

Perancangan Sistem Informasi Penjadwalan *Resource* Perguruan Tinggi Menggunakan Metode Particle Swarm Optimization (PSO)

Mansur
Prodi Teknik Informatika
Politeknik Negeri Bengkalis
Kampus Politeknik Negeri Bengkalis, Jalan Bathin Alam, Sei. Alam, 28651
Telp (+62)766-7008877, Fax. (+62)766-8001000
Email: mansur.polbeng82@gmail.com

Abstrak

Sistem informasi manajemen penjadwalan kuliah merupakan suatu sistem berfokus pada pengelolaan data akademik dan *constraints* dalam upaya mengoptimalkan penggunaan *resource* yang tersedia dan terhindar dari bentrok, sehingga informasi yang dihasilkan efektif. Hasil dari informasi tersebut dapat membantu perguruan tinggi dalam merencanakan penggunaan ruangan, dan melakukan pengembangan program studi pada Politeknik Negeri Bengkalis. Tujuan penelitian ini adalah membuat sistem informasi penjadwalan kuliah untuk pemanfaatan *resource* pada perguruan tinggi menggunakan *particle swarm optimization*. Data *resource* dan *constraint* diimplementasikan menggunakan sistem informasi penjadwalan dengan pendekatan algoritma PSO. Hasil analisa data menggunakan algoritma PSO dengan menggabungkan enam *hard constraint* dan dua *soft constraint* belum dapat menghasilkan solusi yang optimal, karena masih terdapat bentrok dosen-*timeslot* (*soft1*), namun tanpa menggabungkan kedua *soft constraint* dapat menghasilkan solusi yang optimal dalam penggunaan ruangan, dimana solusi terbaik dengan nilai fitness (0,333), c_1 (2,0), c_2 (2,0), w (0,2), dan maksimal iterasi 10 dari solusi yang diinginkan. Hasil akhir penelitian adalah sistem informasi manajemen penjadwalan kuliah berbasis web (lokal) dan desktop untuk pemanfaatan *resource* yang menghasilkan informasi jadwal kuliah dan penggunaan ruangan pada perguruan tinggi.

Kata kunci : Perancangan sistem informasi, penjadwalan kuliah, PSO, perguruan tinggi

Abstract

Course timetabling management information system is a system focusing on academic data management and constraints in optimizing the use of available resources and avoid clashing in the process of making class timetabling, so that the resulting information will be effective. The results of such information may assist the college in planning the use of space, and to develop new majors at State Polytechnic of Bengkalis. The purpose of this research is to create an information system for the utilization of resource course timetabling in college using Particle Swarm Optimization (PSO). The data of resource and constraints are implemented using timetabling information system with PSO algorithm. The results of the data analysis using the PSO algorithm by combining six hard constraint and two soft constraints cannot produce an optimal solution, because there are still clashing lecturer-timeslot (soft1), but without combining both soft constraints can produce maximum solutions in the use of the room, where the solution with the best fitness value (0.333), $c_1(2,0)$, $c_2(2,0)$, $w(0,2)$, and maximum of 10 iterations of the desired solution. The final results of research are timetabling management information system is web-based (local) and desktop for resource utilization that generates class timetable information and use of the room.

Keywords : Plan of Information System, Course Timetabling, PSO, College

PENDAHULUAN

Sistem informasi manajemen penjadwalan kuliah pada perguruan tinggi merupakan suatu upaya dalam meningkatkan kinerja akademik dalam mengelola, memproses data *resource* dan kendala yang tersedia. Pengelolaan tersebut bertujuan untuk menghasilkan informasi berkualitas dan efektif (De-

mirdjian, 2003), sehingga dapat memberikan informasi yang akurat dalam pengambilan keputusan untuk mencapai tujuan perguruan tinggi (Kenneth dan Jane, 2010).

Penjadwalan merupakan suatu alokasi, berfokus pada kendala (*constraints*), dan *resource* untuk *object* yang ditempatkan dalam ruang dan waktu (Pongcharoen *et al*, 2008).

Penjadwalan di perguruan tinggi merupakan masalah *nested partitioning* dan kompleksitas, seperti jadwal kuliah dan ujian akhir (Chu *et al.*, 2006). Kompleksitas terjadi ketika jumlah mahasiswa dan pertemuan matakuliah yang harus dijadwalkan sangat banyak hingga mencapai ratusan bahkan ribuan. Dalam proses penjadwalan kuliah kita tidak hanya memperhatikan terjadinya bentrok pada level kelas dan dosen tetapi juga harus memperhatikan jadwal pertemuan semua mahasiswa agar tidak bentrok, sehingga jadwal yang dihasilkan dapat menjadi efisien dengan preferensi yang fleksibel (Shiau, 2011).

Penjadwalan kuliah pada perguruan tinggi merupakan masalah pencarian yang melibatkan dan menugaskan satu set *timeslot* dalam meningkatkan kepuasan untuk mengatasi *constraint* yang merupakan peranan penting dalam menghasilkan jadwal yang optimal (Kanoh dan Chen, 2013). Masalah tersebut secara umum memiliki karakteristik yang tidak jauh berbeda dengan perguruan tinggi lainnya, dimana jadwal kuliah selalu berkaitan dengan *timeslot*, ruangan, mata kuliah, mahasiswa, dosen dan *constraint*, dimana setiap tahun ajaran terdiri dari dua semester yaitu ganjil dan genap (Irene *et al.*, 2009).

Algoritma PSO berfokus pada penyelesaian masalah optimasi dalam pencarian ruang untuk mendapatkan solusi (Kennedy dan Eberhart, 1995). Algoritma PSO dapat menyelesaikan masalah penjadwalan kuliah dengan meminimalkan kesenjangan waktu dan memaksimalkan pemanfaatan *resource* dan *constraints* dalam penggunaan ruangan yang efektif (Teoh *et al.*, 2013). PSO dapat diterapkan untuk penjadwalan diperguruan tinggi maupun ditingkat sekolah secara efektif dan efisien.

