

Jurnal Praktik Bisnis

Optimalisasi Penjadwalan Perkuliahan di Fakultas Ekonomi Universitas Negeri Padang Menggunakan Algoritma Genetika

Erni Masdupi, Gesit Thabrani, dan Leni Permata Sari

Pengaruh Mekanisme *Corporate Governance* Terhadap Jumlah Pengungkapan PSAK Berbasis IFRS

Vanica Serly, Salma Taqwa

IbM Kelompok Pengrajin Industri Kreatif Ramah Lingkungan Berbasis Pandan

Tafdil Husni, Rida Rahim

Perkembangan Neraca Pembayaran Indonesia: Menurut Pendekatan Moneter (1969 – 2013)

Maryanti

Pengaruh Stres Kerja dan Kepuasan Kerja Terhadap *Turnover Intention* pada *PT Federal International Finance (FIF)* Area Solok

Rjini Sarianti, Hendri Andi Mesta, dan Elvi Agustin

Pengaruh Citra Merek dan Kelompok Acuan Terhadap Minat Kaum Muda Untuk Menjadi Anggota *Fast Model's Agency* di Kota Padang

Gesit Thabrani, Fatih Rizki Rahmadani

Peningkatan Kualitas Pelayanan Jasa Perbankan Melalui Pengimplementasian *House of Quality* pada Kasus: Bank Nagari Cabang UNP

Rahmiati, Firman, dan Rizki Triana



Pelindung

Dekan Fakultas Ekonomi Universitas Negeri Padang

Penanggung Jawab

Ketua Program Diploma III Fakultas Ekonomi
Universitas Negeri Padang

Ketua Dewan Penyunting

Yunia Wardi

Wakil Ketua Dewan Penyunting

Nelvirita

Anggota Dewan Penyunting

Hargo Hutomo (Universitas Gadjah Mada)
Wakhid Slamet Ciptono (Universitas Gadjah Mada)
Nur Adiana Hiau Abdullah (Universiti Utara Malaysia)
Erni Masdupi (Universitas Negeri Padang)
Susie Evanita (Universitas Negeri Padang)
Sulastri (Universitas Negeri Padang)
Yasri (Universitas Negeri Padang)
Herri (Universitas Andalas)

Penyunting Pelaksana

Deviani
Nurzi Sebrina
Henri Agustin
Hendri Andi Mesta
Ramel Yanuarta RE
Charoline Chesviani
Whyosi Septrizola
Gesit Thabrani
Halkadri Fitra
Salma Taqwa
Firman

Alamat Penyunting dan Tata Usaha

Program Diploma III FE UNP
Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang
Telp. 445089 Fax. (0751) 447366, e-mail: jpbfeunp@gmail.com

Jurnal Praktik Bisnis (JPB) terbit sejak Mei 2012. JPB merupakan jurnal ilmiah yang diterbitkan oleh Program Diploma III Fakultas Ekonomi Universitas Negeri Padang yang menjadi media untuk mempublikasikan artikel dan penelitian di bidang bisnis, baik secara teoritis maupun empiris yang terbit dua kali setahun (Mei dan November). Setiap artikel yang diterima akan ditinjau oleh Dewan Penyunting sesuai dengan bidang masing-masing.

Jurnal Praktik Bisnis

Volume 3, No 1, Mei 2014, ISSN: 2302-9242

DAFTAR ISI

	Halaman
Optimalisasi Penjadwalan Perkuliahan di Fakultas Ekonomi Universitas Negeri Padang Menggunakan Algoritma Genetika <i>Erni Masdupi, Gesit Thabrani, dan Leni Permata Sari</i>	1 - 16
Pengaruh Mekanisme Corporate Governance Terhadap Jumlah Pengungkapan PSAK Berbasis IFRS <i>Vanica Serfy, Salma Taqwa</i>	17 - 32
IbM Kelompok Pengrajin Industri Kreatif Ramah Lingkungan Berbasis Pandan <i>Tafdil Husni, Rida Rahim</i>	33 - 50
Perkembangan Neraca Pembayaran Indonesia: Menurut Pendekatan Moneter (1969-2013) <i>Maryanti</i>	51 - 62
Pengaruh Stress Kerja dan Kepuasan Kerja Terhadap Turnover Intention Pada PT Federal International Finance (FIF) Area Solok <i>Rini Sarianti, Hendri Andi Mesta, dan Elvi Agustin</i>	63 - 72
Pengaruh Citra Merek dan Kelompok Acuan Terhadap Minat Kaum Muda Untuk Menjadi Anggota Fast Model's Agency di Kota Padang <i>Gesit Thabrani, Fatih Rizki Rahmadani</i>	73 - 82
House of Quality <i>Gesit Thabrani, Fatih Rizki Rahmadani</i>	83 - 94

OPTIMALISASI PENJADWALAN PERKULIAHAN DI FAKULTAS EKONOMI UNIVERSITAS NEGERI PADANG MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA

Erni Masdupi, Gesit Thabrani, Leni Permata Sari

Fakultas Ekonomi Universitas Negeri Padang

Email: emasdupi@gmail.com

Fakultas Ekonomi Universitas Negeri Padang

Email: gesitthabrani@gmail.com

Fakultas Ekonomi Universitas Negeri Padang

Email: sarilenipermata@yahoo.co.id

ABSTRACT

Genetic algorithm is one method in computing evolutioner based on the principle of natural selection, Charles Darwin, on problem solving. The approach used by genetic algorithms is combining chromosomes randomly in a population through evaluation of fitness, selection, crossover and mutation to get next-generation solutions. This process is performed repeatedly, the process stops when the generation that have the highest fitness value obtained. The less constraint violation, then the fitness value of generation will be higher. The aim of the research was to optimize the lectures timetable at the Economic Faculty of State University of Padang based on genetic algorithm method. The timetable optimization was obtained by defining the constraint function, constraint functions on the lectures timetable consist of hard constraint and soft constraint. The author applies software FET 5.20.2 for the data processing. The result of the research shows that genetic algorithm method successfully applied on the lectures timetable and optimizes it. Furthermore, genetic algorithm implementation also generated the lectures timetable faster.

