pengembangan model simulasi ABMS yang dapat merepresentasikan perilaku mahasiswa terhadap rencana jadwal perkuliahan jurusan TI Itenas.

2. STUDI LITERATUR

2.1 Model dan Simulasi

Model dapat didefinisikan sebagai suatu representasi atau formalisasi dalam bahasa tertentu dari suatu sistem nyata (Suryani, 2006). Simulasi didefinisikan sebagai sekumpulan metode dan aplikasi untuk menirukan atau merepresentasikan perilaku dari suatu sistem nyata, yang biasanya dilakukan pada komputer dengan menggunakan perangkat lunak tertentu. Simulasi digunakan ketika akan menggambarkan suatu sistem dengan cara tidak bereksperimen pada sistem nyata dan kesimpulan dari sistem tersebut sangat sulit apabila didapat dari solusi analitik (Law, 2007).

Terdapat beberapa pendekatan yang umum digunakan dalam pemodelan simulasi seperti *System Dynamics*, *Discrete Event* dan *Agent Based* (Borshchev & Filippov, 2004). Pendekatan yang digunakan pada penelitian ini adalah pendekatan Agent Based.

2.2 Agent Based Modeling and Simulation

Agent Based Modeling and Simulation (ABMS) 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 (North, & Macal, 2007).

Adapun hal-hal yang diperlukan dalam membuat ABMS yaitu:

1. Mengidentifikasi para agen dan teori perilaku dari para agen.
2. Mengidentifikasi hubungan antar agen dan mencari teori tentang interaksi antar agen.
3. Mencari kebutuhan data antar agen yang berhubungan.
4. Memvalidasi model perilaku agen sebagai tambahan model keseluruhan.
5. Menjalankan model dan menganalisis *Output* dari model yang telah dibuat.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini, dilakukan metodologi penelitian sebagai berikut:

(i) Tahapan Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan identifikasi masalah yang ada pada sistem yang akan dimodelkan. Terdapat kebutuhan solusi terhadap permasalahan tersebut, maka digunakan teknik pemodelan simulasi sebagai alat bantu untuk memprediksi kondisi yang terjadi apabila suatu jadwal perkuliahan telah dibuat.

(ii) Tahapan Studi Literatur

Studi literatur menghasilkan kumpulan materi mengenai model simulasi, model simulasi berbasis agen (*Agent Based Modeling and Simulation*), logika pemrograman dan bahasa pemrograman *Visual Basic for Application* (VBA)

(iii) Tahapan Identifikasi Sistem

Tahap identifikasi sistem menjelaskan kondisi sistem dan akan menghasilkan sejumlah perilaku pelaku sistem rencana jadwal perkuliahan TI Itenas. Perilaku tersebut akan mempengaruhi sistem jadwal perkuliahan TI Itenas secara keseluruhan.

(iv) Tahapan Penentuan *Output* dan *Input* Model

Penentuan *output* dan *input* model bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi rencana jadwal perkuliahan yang telah dirancang. Nilai *input* yang ditentukan akan mempengaruhi jalannya simulasi.

- (v) Tahapan Identifikasi Agen, Atribut, dan Perilaku**
Pada tahap ini dilakukan penentuan agen manakah yang menjadi pelaku krusial dalam sistem yang disimulasikan. Agen yang menjadi pelaku pada sistem ini adalah mahasiswa. Agen tersebut mempunyai atribut dan perilaku yang dapat mempengaruhi jalannya sistem.
- (vi) Tahapan Rancangan Algoritma Model Simulasi**
Pada tahap ini akan menggambarkan alur dari suatu rancangan model yang akan disimulasikan. Agen akan melakukan suatu aktivitas yang akan menghasilkan suatu *output* yang diharapkan.
- (vii) Tahapan Parameterisasi Model**
Penentuan parameter model adalah penentuan *input* beberapa nilai yang digunakan untuk menjalankan program seperti: nilai probabilitas matakuliah yang akan diambil kembali dan nilai probabilitas matakuliah pilihan yang akan diambil. Nilai-nilai ini akan mempengaruhi jalannya model. Nilai yang digunakan pada penentuan parameter model didapatkan dari data hipotesis (asumsi) serta estimasi.
- (viii) Tahapan Implementasi Rancangan Algoritma Model Simulasi**
Pada tahap ini program simulasi dibuat dan diimplementasikan dalam bentuk program. Pemrograman dibuat menggunakan software *Visual Basic for Application* (VBA) yang sudah terintegrasi dengan *Microsoft Excel 2010*.
- (ix) Tahapan Pengujian Model dan Analisis**
Pengujian model dilakukan untuk memeriksa dan membandingkan hasil simulasi dengan hasil pemikiran mahasiswa secara logika. Dari hasil membandingkan tersebut akan mengetahui apakah model sudah dapat merepresentasikan perilaku mahasiswa atau belum, kemudian dilakukan analisis terhadap beberapa skenario yang berbeda-beda.
- (x) Tahapan Kesimpulan dan Saran**
Setelah dilakukan pengujian model dan analisis, maka akan didapatkan kesimpulan dari hasil yang diperoleh. Kemudian mengusulkan saran terhadap pengembangan model simulasi untuk alat evaluasi perkuliahan selanjutnya.