Ada tiga dasar pokok dalam penjadwalan pendidikan yaitu : *university timetabling*, *exam timetabling and school timetabling*, yang memiliki dua kategori dalam penerapan sistem penjadwalan yaitu; *hard constraints*

berhubungan dengan kepuasan dalam menghasilkan jadwal yang fisibel dan *soft constraints* berhubungan kualitas sistem penjadwalan, dimana data yang dibutuhkan seperti data pengajar, ruangan, hari, jam mata pelajaran, jam mengajar per hari, jam mengajar per kelas, total jam mengajar, total jam per kelas dan biaya (Tassopoulos dan Beligianis, 2012).

Berdasarkan masalah tersebut maka peneliti tertarik untuk melakukan “Perancangan Sistem Informasi Penjadwalan Kuliah Perguruan Tinggi menggunakan Metode PSO, sehingga dapat membantu kinerja akademik dalam melakukan pengolahan, pembuatan dan penyajian informasi jadwal kuliah secara efisien dan efektif.

TINJAUAN PUSTAKA

Penjadwalan akademik merupakan masalah penjadwalan pada perguruan tinggi. Penjadwalan akademik meliputi jadwal perkuliahan dan ujian akhir, jadwal perkuliahan bertujuan untuk meminimalkan kesenjangan antara waktu dosen dan mahasiswa, sementara jadwal ujian akhir untuk memaksimalkan kesenjangan waktu dan pengawas. Masalah penjadwalan dapat diterapkan dengan menggunakan metode *metaheuristic* seperti *tabu search (TS)*, *genetic algorithm (GA)*, *simulated annealing (SA)*, *particle swarm optimization (PSO)*, *fuzzy logic algorithm*, *ant colony optimization (ACO)*, and *hyperheuristics* (Teoh, *et al.*, 2013).

Beberapa penelitian mengenai penjadwalan yang berfokus pada alokasi ruangan dan waktu dalam menyelesaikan masalah untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan seperti, penerapan sistem penjadwalan di universitas menggunakan *Hybrid particle swarm optimization (HPSO)* dengan 6 *hard constraint* dan 4 *soft constraint* untuk menghasilkan preferensi yang fleksibel. Algoritma HPSO diuji pada universitas di Taiwan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma HPSO dapat menyelesaikan masalah pengaturan penjadwalan matakuliah

untuk instruktur dan mahasiswa secara efisien berdasarkan kepuasan yang optimal (Shiau, 2011).

Membangun penjadwalan pengajaran dengan menggunakan variabel acak melalui teknik dan algoritma yang berfokus pada penerapan aplikasi *school timetable builder* (STB) yang terdiri dari *teachers, classroom, and time* pada sistem pendidikan yang spesifik. Aplikasi STB dibuat menggunakan visual basic 6.0 yang berjalan pada microsoft windows, dengan menciptakan array pada masing-masing variabel guru, ruangan, hari kerja, jam pelajaran per hari untuk setiap ruangan. Teknik yang digunakan *random sampling function, conjunction with the randomize command, and integer number*. Penelitian ini menghasilkan aplikasi yang bekerja dengan variabel acak dan output sangat efektif (Panagiotakopoulos, 2008).

Dalam pemecahan masalah penjadwalan untuk mengoptimalkan penggunaan *resource* dan *constraint* tidak mudah sehingga komunitas peneliti AI (*artificial intelligence*) dalam penelitian dibidang *timetable* menemukan beberapa variasi dalam memecahkan masalah tersebut dengan menggunakan berbagai teknik yaitu (Norberciak, 2009) :

1. Metode sekuensial, metode ini menggunakan teknik heuristik dan menetapkan kegiatan secara beruruta kedalam periode waktu yang telah ditentukan (*timeslot*), sehingga kegiatan yang ditempatkan pada *timeslot* tidak bentrok dengan kegiatan yang lain.
2. Metode *cluster*, pada metode ini kegiatan dikumpulkan kedalam kelompok dimana setiap dua kegiatan dalam kelompok tersebut tidak bertentangan satu sama lainnya. Kelemahan pendekatan ini pada pembentukan kelompok dari awal secara tetap sehingga menghasilkan kualitas *timetable* yang kurang baik.
3. Metode berbasis kendala, pada metode ini *timetable* dimodelkan sebagai satu set variable domain berupa kegiatan yang memiliki keterbatasan *resource* yang ha-

rus ditempatkan pada *timeslot* untuk memenuhi sejumlah kendala yang ada.

4. Metode metaheuristik, variasi metode metaheuristik dalam menyelesaikan masalah *timetable* yaitu: SA, tabu search, PSO, evolutionary algorithm, dan pendekatan *hybrid* lainnya. Metode tersebut bertujuan untuk menemukan strategi dalam proses pencarian dalam meningkatkan solusi optimal dan menghindari lokal optimal.

Menurut Irene *et al*, (2009) dalam penerapan penjadwalan kuliah pada Universitas ada beberapa *hard constraints* dan *soft constraints* yang digunakan untuk mendapatkan hasil jadwal yang lebih baik. Adapun *constraint* yang digunakan yaitu sebagai berikut :

1. *Hard constraints* :
 - a. Kendala bentrok waktu dosen; dosen tidak boleh mengajar lebih dari satu matakuliah dalam timeslot yang sama.
 - b. Kendala bentrok waktu *group* mahasiswa; satu *group* mahasiswa tidak boleh ditugas lebih dari satu mata kuliah dalam *timeslot* yang sama.
 - c. Kendala bentrok ruangan kelas; satu ruangan tidak boleh ditugaskan lebih dari satu matakuliah untuk *timeslot* yang sama.
 - d. Kendala kapasitas ruangan kelas; jumlah mahasiswa yang mengikuti pembelajaran pada ruangan kelas tidak boleh melebihi kapasitas ruangan.
 - e. Kendala ruangan kelas dan *domain-timeslot*; ruangan kelas atau *timeslot* yang ditugaskan untuk matakuliah harus berada pada domain yang ada.
 - f. Kendala *timeslot*; untuk kegiatan bukan akademik seperti ekstra kurikulum dan jam makan siang disediakan timeslot tertentu sehingga mereka tidak bersedia untuk melakukan proses perkuliahan.
2. *Soft constraints* :

- a. Dosen dapat menentukan jadwal dengan preferensi matakuliah dan periode waktu berdasarkan *timeslot* yang tersedia.
- b. Menentukan jadwal dengan preferensi matakuliah terhadap ruang kelas atau laboratorium yang tersedia.