Keyword: *lectures scheduling, genetic algorithm, software FET*

Pada dasarnya semua perusahaan mempunyai tujuan yang sama yaitu membangun keunggulan bersaing dalam upaya menciptakan kepuasan konsumen dalam rangka memaksimalkan keuntungan dan efisiensi biaya produksi. Untuk mencapai tujuan tersebut perusahaan dapat memaksimalkan utilitas semua sumberdaya yang mereka miliki. Ironisnya, keinginan perusahaan untuk memaksimalkan utilitas sumberdaya tersebut tidak sejalan dengan kenyataan bahwa sumberdaya tersebut memiliki keterbatasan kapasitas. Oleh karena itu, perusahaan harus mencari cara memaksimalkan utilitas sumberdaya dalam keterbatasan kapasitas sumberdaya tersebut. Menurut Heizer dan Render (2010) "Salah satu cara memaksimalkan utilitas sumberdaya dalam keterbatasan kapasitas adalah dengan melakukan penjadwalan". Heizer dan Render (2010:257) menyatakan "Penjadwalan mencakup penugasan batas waktu pada pekerjaan tertentu, tetapi banyak pekerjaan bersaing secara bersamaan

dengan menggunakan sumberdaya yang sama". Di dalam penjadwalan, perusahaan mengalokasikan sumberdaya yang dimiliki dalam suatu slot waktu sehingga terbentuklah susunan pekerjaan-pekerjaan yang akan dilakukan oleh perusahaan agar seluruh pekerjaan tersebut dapat berjalan dengan baik.

Keputusan penjadwalan ini juga terjadi di institusi pendidikan, contohnya Fakultas Ekonomi Universitas Negeri Padang (FE UNP). Salah satu penjadwalan yang terdapat di FE UNP adalah penjadwalan perkuliahan. Penjadwalan perkuliahan adalah kegiatan mengalokasikan mahasiswa, dosen, mata kuliah, dan ruang kuliah dalam suatu slot waktu sehingga didapatkan jadwal perkuliahan yang mengatur kegiatan mahasiswa, dosen, dan ruangan di suatu universitas dalam periode waktu tertentu. Semua kegiatan dosen dan mahasiswa bergantung pada jadwal perkuliahan, sehingga harus disusun dengan benar agar nantinya tidak mengganggu aktivitas belajar mengajar antar dosen dan mahasiswa karena optimalisasi penjadwalan perkuliahan mempengaruhi optimalisasi kegiatan belajar mengajar. Metode penjadwalan di Fakultas Ekonomi Universitas Negeri Padang masih dilakukan secara manual oleh masing-masing program studi dengan bantuan *microsoft excel*. Hasil dari penjadwalan tersebut kemudian di *input* ke dalam Sistem Informasi Akademik (SIA). Jadwal yang dihasilkan dengan cara seperti ini cenderung menghabiskan waktu yang relatif lama dan terjadi penjadwalan ulang setelah jadwal tersebut di *input* ke SIA karena terjadi konflik jadwal antar masing-masing program studi. Selain itu, penjadwalan secara manual juga menyebabkan jadwal perkuliahan yang disusun menjadi tidak optimal. Ketidakefektifan jadwal perkuliahan tersebut digambarkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Ketidakefektifan Penjadwalan Perkuliahan di Fakultas Ekonomi UNP

No.	Komponen	Ketidakefektifan penjadwalan akibat penjadwalan manual
1	Dosen	a. Jumlah SKS masing-masing dosen belum terdistribusi secara merata b. Jarak antar 2 jadwal mengajar dosen tidak berdekatan c. Jadwal mengajar dosen perhari tidak merata
2	Mahasiswa	a. Jadwal kuliah mahasiswa perhari tidak merata
3	Mata Kuliah	a. Jadwal mata kuliah hitungan diletakkan pada siang atau sore hari b. Beberapa mata kuliah masih memiliki sedikit dosen pengajar
4	Waktu	a. Masih terdapat jadwal perkuliahan pada pukul 15:50-18:00 b. Terdapat perkuliahan pada hari Sabtu

Semua kegiatan dosen, mahasiswa, dan ruangan bergantung pada jadwal perkuliahan sehingga harus disusun dengan benar agar nantinya tidak mengganggu aktivitas belajar mengajar. Permasalahan yang sering disebut dengan *University Timetabling Problems (UTP)* ini adalah kegiatan yang rumit apabila dilakukan secara

manual dan menjadi semakin berat jika melibatkan semakin banyak faktor pertimbangan. Oleh karena itu, dibutuhkan metode optimasi yang dapat diterapkan untuk mengerjakan penjadwalan mata kuliah ini.

Penelitian ini akan menggunakan metode algoritma genetika sebagai metode untuk menyelesaikan permasalahan penjadwalan perkuliahan di FE UNP. Suyanto (2010:257) menyatakan "Penjadwalan perkuliahan merupakan suatu masalah yang kompleks dan dari sekian banyak metode optimasi, algoritma genetika adalah metode yang paling mudah diimplementasikan dan representasi individunya juga lebih fleksibel untuk berbagai masalah. Algoritma genetika dapat dimodifikasi secara bebas sehingga sesuai dengan masalah penjadwalan perkuliahan tersebut. Algoritma genetika juga cocok digunakan untuk permasalahan yang memerlukan solusi yang banyak, contohnya seperti penjadwalan perkuliahan. Selain itu dengan menggunakan algoritma genetika dapat diketahui frekuensi mengajar seorang dosen dan frekuensi kuliah suatu angkatan mahasiswa sehingga lebih mudah untuk menganalisa keoptimalan penjadwalan yang dibuat.

TINJAUAN PUSTAKA

Heizer dan Render (2010:256-257) menyatakan "Penjadwalan mencakup penugasan batas waktu pada pekerjaan tertentu, tetapi banyak pekerjaan bersaing secara bersamaan dengan menggunakan sumberdaya yang sama. Eddy (1999:287) menyatakan "Penjadwalan (*scheduling*) adalah pengaturan waktu dari suatu kegiatan operasi. Penjadwalan mencakup kegiatan mengalokasikan fasilitas, peralatan ataupun tenaga kerja bagi suatu kegiatan operasi dan menentukan urutan pelaksanaan kegiatan operasi. Dian (2011:3) mengemukakan bahwa "Penjadwalan merupakan proses untuk menyusun suatu jadwal atau urutan proses yang diperlukan dalam sebuah persoalan". Menurut Heizer dan Render (2010:257) "Dilihat dari segi tekniknya, penjadwalan dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu penjadwalan maju dan penjadwalan mundur. Penjadwalan maju adalah penjadwalan yang dimulai segera setelah persyaratan-persyaratan diketahui. Sedangkan penjadwalan mundurdidimulai dengan tanggal jatuh tempo dan menjadwalkan operasi yang terakhir terlebih dahulu.