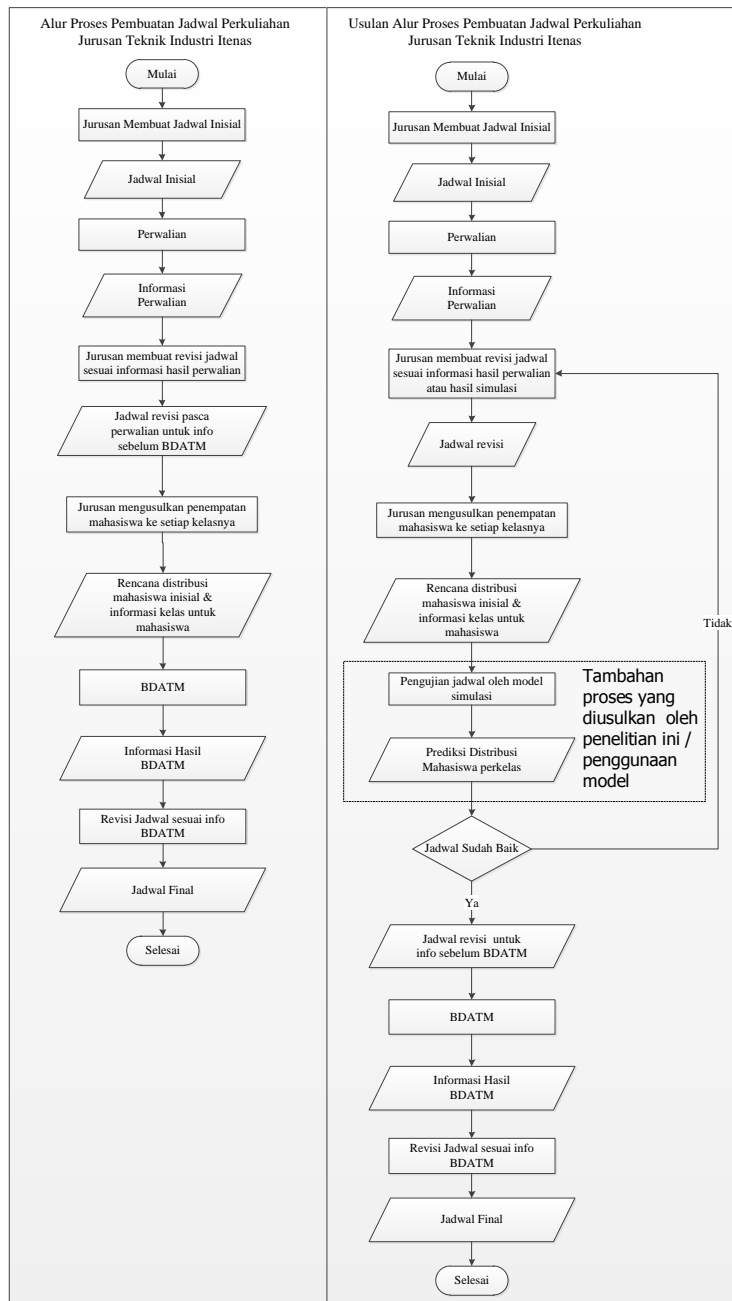
4. PENGEMBANGAN MODEL

4.1 Identifikasi Sistem

Sistem yang diteliti adalah sistem jadwal perkuliahan jurusan Teknik Industri Itenas (TI Itenas). Dalam proses pembuatan jadwal perkuliahan pada saat ini, pihak TI Itenas mengawali dengan membuat jadwal inisial. Jadwal inisial tersebut bertujuan untuk kepentingan Sistem Informasi Manajemen Akademik (Simak) Itenas dan memberikan informasi mengenai matakuliah yang akan diadakan oleh pihak TI Itenas. Kemudian dilakukan proses perwalian. Perwalian merupakan rangkaian kegiatan akademis yang bertujuan untuk memfasilitasi mahasiswa dalam rangka merencanakan matakuliah yang akan diambil. Hasil perwalian akan menghasilkan estimasi jumlah mahasiswa dalam suatu matakuliah, estimasi jumlah mahasiswa tersebut akan dijadikan suatu masukan untuk merevisi jadwal perkuliahan dan ketersediaan kelas. Namun dalam revisi jadwal tersebut tidak mempertimbangkan keanekaragaman mahasiswa dalam mengambil matakuliah. Jadwal revisi tersebut akan digunakan pada masa Batal Dan/Atau Tambah Matakuliah (BDATM). Kemudian pihak TI Itenas akan mengusulkan penempatan mahasiswa ke setiap kelas matakuliahnya. Proses selanjutnya adalah BDATM. BDATM merupakan suatu rangkaian kegiatan akademis yang bertujuan untuk memfasilitasi mahasiswa dalam hal membatalkan dan/atau menambahkan jumlah matakuliah serta pindah kelas. Biasanya setelah proses BDATM berakhir, pihak TI Itenas harus merevisi jadwal perkuliahan cukup signifikan dengan waktu pengerjaan yang cukup singkat 1-2 hari. Revisi harus dilakukan karena setelah

BDATM sangat besar kemungkinan terjadi ketidakmerataan jumlah mahasiswa di setiap kelas matakuliahnya. Bentuk revisi yang muncul pada proses ini adalah dengan menambah kelas paralel atau meniadakan suatu kelas. Jadwal yang sudah direvisi tersebut akan dijadikan jadwal perkuliahan untuk satu semester ke depan.