Tabel 1, menunjukkan representasi jadwal kuliah dalam satu set pertemuan dalam lima hari dengan 43 periode.

Tabel 1. Jadwal kuliah dalam satu minggu

Time	Mond	Tuesd	Wed	Thurs	Frid
08:00 - 08:50	1	2	3	4	5
09:00 - 09:50	6	7	8	9	10
10:00 - 10:50	11	12	13	14	15
11:00 - 11:50	16	17	18	19	20
12:00 - 12:50	21	22	23	24	
13:00 - 13:50					
14:00 - 14:50	25	26		27	
15:00 - 15:50	28	29		30	31
16:00 - 16:50	32	33		34	35
17:00 - 17:50	36	47		38	39
18:00 - 18:50	40	41		42	43

Sumber : Irene, *et al*, (2009)

PSO merupakan salah satu teknik dasar dari *swarm intelligence system* untuk menyelesaikan masalah optimasi dalam pencarian ruang sebagai suatu solusi. PSO pertama kali diusulkan oleh James Kennedy dan Eberhart (1995), dirancang untuk mensimulasikan burung dalam proses pencarian makanan. *Swarm intelligence system* melakukan penyebaran kecerdasan yang inovatif dalam menyelesaikan masalah optimasi dengan mengambil inspirasi dari contoh biologis, seperti fenomena kelompok (*swarm*) pada hewan, dimana setiap kelompok memiliki perilaku individu dalam melakukan tindakan bersama untuk mencapai tujuan yang sama. *Swarm* biasa disebut agen, setiap agen bertindak berdasarkan aturan lokal meskipun tidak ada pusat kendali untuk setiap agen dalam melakukan reaksi, sehingga terbentuknya suatu kecerdasan (*intelligence*) global tanpa disadari oleh setiap agen dalam

suatu kawanan untuk mencapai tujuan (Sumathi dan Surekha, 2010).

PSO merupakan salah satu metode meta-heuristik yang pencarian solusi berdasarkan populasi dari sekelompok burung atau ikan, dimana setiap populasi memiliki individu yang dapat mempengaruhi individu lainnya. Individu tersebut disebut juga sebagai partikel yang diperlakukan seperti sebuah titik pada suatu dimensi ruang waktu tertentu (Santoso dan Willy, 2011).

Pada algoritma PSO pencarian solusi dilakukan secara acak dari suatu populasi, dimana setiap partikel berkaitan dengan posisi dan kecepatan dalam melakukan pencarian baru secara dinamis berdasarkan perilaku mereka. Setiap partikel memiliki nilai *fitness* yang harus dievaluasi untuk setiap generasi berdasarkan *local best* (*pbest*) dan *global best* (*gbest*) yang merupakan pengalaman dari setiap partikel dalam menghasilkan solusi terbaik. Pengalaman tersebut dapat digunakan sebagai parameter *weight inertia* dalam menentukan pengaruh kecepatan sebelumnya dengan kecepatan baru (Shiau, 2011).

Nilai *weight inertia* dapat memperbaiki kecepatan partikel dalam menyeimbangkan proses pencarian global dan lokal (Eberhart dan Shi, 2001; Grosan, *et al*, 2006; Bratton dan Kennedy, 2006). Pada kasus penjadwalan ini, partikel diwakili oleh slot-slot dalam satu set jadwal yang terdiri dari beberapa kelas yang merupakan satu partikel (Ariani *et al*, 2010; Rachman, *et al*, 2012; Rifa'i dan Kurniawati, 2013).

Adapun istilah yang digunakan dalam proses algoritma PSO adalah sebagai berikut (Sumathi dan Surekha, 2010) :

1. *Swarm*; populasi dari sekawanan partikel
2. *Particle*; individu pada suatu *swarm*. Setiap partikel mempresentasikan suatu solusi dari permasalahan yang diselesaikan.
3. *Pbest*; suatu partikel yang menunjukkan posisi terbaik.
4. *Gbest*; posisi terbaik dari seluruh partikel yang ada dalam suatu *swarm*.

5. *Velocity*; kecepatan yang dimiliki oleh setiap partikel dalam menentukan arah perpindahan suatu partikel untuk memperbaiki posisi semula.
6. c_1 dan c_2 ; c_1 merupakan konstanta pembelajaran kognitif, dan c_2 konstanta pembelajaran sosial.

Ada 4 tahapan algoritma PSO yang digunakan untuk menyelesaikan masalah penjadwalan kuliah yaitu (Shiau, 2011) :

1. *Initialization*

Inisialisasi suatu populasi dengan posisi partikel X_k^i , dan kecepatan V_k^i dari sekumpulan partikel yang dibangkitkan secara random dengan menggunakan batas atas (X_{max}) dan batas bawah (X_{min}). Dapat dirumuskan dalam persamaan 1, dan 2 yaitu (Rachman, *et al*, 2012) :

$$X_0^i = X_{min} + Rand(X_{max} - X_{min}) \dots (1)$$

$$V_0^i = X_{min} + Rand(X_{max} - X_{min}) \dots (2)$$

Posisi partikel dan kecepatan dapat di tampilkan dalam bentuk vektor dimana n dimensi vektor yang direpresentasikan dengan notasi partikel ke i pada waktu ke k . Proses inisialisasi dari kumpulan partikel dapat terdistribusi secara random pada rancangan ruang (*design space*).

2. *Evaluation fungsi fitness*

Fungsi *fitness* bertujuan untuk mengukur sejauh mana partikel dalam mendapatkan solusi yang baik dalam memenuhi *constraint*. Se-tiap partikel dievaluasi dengan menggunakan fungsi *fitness* untuk mengetahui partikel yang memiliki nilai *fitness* yang terbaik (Ariani, *et al*, 2010; Suyanto, 2010).

Fitness terbaik adalah nilai *fitness* yang memiliki jumlah pelanggaran yang kecil dalam menghasilkan solusi. Untuk setiap pelanggaran yang terjadi akan diberikan nilai 1. Agar tidak terjadi nilai *fitness* yang tak terhingga maka jumlah total semua pelanggaran ditambah 1 (Sa-

ntoso dan Willy, 2011).