Dalam penjadwalan terjadi 3 proses umum, yaitu sebagai berikut:(1) Mendefinisikan atau membuat model dari permasalahan. (2) Mendesain metode penyelesaian untuk permasalahan penjadwalan tersebut. (3) Mencari bermacam-macam contoh permasalahan penjadwalan yang telah dibuat. Menurut Hendra (2004:186) terdapat beberapa hal yang perlu diketahui sebelum pekerjaan dapat dijadwalkan, yaitu:(1) Jumlah dan jenis pekerjaan yang harus diselesaikan selama periode tertentu. (2) Perkiraan waktu penyelesaian suatu pekerjaan (*processing time*). (3) Batas waktu (*due date*) penyelesaian pekerjaan. (4) Tujuan penjadwalan. (5) Situasi pekerjaan yang dihadapi

Dalam melakukan penjadwalan, pembuat jadwal dapat mengalami beberapa kesulitan. Menurut Tamba (2004) kesulitan tersebut adalah: (1) Persyaratan khusus yang ditambahkan akan menambah lama waktu komputasi dalam pencarian

solusi.(2) Perancangan metode heuristik yang efektif merupakan salah satu pekerjaan yang tidak mudah untuk dilakukan. (3) Banyaknya persyaratan yang diajukan akan membuat masalah terlihat lebih kompleks dan sulit untuk diselesaikan.(4) Masalah penjadwalan sering terbentur dengan persyaratan di dunia nyata yang tidak dapat direpresentasikan dengan tepat ke dalam sistem.

Penjadwalan merupakan kegiatan yang penting dan memberikan manfaat bagi perusahaan. Menurut Heizer dan Render (2010:256) Terdapat manfaat dari penjadwalan, antara lain sebagai berikut: (1) Dengan penjadwalan secara efektif berarti pergerakan barang dan jasa pada sebuah fasilitas menjadi lebih cepat. (2) Kapasitas tambahan, pergerakan yang lebih cepat sehingga memberikan pelayanan pelanggan yang lebih baik.(3) Penjadwalan yang baik juga berperan pada komitmen yang realistis sehingga menghasilkan pengiriman yang dapat diandalkan. Eddy (1999:288) menyatakan "Tujuan penjadwalan adalah untuk meminimalkan waktu proses, waktu tunggu langganan, dan tingkat persediaan, serta penggunaan yang efisien dari fasilitas, tenaga kerja, dan peralatan. Tidak semua jadwal dikategorikan baik. Heizer dan Render (2010:260) menyatakan Terdapat empat kriteria penjadwalan yang baik. Berikut empat kriteria tersebut: (1) Meminimalkan waktu penyelesaian. (2)Memaksimalkan utilitas. (3) Meminimalkan persediaan barang setengah jadi (*Work In Process-WIP*). (4) Meminimalkan waktu tunggu pelanggan."

Dalam beberapa hal penjadwalan sistem jasa berbeda dengan penjadwalan pada sistem manufaktur (Heizer dan Render.2010:284). Perbedaan tersebut antara lain: (a)Penekanan penjadwalan pada sistem manufaktur adalah mesin dan material, sedangkan pada jasa adalah susunan kepegawaian. (b) Persediaan dapat diperlancar permintaan bagi manufaktur, tetapi kebanyakan sistem jasa tidak menyimpan persediaan. (c) Sistem jasa adalah padat karya dan permintaan tenaga kerja sangat bervariasi. (d) Pertimbangan hukum seperti peraturan upah, jam kerja, dan kontrak serikat pekerja yang membatasi jam kerja per giliran kerja, minggu, atau bulan membatasi keputusan penjadwalan. (e) Permasalahan mengenai tingkah laku, sosial, kedudukan yang lebih tinggi, dan status menjadikan penjadwalannya lebih rumit.

Dalam perkuliahan terdapat sumberdaya seperti mata kuliah, dosen, mahasiswa, waktu dan ruang kelas. Sumberdaya tersebut jumlahnya terbatas sehingga universitas harus melakukan penjadwalan yang baik karena optimalisasi penjadwalan perkuliahan mempengaruhi optimalisasi kegiatan belajar mengajar.Penjadwalan perkuliahan dikategorikan baik apabila tidak melanggar fungsi kendala penjadwalan tersebut. Menurut Petrovic dan Burke (2004)*constraints*dalam penjadwalan perkuliahan terbagi atas dua jenis, yaitu *hard constraints* dan *soft constraints*. Hal ini juga sejalan dengan pendapat Suyanto (2010:254) yang menyatakana bahwa terdapat batasan-batasan pada penjadwalan perkuliahan berupa batasan keras (*hard constraint*) dan batasan lunak (*soft constraint*). *Hard constraints* merupakan batas-batas pada penjadwalan mata kuliah yang harus dipenuhi. Solusi yang tidak melanggar *hard constraints* disebut solusi

Rumus fungsi *fitness*, ditunjukkan oleh persamaan berikut ini (Suyanto:2010):

$$f = \frac{1}{(B+a)}$$

$$B = \sum_{i=1}^N J_i P_i$$
$$f = \frac{1}{B + 1}$$

Dimana:

- a = Konstanta (selain angka 0)
- J_1 = Jumlah pelanggaran kendala ke-1
- P_1 = Penalti pelanggaran ke-1
- J_2 = Jumlah pelanggaran kendala ke-2
- P_2 = Penalti pelanggaran ke-2
- J_3 = Jumlah pelanggaran kendala ke-3
- P_3 = Penalti pelanggaran ke-3
- ...
- J_{15} = Jumlah pelanggaran kendala ke-15
- P_{15} = Penalti pelanggaran ke-15
- B = Jumlah pelanggaran dikalikan dengan penaltinya
- N = Jumlah *constraints*

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian studi kasus. Dalam penelitian ini, peneliti akan memberikan gambaran penjadwalan mata kuliah semester genap Januari-Juni 2014. Penelitian ini dilakukan di Fakultas Ekonomi Universitas Negeri Padang. Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2013. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dan data primer. Data sekunder yang digunakan peneliti merupakan data penjadwalan mata kuliah semester genap Januari-Juni 2014. Sedangkan data primer yang digunakan peneliti merupakan hasil survey mengenai penjadwalan yang baik dari segi mahasiswa.