Agar dapat membantu pihak TI Itenas dalam sistem penjadwalan kuliah TI Itenas maka harus dibuatkan suatu model. Model ini mempunyai fungsi untuk memprediksi distribusi mahasiswa setiap kelas matakuliahnya. Maka model dapat digunakan pada saat setelah pihak jurusan mengusulkan penempatan mahasiswa ke setiap kelas matakuliahnya dan sebelum proses BDATM. Diagram alir kondisi saat ini dan usulan alur proses pembuatan jadwal perkuliahan Jurusan Teknik Industri Itenas dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kondisi Saat Ini dan Usulan Alur Proses Pembuatan Jadwal Perkuliahan Jurusan Teknik Industri Itenas

4.2 Penentuan *Output* dan *Input* Model

Output model yang diharapkan adalah jumlah peserta masing-masing kelas untuk setiap matakuliahnya. Sedangkan *input* model untuk merancang model simulasi untuk alat evaluasi rencana jadwal perkuliahan Jurusan Teknik Industri Itenas terbagi menjadi 2 bagian, yaitu *controllable input* dan *uncontrollable input*.

Controllable input merupakan variabel *input* yang sifatnya dapat dikendalikan oleh sistem. *Controllable input* dalam model ini yaitu data jadwal perkuliahan. Sedangkan *uncontrollable input* merupakan variabel *input* yang sifatnya tidak dapat dikendalikan oleh sistem. *Uncontrollable input* dalam model ini yaitu data daftar mahasiswa, data rekap nilai mahasiswa, *input* probabilitas untuk matakuliah yang akan diambil kembali, *input* probabilitas untuk matakuliah pilihan yang akan diambil, data daftar matakuliah, dan data rencana studi.

4.3 Identifikasi Agen, Atribut, dan Perilaku

Agen memiliki pola perilaku untuk menerima informasi, memproses *input*, dan mempengaruhi lingkungan sekitar atau sistem (North & Macal, 2007). Mahasiswa merupakan individu atau sekelompok komponen yang memiliki peran utama pada penelitian ini, karena mahasiswa merupakan pihak yang berhubungan langsung dengan sistem.