3. *Update*

Hitung kecepatan dari setiap partikel dan pindahkan posisi partikel yang didapat dari nilai local terbaik dan global terbaik. Ada tiga parameter yang perlu diperhatikan dalam pencarian pada algoritma PSO yaitu w , c_1 , c_2 yang diformulasikan dalam persamaan 3 (Rachman, *et al*, 2012; Rifa'i dan Kurniawati, 2013) yaitu:

$$V_{k+1}^i = w * V_k^i + c_1 * rnd * (p^i - x_k^i) + c_2 * rnd * (p_g^i - x_k^i) \dots (3)$$

$$X_{k+1}^i = x_k^i + v_{k+1}^i \dots (4)$$

dengan :

w = Faktor inersia (*inertia weight*) batasan nilai antara (0,14 - 1,14).

v_k^i = Kecepatan partikel.

x_k^i = Posisi partikel

rnd = Parameter *random* yang terdistribusi dengan batasan nilai [0 - 1].

c_1, c_2 = Konstanta faktor pembelajaran untuk kemampuan partikel dan pengaruh sosial dari kawanannya. $c_1 = (1,5 - 2,0)$ dan $c_2 = (2 - 2,5)$.

p^i = *Local best*

p_g^i = *Global best*

i = Partikel

4. *Termination*

Algoritma PSO berakhir apabila kriteria yang dicari sudah tercapai, jika belum maka lanjutkan ke iterasi berikut dan tahapan ke 2, begitu seterusnya.

ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM

Analisa data yang digunakan dalam penelitian ini diawali dengan melakukan identifikasi masalah, penentuan program studi, menentukan permasalahan dari sistem penjadwalan, analisa kebutuhan sistem, penerapan menggunakan algoritma PSO sebagai pengujian sistem. Pengambilan data dilakukan dengan observasi dan wawancara, sam-

pel data berdasarkan karakteristik yang ditentukan sesuai dengan masalah penelitian. Dalam hal ini data yang digunakan adalah data skunder diambil dari perguruan tinggi Politeknik Negeri Bengkalis, untuk semester ganjil tahun ajaran 2012/2013 dengan tujuh program studi yaitu teknik kapal, teknik mesin, teknik sipil, teknik elektro, teknik informatika, administrasi bisnis dan bahasa Inggris bisnis. Data yang dibutuhkan berupa data *resources* (timeslot, dosen, mahasiswa, matakuliah, gedung, ruangan, dan program studi) dan data *soft constraint*.

Untuk menyusun penjadwalan kuliah pada perguruan tinggi Politeknik Negeri Bengkalis ada dua *constraints* yang harus diperhatikan (Irene *et al*, 2009) yaitu :

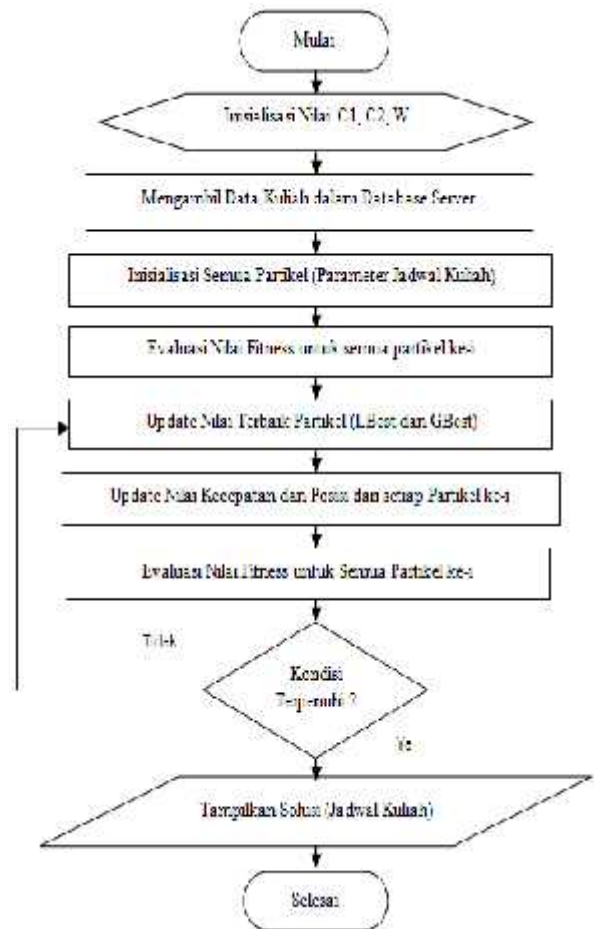
1. *Hard constraints*

- a. Dosen tidak boleh mengajar lebih dari satu matakuliah dalam *timeslot* yang sama.
- b. Satu *group* kelas mahasiswa tidak boleh ditugas lebih dari satu matakuliah dalam *timeslot* yang sama.
- c. Satu ruangan tidak boleh ditugaskan lebih dari satu matakuliah untuk *timeslot* yang sama.
- d. Jumlah mahasiswa yang mengikuti pembelajaran pada ruangan tidak boleh melebihi kapasitas dari ruangan kelas.
- e. Beberapa matakuliah tertentu harus dijadwalkan dalam ruangan tertentu seperti laboratorium komputer
- f. Pada hari jum'at, untuk periode 11:40 s/d 14:20 adalah jam istirahat sholat.

2. *Soft constraints*

1. Dosen dapat menunjukkan preferensi dengan hari dan periode waktu yang disukai berdasarkan *timeslot* yang tersedia.
2. Ruangan dengan preferensi hari dan periode jam dalam kesediaan melaksanakan proses perkuliahan.

Berikut *flowchart* dari algoritma PSO, dapat dilihat pada Gambar 1.