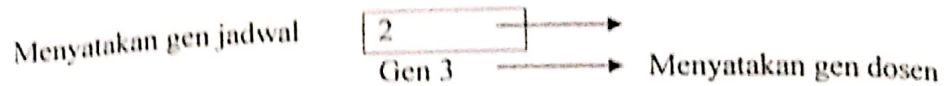
Optimalisasi penjadwalan perkuliahan dapat dinilai dengan minimalisasi pelanggaran terhadap fungsi kendala. Fungsi kendala pada penjadwalan perkuliahan terdiri dari *hard constraint* dan *soft constraint*.

Tabel 2 Definisi Operasional Variabel

No.	Variabel	Keterangan
1.	<i>Hard Constraint</i>	<p>a. Seorang dosen tidak boleh mengampu 2 mata kuliah yang berbeda pada jadwal yang sama</p> <p>b. Seorang mahasiswa tidak boleh mengambil 2 mata kuliah yang berbeda pada jadwal yang sama</p> <p>c. Satu ruangan tidak boleh digunakan untuk 2 seksi mata kuliah secara bersamaan</p> <p>d. Jadwal kuliah dilaksanakan dalam 5 hari, mulai dari Senin sampai Jumat. Kecuali perkuliahan untuk mahasiswa transfer</p> <p>e. Jam kerja dosen adalah dari pukul 07:00-18:00</p> <p>f. Adanya batasan jam perkuliahan dalam satu hari yaitu dari jam 07.00 sampai jam 18.00 dengan 1 SKS sama dengan 50 menit</p> <p>g. Jumlah maksimal mahasiswa dalam satu seksi mata kuliah adalah 60 orang. Untuk mata kuliah konsentrasi dan mata kuliah pilihan, jumlah mahasiswa per seksi adalah 40 mahasiswa</p> <p>Mahasiswa Dual Degree menggunakan ruangan berkapasitas 30 mahasiswa</p>
2	<i>Soft Constraint</i>	<p>a. Jumlah SKS mengajar dosen adalah 9 SKS-21 SKS</p> <p>b. Jarak jadwal mengajar antar 2 seksi perkuliahan yang diampu seorang dosen per hari maksimal 1 jam</p> <p>c. Jumlah maksimal jadwal mengajar seorang dosen per hari adalah 7SKS</p> <p>d. Jarak jadwal perkuliahan antar 2 seksi mata kuliah suatu angkatan mahasiswa dalam 1 hari maksimal 1 jam</p> <p>e. Mata kuliah yang materi hitungan lebih dominan dibandingkan materi konsep dilaksanakan pada pukul 07:00-12:20</p>
		<p>f. Tidak terjadi konflik jadwal mata kuliah suatu konsentrasi</p> <p>Perkuliahan dilaksanakan dari pukul 07:00 hingga pukul 15:50</p>

PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA DALAM PENJADWALAN PERKULIAHAN

Untuk dapat menerapkan metode algoritma genetika dalam penjadwalan perkuliahan, langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut: Langkah pertama adalah representasi kromosom. Struktur kromosom terbentuk dari 2 gen, yaitu gen dosen dan gen jadwal. Subgen dosen terdiri dari nama dosen, mata kuliah dan mahasiswa, sedangkan subgen jadwal terdiri dari komponen hari, jam dan ruangan. Langkah kedua adalah inialisasi populasi awal. Dari data-data diatas akan dibuat satu kromosom, misalkan sebagai berikut:



Gambar 1. Kromosom

Langkah ketiga adalah evaluasi fungsi *fitness*. Pada langkah ini, *hard constraints* harus diberikan prioritas yang lebih tinggi dibandingkan *soft constraints*. Selanjutnya, penalti (hukuman) ditentukan untuk setiap pelanggaran terhadap *constraints*.

Tabel 3 Tabel Penalti Pelanggaran *Constraint*

No	Constraint	Penalti
1	Tidak konflik dosen	1000
2	Tidak konflik mahasiswa	1000
3	Tidak konflik ruangan	1000
4	Jadwal kuliah Senin-Jumat, kecuali untuk mahasiswa transfer	1000
No	Constraint	Penalti
5	Jam kerja dosen dari pukul 07:00-18:00	1000
6	Jadwal perkuliahan 07:00-18:00	1000
7	Jumlah maksimal mahasiswa dalam satu seksi mata kuliah adalah 60 mahasiswa. Untuk mata kuliah konsentrasi dan mata kuliah pilihan, jumlah mahasiswa per seksi adalah 40 mahasiswa.	1000
8	Mahasiswa Dual Degree menggunakan ruangan berkapasitas 30 mahasiswa.	1000
9	Jumlah SKS mengajar dosen adalah 9 SKS-21 SKS	500
10	Jarak jadwal mengajar antar 2 seksi perkuliahan yang diampu seorang dosen per hari maksimal 1 jam.	500
11	Jumlah maksimal jadwal mengajar seorang dosen per hari adalah 7 sks.	500
No	Constraint	Penalti
12	Jarak jadwal perkuliahan antar 2 seksi mata kuliah angkatan mahasiswa dalam 1 hari maksimal 1 jam	500
13	Mata kuliah yang materi hitungan lebih dominan dibandingkan materi konsep dilaksanakan pada pukul 07:00-12:20	500
14	Tidak terjadi konflik jadwal mata kuliah suatu konsentrasi	500
15	Perkuliahan dilaksanakan dari pukul 07:00 hingga pukul 15:50	500

Langkah keempat adalah seleksi. Pada tahap seleksi dilakukan penilaian atas nilai *fitness* setiap individu dengan menggunakan seleksi roda roulette. Akibatnya, individu yang memiliki kualitas kromosom paling baik memiliki kemungkinan

terpilih dan dipertahankan dalam generasi/iterasi selanjutnya. Langkah kelima adalah *crossover*. Mekanisme *crossover* (kawin silang) dilakukan dengan cara menentukan secara acak satu gen dari 2 buah kromosom induk, kemudian dilakukan pertukaran hanya pada subgen jadwal saja. Proses ini dilakukan untuk menghasilkan kromosom anak.