Atribut merupakan suatu sifat, nilai atau keterangan yang dimiliki oleh suatu agen (North & Macal, 2007). Atribut agen mahasiswa dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Atribut Agen Mahasiswa

Atribut	Keterangan
Nama	Nama mahasiswa
NIM	Nomor induk mahasiswa
Semester	Semester yang akan ditempuh mahasiswa (semester ke- s) (dimana $s = 1, 2, 3, \dots, n$)
IPS	Nilai indeks prestasi semester, hasil studi mahasiswa pada semester tertentu (0-4)
SKS	Jumlah satuan kredit studi mahasiswa, yang diambil dalam 1 semester ($SKS/semester$)
Daftar Nilai Setiap Matakuliah	Rekap nilai matakuliah mahasiswa selama berkuliah sampai dengan semester (s) (A, B, C, D, E, atau belum mengambil)
Rencana Studi Inisialisasi	Rencana mahasiswa dalam pengambilan matakuliah untuk satu semester ke depan ($s+1$)

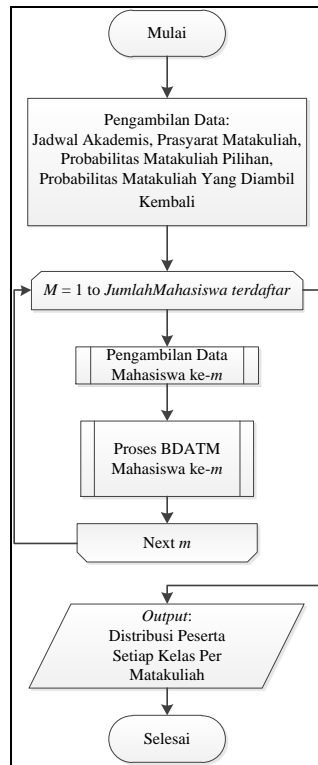
Perilaku agen merupakan kebiasaan yang biasa dilakukan oleh agen dalam mengambil keputusan, akibat dari perilaku agen tersebut dapat mempengaruhi sistem yang ada. Perilaku yang dimiliki agen mahasiswa dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perilaku Agen Mahasiswa

Perilaku	Keterangan
Mengecek Jadwal Perkuliahan	Mahasiswa melakukan pengecekan terhadap jadwal perkuliahan yang sudah dirancang oleh pihak TI Itenas
Melakukan Pindah Kelas	Ketika terdapat jadwal matakuliah yang bentrok, maka mahasiswa akan melakukan proses pindah kelas, agar jadwal matakuliah tidak bentrok kembali
Memilih Matakuliah yang Dibatalkan	Ketika mahasiswa sudah melakukan proses pindah kelas, namun jadwal matakuliah masih mengalami bentrok, maka mahasiswa akan memutuskan untuk membatalkan matakuliah
Mengecek Prasyarat Matakuliah	Mahasiswa akan melakukan proses pengecekan prasyarat matakuliah, ketika akan memutuskan untuk mengambil suatu matakuliah pada masa BDATM
Memilih Matakuliah yang akan Ditambahkan	Mahasiswa akan melakukan proses penambahan matakuliah

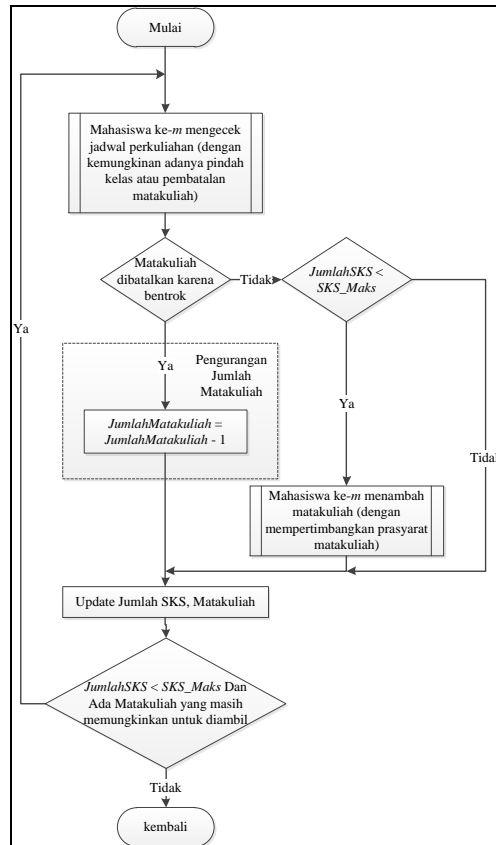
4.4 Rancangan Algoritma Model Simulasi

Perilaku agen dideskripsikan dalam diagram alir. Terdapat satu diagram alir proses simulasi keseluruhan dan lima diagram untuk menggambarkan perilaku agen. Diagram alir proses simulasi keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 2.