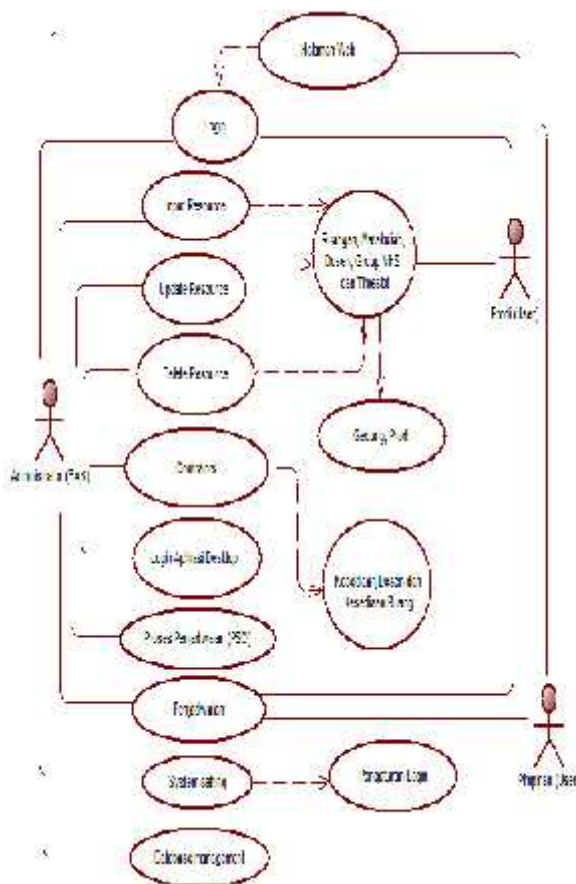
Gambar 1. *Flowchart* algoritma PSO untuk penjadwalan kuliah.

Pada kasus penjadwalan kuliah ini, partikel adalah satu set jadwal kuliah yang terdiri dari beberapa kelas (Rachman, *et al*, 2012; Rifa'i dan Kurniawati, 2013).

Perancangan sistem informasi penjadwalan menggunakan model UML dengan tahapan yaitu :

1. *Use-case diagram* sistem informasi penjadwalan dapat dilihat pada Gambar 2 yang menunjukkan bahwa administrator adalah staff bagian akademik (BAK), merupakan admin sistem yang memiliki semua hak akses dari sistem, yaitu mulai dari mengelola data *resource* seperti input, update, dan menghapus data, mengelola data *soft constraint* melaku-

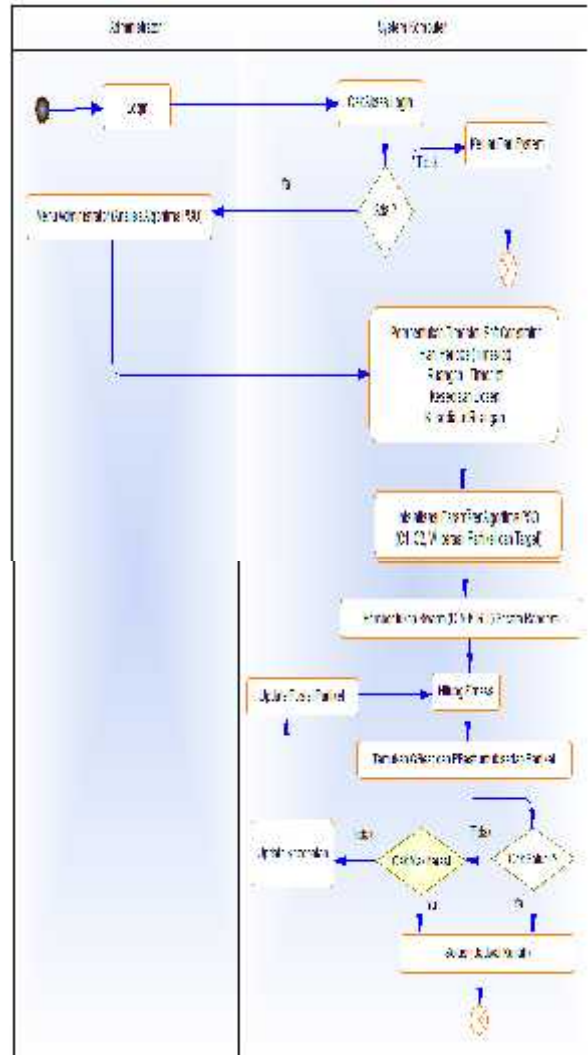
kan *generate* sistem penjadwalan, mendapatkan informasi jadwal kuliah dan pemanfaatan ruangan, mengatur penggunaan hak akses sistem, mengelola database sistem. Sedangkan program studi hanya dapat melakukan input data matakuliah, dosen dan melihat informasi jadwal kuliah melalui sistem informasi, dan pimpinan hanya dapat melihat informasi jadwal kuliah dan pemanfaatan ruangan melalui sistem informasi berbasis web.