Langkah keenam adalah mutasi. Mutasi merupakan proses mengubah nilai dari satu atau beberapa gen dalam suatu kromosom. Mutasi ini berperan untuk menggantikan gen yang melanggar *constraints* akibat seleksi. Mutasi dapat dilakukan dengan cara mengubah nilai gen dengan suatu bilangan acak antara 1 sampai 1354 yang belum pernah muncul di dalam kromosom tersebut. Agar lebih efektif dan cepat, mutasi hanya dilakukan untuk gen yang melanggar *constraints*.

Contohnya:

Kromosom awal

7	1024	56	78	90	1300	546	786	1	89
Gen	Gen	Gen	Gen	Gen	Gen	Gen	Gen	Gen	Gen
1	2	3	4	5	6	7	8	9	389

Kromosom Hasil Mutasi

7	1024	56	78	90	1300	32	786	1	89
Gen	Gen	Gen	Gen	Gen	Gen	Gen	Gen	Gen	Gen
1	2	3	4	5	6	7	8	9	389

Gambar 2. Mutasi

Langkah terakhir adalah kondisi selesai. Proses evaluasi *fitness*, seleksi, *crossover*, dan mutasi dilakukan secara berulang (iterasi). Apabila setelah beberapa generasi/iterasi berturut-turut nilai *fitness* terbaik tidak mengalami perubahan kembali, maka diambil kromosom/calon solusi dengan nilai *fitness* terbaik sebagai solusi dan memasukkan aktivitas perkuliahan ke dalam matriks slot waktu untuk membentuk suatu penjadwalan perkuliahan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penjadwalan penelitian ini, maka terbukti bahwa algoritma genetika berhasil melakukan optimalisasi penjadwalan perkuliahan dengan tidak melanggar *hard constraint* dan terjadi beberapa pelanggaran *soft constraint* dengan rincian sebagai berikut: *Constraint* pertama adalah tidak konflik dosen. Apabila seorang dosen mengajar 2 seksi perkuliahan yang berbeda pada waktu yang sama, maka hasil penjadwalan tersebut dinilai tidak layak karena optimalnya seorang dosen hanya boleh mengajar 1 seksi perkuliahan pada suatu waktu. Apabila dosen tersebut mengajar 2 seksi perkuliahan dalam satu waktu, maka dosen tersebut tidak akan optimal dalam memberikan materi pelajaran dan mahasiswa juga tidak dapat

menerima materi pelajaran dengan baik. Hasil penjadwalan pada penelitian ini menunjukkan bahwa tidak ada dosen yang mengajar 2 mata kuliah dalam suatu waktu atau dengan kata lain tidak terjadi konflik jadwal dosen sehingga hasil penjadwalan ini dikatakan layak.

Constraint kedua adalah tidak konflik mahasiswa. Sama halnya dengan dosen, suatu angkatan mahasiswa hanya dapat kuliah 1 seksi perkuliahan pada suatu waktu, misalnya tidak mungkin suatu angkatan mahasiswa kuliah 2 seksi perkuliahan untuk hari Senin 09:40-12:10. Kendala ini dibuat agar mahasiswa tersebut hanya berkonsentrasi pada 1 seksi perkuliahan saja pada hari Senin 09:40-12:10 tersebut. Apabila terjadi seorang mahasiswa mengambil 2 seksi perkuliahan pada Senin 09:40-12:10, maka mahasiswa tersebut harus membagi konsentrasinya untuk 2 seksi perkuliahan tersebut. Hal ini menyebabkan mahasiswa tersebut tidak akan optimal dalam memahami materi pelajaran. Apabila konflik mahasiswa ini terjadi, maka hasil penjadwalan tersebut dikategorikan tidak layak pakai. Hasil penjadwalan pada penelitian ini menunjukkan tidak satu pun angkatan mahasiswa yang kuliah 2 seksi perkuliahan yang berbeda di waktu yang sama atau dengan kata lain tidak terjadi konflik dari sisi mahasiswa dan hasil penjadwalan tersebut dinilai layak untuk digunakan.

Constraint ketiga adalah tidak konflik ruangan. Pada umumnya, maksimal kapasitas ruangan yang dimiliki oleh Fakultas Ekonomi adalah 60 mahasiswa dan pada umumnya kapasitas maksimal mahasiswa untuk 1 seksi perkuliahan adalah 60 mahasiswa. Oleh karena itu, satu ruangan hanya dapat digunakan untuk 1 seksi perkuliahan. Apabila terdapat 2 seksi perkuliahan yang menggunakan ruang yang sama pada waktu yang sama, maka kapasitas ruangan tersebut tidak akan mampu menampung seluruh mahasiswa dari 2 seksi perkuliahan tersebut. Apabila hasil penjadwalan perkuliahan memiliki konflik ruangan, maka hasil penjadwalan tersebut dikategorikan tidak layak. Berdasarkan hasil penjadwalan, tidak terjadi konflik ruangan artinya hanya ada 1 seksi perkuliahan di 1 ruangan pada suatu waktu. Oleh sebab itu, hasil penjadwalan ini dikategorikan layak.

Constraint keempat adalah jadwal kuliah Senin-Jumat, kecuali untuk mahasiswa transfer. Selama ini, kebijakan yang berlaku di Fakultas Ekonomi adalah jadwal perkuliahan untuk semua mahasiswa (kecuali mahasiswa manajemen transfer) adalah hari Senin-Sabtu pukul 07:00-18:00. Sedangkan, jadwal perkuliahan untuk mahasiswa manajemen transfer adalah hari Jumat-Minggu pukul 07:00-18:00. Apabila hasil penjadwalan melanggar kebijakan ini, maka hasil penjadwalan tersebut tidak layak untuk dipakai. Hasil survey kepada mahasiswa menunjukkan bahwa banyak yang keberatan dengan perkuliahan di hari Sabtu dan mengingat jumlah seksi perkuliahan di semester Januari-Juni 2014 dengan keterbatasan ruangan dan jumlah dosen yang dimiliki Fakultas Ekonomi kemungkinan besar keinginan tersebut sulit untuk direalisasikan. Tetapi, setelah kegiatan-kegiatan tersebut dijadwalkan dengan metode algoritma genetika terlihat bahwa keinginan tidak ada perkuliahan di hari Sabtu tersebut tidak mustahil untuk diwujudkan. Hasil penjadwalan menunjukkan

bahwa kegiatan-kegiatan perkuliahan tersebut (kecuali perkuliahan mahasiswa transfer) cukup dilaksanakan pada hari Senin-Jumat saja sehingga tidak ada perkuliahan di hari Sabtu. Mengingat kebijakan yang berlaku untuk mahasiswa transfer, maka jadwal perkuliahan untuk mahasiswa transfer tetap dilaksanakan pada hari Jumat-Minggu.