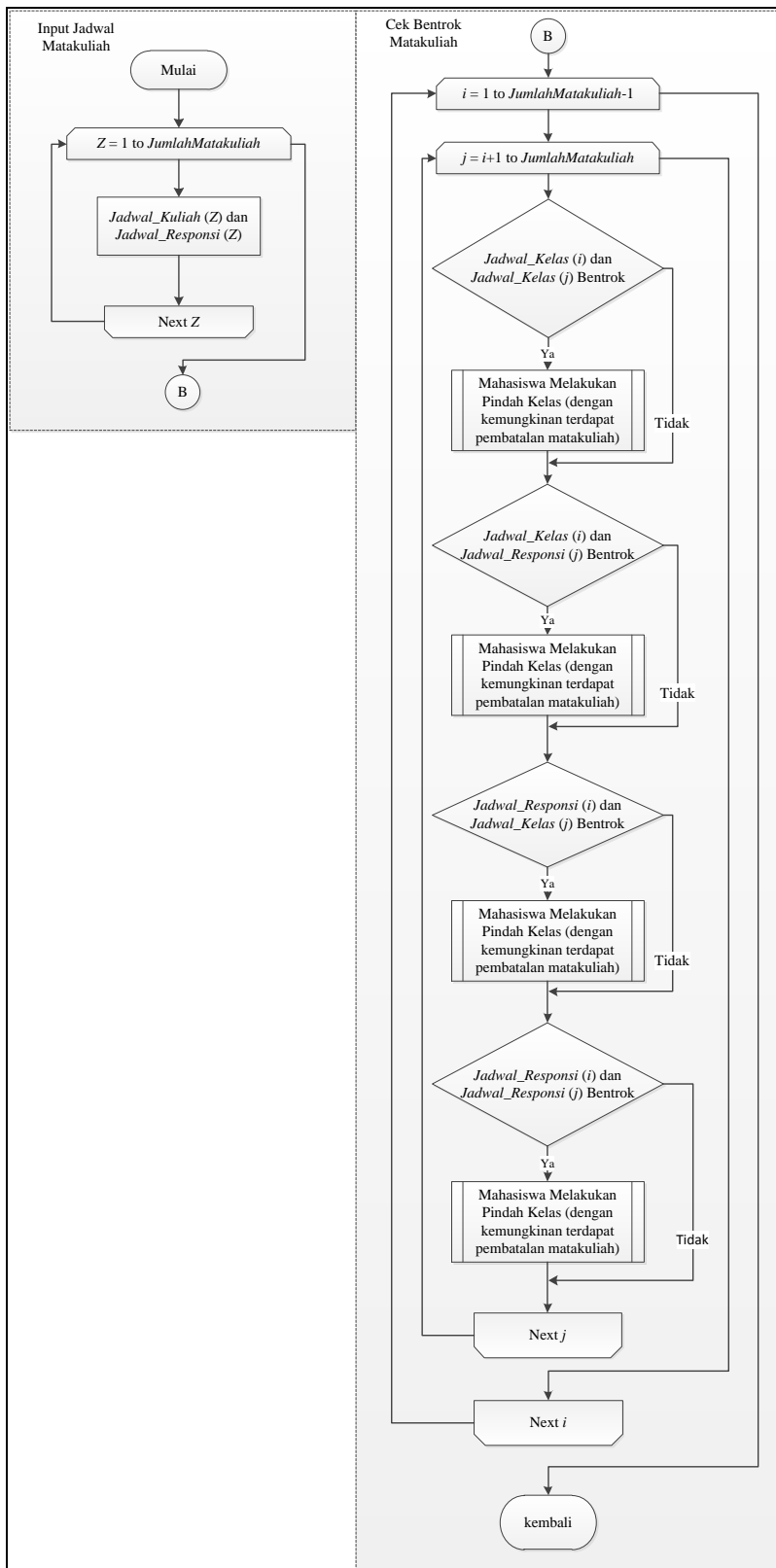
Gambar 2. Diagram Alir Rancangan Algoritma Simulasi Keseluruhan

Diagram alir proses Batal Dan/Atau Tambah Matakuliah serta pindah kelas (BDATM) dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Proses Batal Dan/Atau Tambah Matakuliah serta Pindah Kelas (BDATM)

Contoh diagram alir perilaku mahasiswa mengecek jadwal perkuliahan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Contoh Diagram Alir Perilaku Mahasiswa Mengecek Jadwal Perkuliahan

Penjelasan rancangan algoritma model simulasi secara lengkap dapat dilihat dalam Ginanzar (2014).