Gambar 2. Use case diagram sistem informasi penjadwalan kuliah

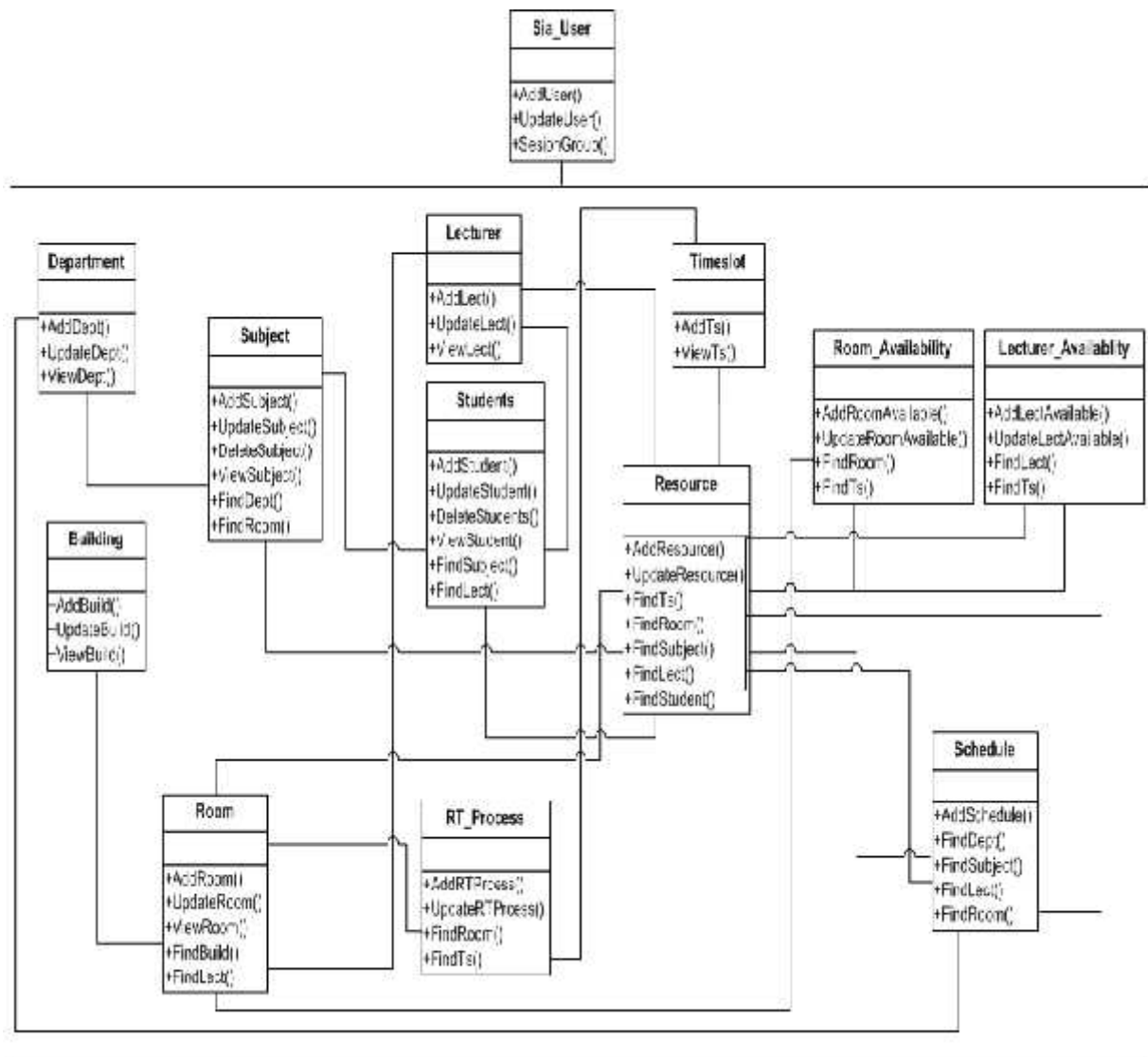
2. *Diagram* aktivitas proses analisa menggunakan Algoritma PSO
 Pada diagram ini menggambarkan bagaimana proses analisa dalam pembentukan jadwal kuliah secara otomatis dengan algoritma PSO, dimana ada dua entitas yang terlibat yaitu administrator dan sistem komputer, dimana setiap entitas ya-

ng terlibat memiliki peran tersendiri dalam menjalankan sebuah sistem. Gambar 3 menunjukkan aktivitas proses analisa menggunakan Algoritma PSO.



Gambar 3. Diagram aktivitas proses analisa menggunakan Algoritma PSO

3. *Diagram Class*
 Diagram kelas merupakan inti dalam proses pemodelan objek dari sistem yang dirancang. Diagram kelas dapat menunjukkan interaksi dan hubungan masing-masing kelas yang mempunyai informasi yang bermakna dalam mendapatkan informasi sesuai kebutuhan sistem informasi penjadwalan. Diagram kelas sistem informasi penjadwalan kuliah dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram kelas sistem informasi penjadwalan kuliah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Sistem informasi penjadwalan kuliah dengan algoritma PSO dibangun berbasis desktop dengan menggunakan bahasa pemrograman ASP.Net/VB.Net, dan SQLServer 2008 r2 Express sebagai database server. Penelitian menggunakan studi kasus pada perguruan tinggi Politeknik Negeri Bengkalis.

Hasil penjadwalan kuliah menggunakan algoritma PSO dengan menggabungkan *hard constraint* dan *soft constraint* belum dapat menghasilkan jadwal yang optimal sesuai dengan target yang diinginkan, disebabkan ma-

sih ada bentrok dosen-*timeslot* (*soft1*), namun tanpa menggabungkan *soft constraint* dapat menghasilkan jadwal yang optimal dengan nilai target yang telah ditentukan.

Pembahasan

Sistem penjadwalan dengan algoritma PSO dilakukan untuk mengelola *resource* dan *constraint* yang tersedia, sehingga penggunaan *resource* dapat dimanfaatkan secara optimal oleh perguruan tinggi Politeknik Negeri Bengkalis. Input data bersumber dari tiga entitas yaitu bagian akademik sebagai administrator, sedangkan program studi dan pimpinan sebagai pengguna biasa. Data yang

sudah diinput oleh BAK, selanjutnya dilakukan proses untuk pembuatan jadwal kuliah. Berikut algoritma PSO untuk penjadwalan kuliah dapat dilihat pada Gambar 5.

Inisialisasi :	
1.	Tentukan timeslot awal secara default (Inisialisasi Timeslot, ruang-waktu (RT), Ketersediaan Ruang (Default 'Y'), dan Inisialisasi Ketersediaan Dosen (Default 'Y')).
2.	Tentukan parameter w , c_1 , c_2 , dan V_{max} .
3.	Untuk setiap partikel ke i dalam suatu populasi (swarm). <ol style="list-style-type: none"> Tentukan Kombinasi dari suatu partikel (DMKRT) <ul style="list-style-type: none"> Inisialisasi partikel secara acak kedalam RT. Hitung <i>fitness</i> [i]. Hitung <i>velocity</i> $V[i]$ secara random. Update <i>Position</i> local best [i] Mencari posisi global best dari suatu populasi.
4.	Proses PSO Algorithm ():
1.	Panggil fungsi <i>init_sqdb</i> ()
2.	Panggil fungsi <i>qinit_swarm</i> ()
3.	Do While Not Done
4.	loop berhenti jika target terpenuhi atau max epoch tercapai
5.	If Epoch < max_epoch Then
6.	cari global best
7.	cek apakah pBest lbh baik dari pada gBest
8.	If Math.Abs(target_min - qhitung_fitness(gBestTest)) < Math.Abs(target_min - qhitung_fitness(gBest)) Then
9.	gBest = gBestTest
10.	End If
11.	If (Math.Abs(target_min - qhitung_fitness(gBest)) = 0) Then
12.	Done = True
13.	End If
14.	cari kecepatan (formula 3)
15.	update posisi (formula 4)
16.	Lakukan pengulangan iterasi sampai menemukan solusi yang terbaik.
17.	Else
18.	Iterasi berhenti dengan batas maksimal iterasi
19.	End If
20.	Loop
21.	Ambil satu partikel yang memiliki nilai fitness yang nilai maksimum untuk dijadikan sebagai pembuatan jadwal.
22.	Simpan kedalam tabel schedule.