Constraint kelima adalah jam kerja dosen dari pukul 07:00-18:00. Selama ini, jam operasi Fakultas Ekonomi adalah pukul 07:00-18:00, sehingga jam kerja dosen adalah pukul 07:00-18:00. Artinya, dosen tersebut tidak bisa mengajar di luar waktu tersebut. Hasil penjadwalan menunjukkan tidak ada pelanggaran pada kendala ini atau dengan kata lain tidak ada dosen yang mengajar diluar pukul 07:00-18:00. *Constraint* keenam adalah jadwal perkuliahan adalah pukul 07:00-18:00. Mengingat jam operasi Fakultas Ekonomi adalah pukul 07:00-18:00 dan jam kerja dosen adalah pukul 07:00-18:00, maka kegiatan perkuliahan di Fakultas Ekonomi harus dilaksanakan pada pukul 07:00-18:00. Hasil penjadwalan yang dibuat menunjukkan bahwa tidak terjadi pelanggaran terhadap kendala ini.

Constraint ketujuh adalah jumlah maksimal mahasiswa dalam satu seksi mata kuliah adalah 60 mahasiswa. Untuk mata kuliah konsentrasi dan mata kuliah pilihan, jumlah mahasiswa per seksi adalah 40 mahasiswa. Kapasitas mahasiswa ini dibuat mengingat sebagian besar kapasitas maksimal ruangan di Fakultas Ekonomi adalah 60 mahasiswa. Tetapi untuk mata kuliah di ruangan khusus contohnya seperti mata kuliah *micro teaching* di lokal M.306 (kapasitas ruangan 40 mahasiswa) dan mata kuliah simulasi bisnis di M.307 (kapasitas ruangan 25 mahasiswa), jumlah maksimal mahasiswa untuk 1 seksi perkuliahan tersebut mengikuti kapasitas ruangan yang dipakai yaitu 40 mahasiswa untuk perkuliahan *micro teaching* dan 25 mahasiswa untuk perkuliahan simulasi bisnis. Untuk mata kuliah pilihan dan mata kuliah konsentrasi yang jumlah seksi perkuliahan mata kuliah tersebut lebih dari 1 seksi, maka jumlah maksimal mahasiswa untuk seksi perkuliahan tersebut adalah 40 mahasiswa. Apabila mata kuliah pilihan dan mata kuliah konsentrasi tersebut hanya memiliki 1 seksi perkuliahan, maka kapasitas mahasiswa di seksi perkuliahan tersebut adalah 60 mahasiswa. Hasil penjadwalan yang dibuat telah memenuhi kendala ini dan tidak ada yang melanggar kendala tersebut sehingga hasil penjadwalan dinilai layak untuk digunakan.

Constraint kedelapan adalah mahasiswa Dual Degree menggunakan ruangan berkapasitas 30 mahasiswa. Peraturan di Fakultas Ekonomi yang berhubungan dengan mahasiswa dual degree adalah perkuliahan untuk mahasiswa tersebut harus dilaksanakan di ruangan khusus dual degree yang berkapasitas 30 mahasiswa, yaitu ruang M.303, M.325, dan M.403. Hasil penjadwalan menunjukkan bahwa kendala ini terpenuhi dan tidak ada pelanggaran atas kendala ini. *Constraint* kesembilan adalah jumlah SKS mengajar dosen adalah 9 SKS-21 SKS. Jumlah maksimal mata kuliah yang diampu oleh seorang dosen adalah 21 SKS dan minimal 9 SKS, kegiatan penelitian juga dihitung sebagai SKS mengajar dosen. Sehingga, apabila jumlah SKS mengajar dosen tersebut kurang dari 9 SKS tetapi dosen tersebut melakukan

penelitian maka jumlah SKS dosen yang bersangkutan sudah dihitung 9 SKS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah SKS semua dosen di Fakultas Ekonomi (kecuali dosen luar) sudah memenuhi peraturan ini dan hasil penjadwalan juga menunjukkan tidak ada pelanggaran terhadap kendala ini.

Constraint kesepuluh adalah jarak jadwal mengajar antar 2 seksi perkuliahan yang diampu seorang dosen per hari maksimal 1 jam. Kendala ini ditetapkan untuk mengatur agar jarak antar jadwal-jadwal perkuliahan per hari yang diampu oleh seorang dosen berdekatan atau tidak lebih dari 1 jam. Selama ini, jadwal kuliah di Fakultas Ekonomi kurang memperhatikan aspek ini. Ketika jarak antar jadwal-jadwal perkuliahan per hari lebih dari 1 jam, maka dosen tersebut akan mengalami keletihan/kebosanan akibat menunggu jeda waktu mengajar yang lama. Apabila dosen telah mengalami keletihan/kebosanan, maka dikhawatirkan dosen tersebut tidak optimal dalam memberikan materi perkuliahan. Oleh karena itu, jarak antar jadwal-jadwal perkuliahan yang diampu per hari oleh seorang dosen sangat penting untuk diperhatikan. Hasil penjadwalan pada menunjukkan bahwa tidak ada pelanggaran terhadap kendala ini dan jarak jadwal-jadwal perkuliahan yang diampu dosen per hari berkisar antara 10 menit-60 menit. Sehingga, untuk penjadwalan perkuliahan semester selanjutnya penetapan jadwal mengajar yang berdekatan tidak mustahil untuk dilakukan. Tetapi, kendala ini tidak berlaku pada hari Rabu dan Jumat karena pukul 09:40-12:20 pada hari Rabu dan Jumat digunakan untuk ujian seminar proposal penelitian dan ujian skripsi sehingga apabila pada hari Rabu dan hari Jumat jeda jadwal perkuliahan dosen atau mahasiswa lebih dari 1 jam, maka kegiatan tersebut tidak dinilai pelanggaran *constraint*.