4.5 Parameterisasi Model

Parameterisasi model merupakan pengumpulan nilai-nilai parameter yang diperlukan untuk membantu menjalankan model simulasi yang dibuat. Parameterisasi dilakukan dengan menggunakan data hipotesis. Pada model ini, data yang termasuk parameterisasi model yaitu probabilitas untuk matakuliah yang akan diambil kembali pada masa BDATM dan probabilitas matakuliah pilihan yang akan diambil pada masa BDATM. Contoh parameterisasi probabilitas untuk matakuliah yang akan diambil kembali pada masa BDATM dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Contoh Parameterisasi Probabilitas Untuk Matakuliah Yang Akan Diambil Kembali pada Masa BDATM

Nilai MK Sebelumnya	Probabilitas Mengambil Kembali Matakuliah
C	0,15
D	0,5
E	1

4.6 Implementasi Rancangan Algoritama Model Simulasi

Setelah tahap identifikasi, selanjutnya dilakukan implementasi rancangan model dalam program simulasi. Software program yang digunakan adalah *Visual Basic for Application* (VBA) yang sudah terintegrasi dengan *Microsoft Excel 2010*. Di dalam program terdapat sub-sub yang merupakan perilaku agen. Kemudian variabel yang dikelarasikan merupakan atribut agen.

5. PENGUJIAN MODEL DAN ANALISIS

5.1 Pengujian Model

Pengujian model bertujuan untuk mengetahui apakah model tersebut sudah dapat merepresentasikan sistem nyata atau tidak. Model dapat dikatakan sudah merepresentasikan sistem nyata ketika model menghasilkan *output* yang sesuai dengan pemikiran manual. Pengujian model dilakukan dalam 6 skenario dengan kondisi yang berbeda-beda. Gambaran skenario dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Gambaran Skenario

Skenario Ke-	Tujuan Skenario
1	Skenario ini mempunyai tujuan untuk melihat kondisi normal, dimana seorang mahasiswa mengambil matakuliah secara paket, pengambilan jumlah matakuliahnya sudah sesuai dengan aturan jumlah pengambilan maksimal SKS, dan tidak dihadapkan dengan kondisi jadwal yang bentrok. Mahasiswa yang diskenariokan adalah mahasiswa tingkat I.
2	Skenario ini mempunyai tujuan untuk mengecek logika kondisi jadwal perkuliahan yang bentrok, pembatalan matakuliah berdasarkan prioritas akibat bentrok, penambahan matakuliah berdasarkan prioritas pengambilan matakuliah. Mahasiswa yang diskenariokan adalah mahasiswa tingkat I. ket: matakuliah yang bentrok adalah matakuliah di tingkat seharusnya (n) dengan matakuliah 1 tingkat di bawah tingkat seharusnya (n-1)
3	Skenario ini mempunyai tujuan untuk mengecek logika kondisi jadwal perkuliahan yang bentrok, pembatalan matakuliah berdasarkan prioritas akibat bentrok, penambahan matakuliah berdasarkan prioritas pengambilan matakuliah. Mahasiswa yang diskenariokan adalah mahasiswa tingkat II. ket: matakuliah yang bentrok adalah matakuliah di tingkat seharusnya (n) dengan matakuliah 1 tingkat di atas tingkat seharusnya (n+1)

Tabel 4. Gambaran Skenario (lanjutan)