Gambar 5. Algoritma PSO dalam sistem penjadwalan

Pengujian sistem informasi manajemen penjadwalan kuliah menggunakan data *resource* dan *constraint* yang tersedia, kemudi-

an dilanjutkan dengan proses pembuatan jadwal secara otomatis, data rekapitulasi *resource* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. *Resource* yang tersedia di Perguruan Tinggi

No	Keterangan	Jumlah
1	Program studi: TI, ADM, BIB, TK, TM, TE, dan TS.	7 Prodi
2	Hari Per Minggu	6 Hari
3	Jam Periode Per Hari	10 Periode
4	Total matakuliah semester ganjil 2012-2013 (SMT 1, 3 dan 5)	215 Matakuliah
5	Jumlah dosen tetap dan dosen luar biasa untuk proses pembelajaran	73 Orang
6	Jumlah mahasiswa Politeknik Negeri Bengkulu secara keseluruhan.	867 Orang
7	Jumlah gedung yang tersedia	6 Gedung
8	Jumlah ruangan kelas	20 Kelas
9	Jumlah ruangan laboratorium	34 Lab

Sumber : Bagian Umum, Politeknik Negeri Bengkulu (2014)

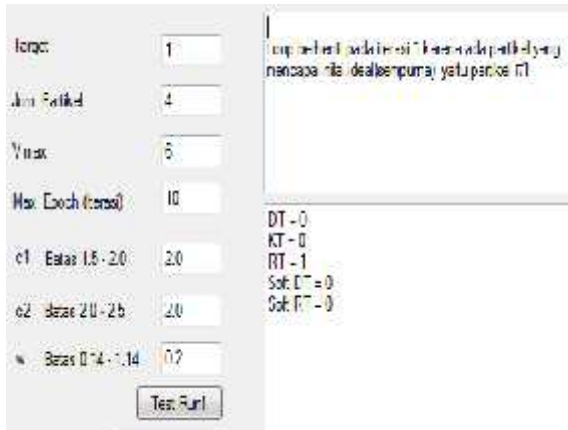
Sedangkan *constraint* yang digunakan dalam mengatur proses penjadwalan kuliah dapat dilihat pada bagian 3 atau (*hard* dan *soft constraint*).

Hasil analisa data *resource* menggunakan algoritma PSO dengan mengabungkan *hard constraint* dan *soft constraint* belum dapat menghasilkan jadwal yang optimal sesuai dengan target yang diinginkan, disebabkan masih ada bentrok dosen-*timeslot* (*soft1*) dengan nilai *fitness* terbaik (0,333), nilai parameter c_1 (2,0), c_2 (2,0), w (0,2), maksimal iterasi 10 dengan nilai target yang dicapai (Gambar 6), namun tanpa mengabungkan *soft constraint* dapat menghasilkan

jadwal yang optimal dengan nilai target yang telah ditentukan (Gambar 7).



Gambar 6. Proses penjadwalan kuliah menggunakan *soft constraint*



Gambar 7. Proses penjadwalan kuliah tanpa memperhatikan *soft constraint*

Tabel 3 menunjukkan bahwa proses data *resource* dan *constraint* menggunakan algoritma PSO dengan jumlah partikel 10 dalam suatu populasi, dimana setiap partikel memiliki nilai *fitness* dari target yang telah ditentukan. Berdasarkan 10 partikel tersebut terdapat tiga partikel yang memiliki nilai *fitness* yang mendekati nilai target satu yaitu partikel ke 1,3,4,5,7 dan 9. Dari tiga partikel tersebut diambil partikel ke 9 untuk pembuatan jadwal kuliah pada Perguruan Tinggi Politeknik Negeri Bengkalis.

Dari *resource* yang ada pada partikel ke-9 dapat menghasilkan informasi berupa jadwal kuliah berdasarkan nama dosen, ruangan dan group mahasiswa, program studi dan pe-

manfaat penggunaan ruangan (kelas dan laboratorium). Gambar 8 menunjukkan contoh informasi penjadwalan kuliah berdasarkan program studi. Informasi berisi tentang hari, jam mengajar, ruangan, dosen, group mahasiswa dan matakuliah yang disajikan.

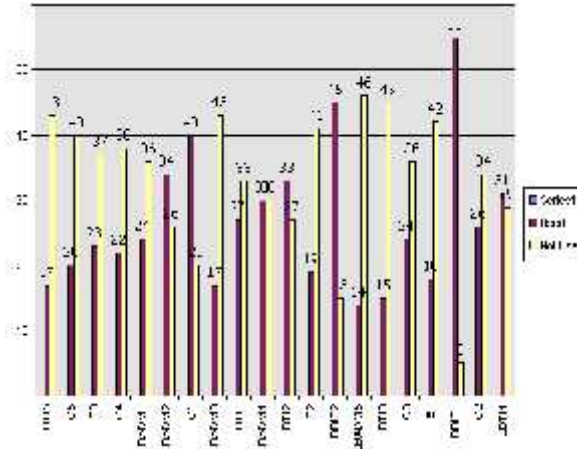
Tabel 3. Nilai *fitness* untuk setiap partikel.

Partikel Ke-i	<i>Fitness</i>	Parameter PSO	Target	Waktu Proses
1	0.3333	W(0,2), c1(2,0), c2(2,0), Iterasi (10)	1	4 menit 8 detik
2	0.0047			
3	0.3333			
4	0.3333			
5	0.3333			
6	0.0046			
7	0.3333			
8	0.0097			
9	0.3333			
10	0.0060			

Sumber : data olahan (2014)

Gambar 8. Jadwal kuliah berdasarkan program studi

Gambar 9 dapat menunjukkan informasi pemanfaatan *resource* ruangan dengan menampilkan informasi mengenai penggunaan *timeslot* ruangan yang digunakan dalam proses perkuliahan. Informasi tersebut berupa total jumlah jam yang digunakan dan jumlah jam kosong pada setiap ruangan yang tersedia, sehingga dari informasi tersebut dapat membantu perguruan tinggi dalam merencanakan penggunaan ruangan, dan melakukan pengembangan program studi.