Constraint kesebelas adalah jumlah maksimal jadwal mengajar seorang dosen per hari adalah 7 SKS. Penetapan kendala ini bertujuan agar jumlah jadwal mengajar per hari seorang dosen terdistribusi secara merata. Artinya, tidak ada hari dimana seorang dosen mengajar 7 SKS sedangkan untuk hari lain hanya 2 SKS. Jadwal mengajar yang terlalu padat membuat dosen mengalami keletihan dan kebosanan, sehingga dikhawatirkan tidak dapat berkonsentrasi maksimal dalam memberikan materi perkuliahan kepada mahasiswa. Apabila dosen tidak berkonsentrasi dalam menyampaikan materi perkuliahan, maka dapat membuat mahasiswa tidak dapat mengerti mengenai materi perkuliahan yang disampaikan dosen tersebut. Oleh karena itu, aspek seperti ini sangat penting untuk diperhatikan mengingat tujuan dari kegiatan perkuliahan adalah membuat mahasiswa memahami materi perkuliahan. Apabila mahasiswa tidak dapat memahami materi perkuliahan, maka dapat dikatakan tujuan perkuliahan tersebut belum tercapai. Penetapan *constraint* seperti ini juga diberlakukan untuk mahasiswa, artinya jumlah maksimal perkuliahan suatu mahasiswa per hari adalah 7 SKS. Tetapi, untuk mahasiswa tidak diprioritaskan bahwa perkuliahan per hari suatu angkatan mahasiswa tersebut harus merata. Hal ini dikarenakan *software FET* akan mengalami kesulitan untuk memenuhi jadwal perkuliahan yang merata dari segi dosen dan dari segi mahasiswa. Selain itu, selama ini mahasiswa bebas memilih apakah akan mengambil mata kuliah di kelas reguler,

non reguler. atau reguler/non reguler. Pilihan seperti ini dapat membuat mahasiswa mengatur sendiri jadwal perkuliahan sesuai dengan keinginan mereka, tetapi pilihan seperti ini tidak dimiliki oleh dosen. Oleh sebab itu, jadwal perkuliahan per hari yang merata hanya diprioritaskan untuk dosen. Hasil penjadwalan menunjukkan bahwa keinginan ini terpenuhi dan tidak terjadi pelanggaran terhadap kendala tersebut. Artinya, jumlah maksimal jadwal mengajar per hari seorang dosen adalah 7 SKS dan jumlah maksimal perkuliahan per hari suatu angkatan mahasiswa adalah 7 SKS. Penetapan *constraint* ini bertujuan agar jadwal mengajar seorang dosen terdistribusi secara merata. Hasil penjadwalan menunjukkan tidak semua jadwal mengajar per hari dosen terdistribusi secara merata. Hal ini dikarenakan jumlah kegiatan perkuliahan yang banyak dan keterbatasan waktu dan ruangan membuat sistem tidak dapat membuat jadwal semua dosen terdistribusi secara merata setiap hari.

Constraint kedua belas adalah jarak jadwal perkuliahan antar 2 seksi mata kuliah suatu angkatan mahasiswa dalam 1 hari maksimal 1 jam. Sama dengan dosen, jarak antar jadwal-jadwal perkuliahan yang lebih dari 1 jam membuat mahasiswa mengalami kelelahan dan kebosanan akibat lama menunggu. Keadaan ini dapat membuat mahasiswa tersebut tidak bisa berkonsentrasi dengan materi perkuliahan dan sulit untuk memahami materi perkuliahan. Ironisnya, selama ini fakta tersebut tidak diperhatikan pada penjadwalan sebelumnya. Berdasarkan hasil penjadwalan terlihat keinginan mahasiswa ini dapat direalisasikan dan tidak ada pelanggaran terhadap *constraint* ini. Penetapan kendala ini hanya berlaku untuk mahasiswa di angkatan yang sama, tidak untuk mahasiswa yang mengambil mata kuliah angkatan sebelumnya atau sesudahnya. Sehingga, apabila jumlah SKS per hari mahasiswa yang mengambil mata kuliah angkatan sebelum atau angkatan sesudahnya lebih dari 7 SKS, maka hal ini tidak dianggap pelanggaran terhadap *constraint* ini.

Constraint ketiga belas adalah mata kuliah yang materi hitungan lebih dominan dibandingkan materi konsep dilaksanakan pada jam ke-1 sampai jam ke-6. Mata kuliah yang materi hitungan lebih dominan dibandingkan materi konsep dianggap mata kuliah yang sulit dan membutuhkan konsentrasi yang tinggi untuk memahami materi perkuliahan ini. Pagi hari dianggap waktu dimana konsentrasi mahasiswa masih dalam keadaan yang tinggi dan hasil wawancara dengan mahasiswa juga menunjukkan bahwa mereka lebih menyukai perkuliahan mata kuliah ini dilaksanakan pada pagi hari. Selama ini, penjadwalan perkuliahan belum mengakomodasi keinginan ini. Artinya, perkuliahan untuk mata kuliah ini dilaksanakan pada siang bahkan pada sore hari dimana konsentrasi mahasiswa sudah berada di level yang rendah. Hasil penjadwalan penelitian ini menunjukkan keinginan ini dapat terpenuhi oleh program studi manajemen, akuntansi, pendidikan ekonomi, ekonomi pembangunan, tetapi *constraint* ini sulit dipenuhi oleh perkuliahan di program studi diploma III. Hal ini disebabkan mata kuliah dominan hitungan di program studi diploma III terdiri dari 4 SKS. Oleh sebab itu, software mengalami kesulitan untuk menempatkan semua perkuliahan tersebut pada pukul 07:00-12:20.

Constraint keempatbelas adalah tidak terjadi konflik jadwal mata kuliah suatu konsentrasi. Jadwal perkuliahan mata kuliah konsentrasi pada umumnya hanya terdiri dari 1 seksi perkuliahan untuk suatu mata kuliah dan mata kuliah tersebut wajib diambil oleh semua mahasiswa suatu konsentrasi. Apabila terjadi konflik, maka mahasiswa harus mengambil mata kuliah tersebut satu tahun kemudian. Hasil penjadwalan menunjukkan tidak terjadi konflik jadwal mata kuliah konsentrasi di semua konsentrasi yang dimiliki oleh masing-masing program studi.