Skenario Ke-	Tujuan Skenario
4	Skenario ini mempunyai tujuan untuk mengecek penambahan matakuliah pilihan sesuai dengan aturan yang ada. Mahasiswa yang diskenariokan adalah mahasiswa tingkat III. ket: pada skenario ini matakuliah pilihan dengan alternatif yang sama pernah diambil oleh mahasiswa, namun nilai dari matakuliah bersangkutan bernilai "D", sehingga terdapat kesempatan untuk memperbaiki nilai matakuliah tersebut, dengan cara mengambil kembali matakuliah yang bersangkutan atau memilih matakuliah pilihan lainnya.
5	Skenario ini mempunyai tujuan untuk mengecek logika kondisi jadwal perkuliahan yang bentrok, pembatalan matakuliah berdasarkan prioritas akibat bentrok, penambahan matakuliah berdasarkan prioritas pengambilan matakuliah, mengecek penambahan matakuliah pilihan. Mahasiswa yang diskenariokan adalah mahasiswa tingkat IV. ket: matakuliah yang bentrok adalah matakuliah di tingkat seharusnya (n) dengan matakuliah 1 tingkat di atas tingkat seharusnya (n+1), untuk matakuliah yang bentrok lainnya adalah matakuliah di tingkat seharusnya (n) dengan matakuliah 1 tingkat di bawah tingkat seharusnya (n-1). Matakuliah pilihan tidak dapat ditambahkan, karena matakuliah pilihan lainnya dengan alternatif yang sama pernah diambil dan bernilai "A"
6	Skenario ini mempunyai tujuan untuk mengecek logika kondisi jadwal perkuliahan yang bentrok, pembatalan matakuliah berdasarkan prioritas akibat bentrok, penambahan matakuliah berdasarkan prioritas pengambilan matakuliah. Mahasiswa yang diskenariokan adalah mahasiswa tingkat II. ket: matakuliah yang bentrok adalah matakuliah di tingkat seharusnya (n) dengan matakuliah 1 tingkat di atas tingkat seharusnya (n+1), untuk matakuliah yang bentrok lainnya adalah matakuliah di tingkat seharusnya (n) dengan matakuliah 1 tingkat di bawah tingkat seharusnya (n-1).

Contoh skenario:

Skenario yang digunakan adalah skenario 1. Informasi yang akan disimulasikan pada skenario 1 adalah mahasiswa 1 memiliki nilai IPS sebesar 2,35, sehingga dapat mengambil jumlah Satuan Kredit Semester (SKS) maksimal sebesar 20 SKS.

Matakuliah yang akan diambil pada skenario 1 adalah Bahasa Indonesia sebanyak 3 SKS, Matriks dan Ruang Vektor sebanyak 3 SKS, Proses Manufaktur I sebanyak 4 SKS, Teori Probabilitas sebanyak 2 SKS, Mekatronika sebanyak 3 SKS, Logika Pemrograman Komputer sebanyak 3 SKS, dan Pengantar Manajemen dan Bisnis sebanyak 2 SKS. Jumlah SKS yang diambil pada skenario 1 sebanyak 20 SKS, sehingga tidak dapat menambah jumlah matakuliah pada masa BDATM. Pada skenario ini tidak dihadapkan dengan kondisi jadwal matakuliah yang bentrok.

Pada skenario 1, logika serta *output* yang diharapkan antara kondisi nyata dan kondisi simulasi sama. Maka dapat disimpulkan bahwa, model simulasi dapat merepresentasikan kondisi real.

Penjelasan skenario lebih lengkap dapat dilihat dalam Ginanzar (2014).

5.2 Analisis

Output dari skenario yang dibuat sudah sesuai dengan yang diharapkan, kondisi simulasi sudah sesuai dengan kondisi *real*. Dengan penjelasan sebagai berikut:

1. Dari skenario 1 program model simulasi dapat merepresentasikan perilaku mahasiswa yang mengambil matakuliah secara reguler, artinya tidak mengambil matakuliah satu