Gambar 9. Grafik Penggunaan Ruang

KESIMPULAN

Sistem informasi manajemen penjadwalan kuliah dibangun menjadi dua yaitu berbasis web (*local*) dan desktop yang dapat diakses oleh pengguna, merupakan suatu sistem untuk dapat mengelola *resource* dan *constraints* yang tersedia. *Resource* tersebut diolah menggunakan algoritma PSO untuk membantu mengoptimalkan penggunaan ruangan dalam proses pembuatan jadwal kuliah secara otomatis.

Hasil analisa *resource* dan *constraint* menggunakan algoritma PSO dengan memperhatikan *hard constraint* dan *soft constraint* belum dapat menghasilkan solusi yang optimal, karena masih terdapat bentrok dosen-*timeslot* (*soft1*), namun tanpa menggabungkan *soft constraint* dapat menghasilkan solusi yang optimal dalam penggunaan ruangan, dimana solusi terbaik dengan nilai *fitness* (0,333), *c1* (2,0), *c2* (2,0), *w* (0,2), dan maksimal iterasi 10 dari nilai target yang dicapai.

Dari penelitian ini, masih perlu pengembangan terutama dalam hal penambahan algoritma PSO dengan metode metaheuristik yang lain, penambahan *soft constraint* seperti preferensi mahasiswa dalam menentukan pembuatan jadwal kuliah, memperhatikan jarak tempuh mahasiswa antar gedung, dan

terintegrasinya sistem informasi akademik dengan sistem informasi penjadwalan kuliah sehingga hasil yang diperoleh dalam proses pembuatan jadwal kuliah menjadi lebih fleksibel dan optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, D., Fahriza, A., dan Prasetyaningrum, I (2010) *Optimasi Penjadwalan Mata Kuliah di Jurusan Teknik Informatika PENS Dengan Menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO)*, PENS-Surabaya.
- Bratton, D., dan Kennedy, J (2006) Defining a Standard for Particle Swarm Optimization, *Proceedings of IEEE Swarm Intelligence Symposium*, Vol.33, pp 859-871.
- Chu, C.S., Chen, T.Y., dan Ho, H.J (2006) Timetable Scheduling Using Particle Swarm Optimization, *Proceedings of the First International Conference on Innovative Computing, Information and Control*, Vol. 3, pp. 324-327.
- Demirdjian, Z S (2003) Marketing research and information systems: The unholy separation of the Siamese twins, *Journal of American Academy of Business*, Vol. 3, pp. 218-223.
- Eberhart, C.R., dan Shi, Y (2001) Particle Swarm Optimization, *Developments, Applications and Resources*. Vol. 1, pp. 81-86.
- Grosan, C., Abraham, A., dan Chis, M (2006) Swarm Intelligence in Data Mining, *Studies in Computational Intelligence*, Romani.
- Irene, F.S.H., Deris, S., dan Hashim, M.Z.S., (2009) Incorporating Of Constraint-Based Reasoning Into Particle Swarm Optimization For University Timetabling Problem, *ISSR Journals*, Vol. 1, No. 1.
- Kanoh, H., dan Chen, S (2013) Particle Swarm Optimization with Transition Probability for Timetabling Problems, *LNCS*, Springer.

- Kennedy, J., dan Eberhart, R (1995) Particle Swarm Optimization, *Purdue School of Engineering and Technology*, 0-7803-2768-3/95, IEEE.
- Kenneth, C. L., dan Jane, P. L., 2010. *Management Information System, Managing The Digital Firm Eleventh Edition*. Pearson Prentice Hall.
- Kenneth, E.K., dan Julie, E.K., 2011, Systems Analysis and Design Eighth Edition, *Pearson Education*, Camden New Jersey.
- Norberciak, M., 2006, Universal Method for Timetable Construction based on Evolutionary Approach, *World Academy of Science, Engineering and Technology*.
- Panagiotakopoulos, T.C., 2008, Building Teaching Timetables Using Random Variables: Algorithms and Techniques, *Innovations and Advanced Techniques in Systems, Computing Sciences and Software Engineering*, 131–136, Springer.
- Pongcharoen, P., Promtet, W., Yenradee, P., dan Hicks, C., 2008, Stochastic Optimisation Timetabling Tool for university course scheduling, *Int. J. Production Economics* 112 903–918, Elsevier.
- Rachman, A.R., Syarif, D., dan Sari, P.R., 2012, *Analisa dan Penerapan Metode Particle Swarm Optimization Pada Optimasi Penjadwalan Kuliah*, Jurnal Teknik Informatika, Vol 1.
- Rifa'i, I.H.Q., dan Kurniawati, A., 2013, *Analisis dan Penerapan Algoritma Particle Swarm Optimization pada Optimasi Penjadwalan Matakuliah di Jurusan Teknik Informatika Universitas Trunojoyo Madura*, Jurnal Teknik Informatika Vol. 1, No. 1, hlm 1-4.
- Santoso, B., dan Willy, P., 2011, *Metoda Metaheuristik Konsep dan Implementasi*, Guna Widya.
- Shiau, F.D., 2011, A hybrid particle swarm optimization for a university course scheduling problem with flexible preferences, *Expert Systems with Applications* 38 235–248, Elsevier.
- Sumathi, S., dan Surekha, P (2010) *Computational Intelligence Paradigms Theory and Applications Using Matlab*, Taylor and Francis Group.
- Suyanto, 2010, *Algoritma Optimasi Deterministik dan Probabilitik*, Graha Ilmu, Jakarta.
- Tassopoulos, X.L., dan Beligiannis, N.G., (2012) Using particle swarm optimization to solve effectively the school timetabling problem, *Soft Comput* 1229–1252, Springer.
- Teoh, K.C., Wibowo, A., dan Ngadiman, S.M., 2013, Review of state of the art for metaheuristic techniques in Academic Scheduling Problems, *Artif Intell OI* 10.1007/s10462-013-9399-6, Springer.