Constraint kelimabelas adalah perkuliahan dilaksanakan dari pukul 07:00 hingga pukul 15:50. Selama ini, jadwal perkuliahan di Fakultas Ekonomi dilaksanakan pada pukul 07:00-18:00. Sebagian besar dosen dan mahasiswa keberatan dengan perkuliahan pada pukul 16:20-18:00 karena waktu tersebut dianggap waktu untuk beristirahat dan bersantai. Oleh sebab itu, penjadwalan perkuliahan di semester Januari-Juni 2014 ini diatur agar tidak terjadi perkuliahan pada pukul 16:20-18:00. Hasil penjadwalan pada penelitian ini menunjukkan bahwa pelanggaran *constraint* ini hanya terjadi pada perkuliahan program studi diploma III. Artinya, sebagian besar kegiatan perkuliahan semester Januari-Juni 2014 dilaksanakan pada pukul 07:00-15:50. Pelanggaran terhadap *constraint* ini terjadi karena mata kuliah di diploma III sebagian besar terdiri dari mata kuliah 4 SKS, 6 SKS, dan 3 SKS. Ketentuan ini menyebabkan perkuliahan untuk mahasiswa diploma III tidak cukup waktu apabila hanya dilaksanakan pada pukul 07:00-15:50 saja.

Selain tidak ada pelanggaran pada *hard constraint* dan 1 pelanggaran *soft constraint*, penerapan algoritma genetika juga menyebabkan proses penjadwalan perkuliahan menjadi lebih cepat dan tidak terjadi penjadwalan ulang setelah jadwal tersebut ke Sistem Informasi Akademik (SIA) karena jadwal tersebut tidak lagi dijadwalkan oleh masing-masing program studi tetapi bisa dijadwalkan oleh 1 orang saja sehingga tidak akan terjadi konflik jadwal baik dari segi dosen, mahasiswa, ataupun ruangan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dalam penelitian ini, maka diperoleh beberapa simpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan metode algoritma genetika dalam penjadwalan perkuliahan semester genap Januari-Juni 2014 dapat menghasilkan pola jadwal perkuliahan yang lebih optimal
2. Hasil penjadwalan penelitian ini menunjukkan bahwa penetapan *hard constraint* dan *soft constraint* dapat diterapkan pada penjadwalan perkuliahan di Fakultas Ekonomi.
3. Dengan penggunaan *software FET* membuat penjadwalan perkuliahan menjadi lebih cepat, lebih mudah, dan jadwal yang dihasilkan juga lebih optimal.

SARAN

Untuk dapat lebih mengoptimalkan penjadwalan perkuliahan di Fakultas Ekonomi Universitas Negeri Padang, penulis memberikan saran-saran sebagai berikut: (1) Penggunaan metode algoritma genetika dalam penjadwalan perkuliahan di Fakultas Ekonomi Universitas Negeri Padang karena penggunaan metode tersebut menjadikan pola perkuliahan menjadi lebih terstruktur. (2) Penjadwalan perkuliahan selanjutnya memperhatikan *hard constraints* dan *soft constraint* karena hasil penelitian ini menunjukkan bahwa fungsi kendala tersebut tidak mustahil diterapkan pada penjadwalan perkuliahan di Fakultas Ekonomi dan membuat hasil jadwal perkuliahan menjadi lebih optimal. (3) *Software FET* dapat digunakan untuk penjadwalan perkuliahan di Fakultas Ekonomi dan dapat menghasilkan jadwal perkuliahan yang optimal dalam waktu yang lebih singkat. (4) Pengaturan mata kuliah dilengkapi dengan pengaturan mengenai durasi perkuliahan mata kuliah tersebut. Sehingga, proses *input* data durasi kegiatan perkuliahan tidak diharus diatur satu per satu dan proses *input* data menjadi lebih cepat serta kesalahan *input* data dapat diperkecil. (5) Pengaturan *constraint* waktu diatur dalam satuan menit atau detik sehingga hasil penjadwalan dengan menggunakan *software* ini dapat lebih disesuaikan dengan kebutuhan pengguna.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Dian Ariani. (2011). "Optimasi Penjadwalan Mata Kuliah Di Jurusan Teknik Informatika PENS Dengan Menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO)". ([http:// digilib.its.ac.id](http://digilib.its.ac.id). diakses pada tanggal 23 Oktober 2012).
- Eddy Herjanto. 1999. *Manajemen Produksi dan Operasi Edisi Kedua*. Jakarta: Grasindo.
- Eka Permata Sari. *Algoritma Genetika Untuk Optimasi Pengaturan Jadwal Kuliah*. Padang: UPI "YPTK". (http://upi-yptk.ac.id/ejournal/File_Jurnal/09101152630348_EkaPermataSari_If6_Teknik%20Informatika.pdf. diakses tanggal 2 Juli 2013).
- Heizer dan Render. 2010. *Manajemen Operasi Buku 2 Edisi 9*. Jakarta: Salemba Empat.
- _____ 2011. *Manajemen Operasi Buku 1 Edisi 9*. Jakarta: Salemba Empat.
- Hendra Kusuma. 2004. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Andi Offset.
- <http://kamusbahasaIndonesia.org/jadwal>
- <http://www.lalescu.ro/liviu/fet>.
- Lawrence. 1991. *Handbook of Genetic Algorithms*. New York: VanNostrandReinhold.

- Muhammad Syadid. 2008. *Penjadwalan Perkuliahan Menggunakan Algoritma Genetika*. Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer Vol. 6, No. 1. Bogor: IPB.
- Petrovic, Sanja and Edmund Burke. 2004. *University timetabling*. Handbook of Scheduling: Algorithms, Models, and Performance Analysis (Chapter 45). Washington DC: CRC Press.
- Nur Indriantoro dan Bambang Supomo. (1999). *Metodologi Penelitian Bisnis Untuk Akuntansi dan Manajemen*. Yogyakarta: BPFE.
- Suyanto. 2010. *Algoritma Optimasi Deterministik atau Probabilitik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- TambaGMP.2004. *Sistem Penjadwalan Perkuliahan Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus Fakultas Matematika dan IPA IPB)* [skripsi]. Bogor: Departemen Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Waluya, Eka. 2010. *FET Software Penyusunan Jadwal Sekolah*. Buku tidak diterbitkan (Online). (<http://ekawaluya.blogspot.com/2010/06/kontak-kami-contact.html>, diakses Juni 2010).