- semester di atas ataupun di bawah semester seharusnya dan tidak dihadapkan dengan kondisi jadwal perkuliahan yang bentrok.
2. Dari skenario 2 program model simulasi dapat merepresentasikan perilaku mahasiswa yang akan menempuh tingkat II (semester 3), ingin mengambil matakuliah tingkat I (semester 1) yang sebelumnya pernah diambil namun dihadapkan pada kondisi jadwal yang bentrok. Maka program model simulasi akan memprediksi matakuliah yang akan dibatalkan adalah matakuliah tingkat I, mengingat matakuliah yang belum pernah diambil, lebih diprioritaskan untuk diambil.
 3. Dari skenario 3 program model simulasi dapat merepresentasikan perilaku mahasiswa yang akan menempuh tingkat III (semester 5), yang ingin mengambil matakuliah tingkat IV (semester 7) namun dihadapkan pada kondisi jadwal yang bentrok. Maka program model simulasi akan memprediksi matakuliah yang akan dibatalkan adalah matakuliah tingkat IV, mengingat kedua matakuliah tersebut belum pernah diambil, namun lebih memprioritaskan matakuliah dengan tingkat tempuh lebih rendah untuk diambil.
 4. Dari skenario 4 program model simulasi dapat merepresentasikan perilaku mahasiswa yang akan menempuh tingkat IV (semester 7) yang sebelumnya pada masa perwalian tidak berencana mengambil matakuliah pilihan, karena tingkat sebelumnya pernah mengambil tetapi bernilai "D". Maka program model simulasi akan memprediksi matakuliah pilihan yang akan diambil oleh mahasiswa tersebut.
 5. Dari skenario 5 program model simulasi dapat merepresentasikan perilaku mahasiswa yang akan menempuh tingkat V (semester 9), mahasiswa ini akan mengambil matakuliah yang berada di 1, 2, dan atau 3 tingkat dibawah tingkat seharusnya. Maka program model simulasi akan memprediksi matakuliah yang akan diambil oleh mahasiswa tersebut, dengan cara mempertimbangkan masing-masing nilai matakuliah dan menentukan matakuliah mana saja yang akan diambil.
 6. Dari skenario 6 program model simulasi dapat merepresentasikan perilaku mahasiswa di tingkat aktual (t) yang ingin mengambil matakuliah 1 tingkat di bawah tingkat seharusnya ($t-1$), dan mengambil matakuliah 1 tingkat di atas tingkat seharusnya ($t+1$). Akan dihadapkan dengan kondisi jadwal yang bentrok antara matakuliah ke- t dengan matakuliah ke- $(t+1)$ dan matakuliah ke- t dengan matakuliah ke- $(t-1)$. Maka program model simulasi akan memprediksi matakuliah yang akan diambil oleh mahasiswa tersebut, dengan cara membandingkan nilai dari masing-masing matakuliah tersebut, sudah diambil atau belum, dan melihat tingkat keberadaan matakuliah tersebut.

6. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengembangan model dan analisis, maka terdapat beberapa kesimpulan yaitu telah menghasilkan suatu model simulasi yang dapat memprediksi distribusi mahasiswa setiap kelas matakuliahnya, model sudah dapat merepresentasikan perilaku mahasiswa, dan model dapat digunakan oleh Ketua Jurusan dan/atau Kepala Program Studi Jurusan Teknik Industri Itenas sebagai pihak pengambil keputusan (*decision maker*) untuk membantu mengevaluasi rencana jadwal yang dibuat.

Saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah dapat menyempurnakan model dengan mengurangi asumsi-asumsi yang telah dikemukakan dan mengurangi batasan yang tercantum dalam Ginanzar (2014). Dalam menciptakan suatu jadwal perkuliahan atau sistem penjadwalan jurusan Teknik Industri Itenas yang efektif dan efisien, dibutuhkan beberapa penelitian lanjutan seperti, pengembangan perangkat lunak untuk penjadwalan (dapat dikembangkan dari penelitian Hidayat (2014)) dan perangkat lunak pendistribusian

mahasiswa yang sudah terintegrasi dengan model ini, metode pembuatan jadwal optimal (dapat dikembangkan dari penelitian Respati (2011) dan penelitian Maulana (2011)), dan mengintegrasikan satu dengan penelitian lainnya yang berhubungan dengan sistem jadwal akademis jurusan TI Itenas.

REFERENSI

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

Farrell, J., 2002, *Programming Logic and Design*. Thomson Learning, Inc, Boston.

Ginanzar, A., 2014, *Model Simulasi untuk Alat Evaluasi Rencana Jadwal Perkuliahan Jurusan Teknik Industri Itenas*, Tugas Sarjana, Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional, Bandung.

Hidayat, T., 2014, *Rancangan Perangkat Lunak Sistem Penjadwalan Perkuliahan di Jurusan Teknik Industri Itenas*, Tugas Sarjana, Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional, Bandung.

Law, A., 2007, *Simulation Modeling & Analysis*, McGrawHill, Inc.

Maulana, F., 2011, *Aplikasi Algoritma Genetik dalam Penjadwalan Kegiatan Kuliah di Perguruan Tinggi (Studi Kasus di Jurusan Teknik Industri, Itenas)*, Tugas Sarjana, Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional, Bandung.

North, M.J., & Macal, C.M., 2007, *Managing Business Complexity : Discovering Strategic Solutions with Agent-based Modeling and Simulation*. Oxford University Press, New York.

Suryani, E., 2006. *Pemodelan & Simulasi*. Graha Ilmu, Yogyakarta.

Respati, P.A., 2011, *Aplikasi Tabu Search dalam Penjadwalan Kuliah di Perguruan Tinggi (Studi Kasus di Jurusan Teknik Industri, Itenas)*, Tugas Sarjana, Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional, Bandung.