SISTEM PENJADWALAN PERKULIAHAN MENGGUNAKAN ALGORITMA PARTICLE SWARM OPTIMIZATION PADA JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TADULAKO

Lecture Scheduling System Using Particle Swarm Optimization Algorithm At Department Of Information Technology Faculty Of Engineering Tadulako University

Deny Wiria Nugraha¹, A. Y. Erwin Dodu², Muhammad Fairus B. Paloloang³

^{1,2,3}Jurusan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako

e-mail: ¹deny.wiria.nugraha@gmail.com, ²ayerwin.dodu@gmail.com, ³fairuzpaloloang@gmail.com

Abstract

Scheduling lectures is a very important activity to do because all teaching and learning activities depend on the schedule so that it must be done correctly in order not to interfere the teaching and learning activities between lecturers and students. This study aims to implement the Particle Swarm Optimization algorithm to create a scheduling system for the lectures at the Information Technology Department, Faculty of Engineering, Tadulako University which can facilitate the scheduling process of the lectures and can produce optimal schedules. The scheduling system made will follow the rules and policies which are applied at Tadulako University. The Particle Swarm Optimization algorithm can be used for scheduling system for the lectures at the Information Technology Department, Faculty of Engineering, Tadulako University, although it cannot yet produce an optimal solution because there are still soft constraints that are violated. The best combination of parameter values in the Particle Swarm Optimization algorithm, namely the parameter value $w = 0.7$, $c1 = 1.5$, $c2 = 1.5$ with a successful schedule made with a fitness value of 0.034 with execution time (214).

Keywords— Lecture Scheduling, Course, Particle Swarm Optimization Algorithm

1. Pendahuluan

Dalam setiap institusi pendidikan terdapat proses penjadwalan kegiatan belajar mengajar yang dilakukan setiap awal tahun akademik untuk mengatur segala kegiatan tersebut. Dalam penyusunan jadwal perkuliahan harus dilakukan dengan benar karena jadwal tersebut akan mengatur segala kegiatan belajar mengajar antar dosen dan mahasiswa agar nantinya tidak mengganggu kegiatan tersebut. Selama ini, proses penjadwalan perkuliahan di Jurusan Teknologi Informasi Fakultas Teknik Universitas Tadulako dilakukan secara manual sehingga sering terjadi benturan antar mata kuliah yang mengakibatkan proses perkuliahan terganggu [1]–[3].

Dalam melakukan penjadwalan perkuliahan harus memperhatikan ketersediaan jumlah dosen dan ruang yang ada, waktu mengajar setiap dosen yang tidak boleh sama, dan lain-lain sehingga jadwal perkuliahan yang optimal akan sangat sulit untuk didapatkan. Oleh sebab itu, dibutuhkan suatu sistem yang dapat menggantikan proses manual tersebut menjadi lebih praktis sehingga menghasilkan jadwal perkuliahan yang lebih optimal dengan waktu yang lebih singkat. Algoritma

Particle Swarm Optimization (PSO) merupakan salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk membuat sistem tersebut.

2. Landasan Teori

Penjadwalan adalah proses pengambilan keputusan yang mempunyai peran penting dalam proses manufaktur dan sistem produksi begitu juga dalam lingkungan pemrosesan informasi. Penjadwalan juga terdapat dalam transportasi dan distribusi serta dalam industri [4]. Dalam pembuatan jadwal mata kuliah harus memperhatikan dua kategori batasan/persyaratan, yaitu batasan pokok (*hard constraint*) dan batasan lunak (*soft constraint*) [5].

Algoritma optimasi bisa dikatakan sebagai generalisasi dari algoritma pencarian atau dengan kata lain, algoritma pencarian adalah kasus khusus dari algoritma optimasi [6]. Hasil dari suatu proses optimasi adalah suatu himpunan masukan yang membuat fungsi-fungsi objektif menghasilkan nilai-nilai optimal (yang bisa berupa maksimal atau minimal). Dari beberapa algoritma optimasi yang ada, algoritma PSO dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi yang sulit.

Proses algoritma PSO terinspirasi oleh tingkah laku sosial pada kawanan burung yang terbang bersama-sama. Perilaku sosial ini terdiri dari tindakan individu dan pengaruh dari individu-individu lain dalam suatu kelompok. Jika satu partikel atau seekor burung menemukan jalan yang tepat atau optimal menuju sumber makanan, maka sisa anggota kelompok yang lainnya juga akan mengikuti jalan tersebut meskipun lokasi mereka didalam kelompok tersebut tidak saling berdekatan [7]. Dalam PSO populasi disebut dengan *swarm*, dan individu disebut dengan partikel. Algoritma dasar PSO terdiri dari tiga tahap, yaitu pembangkitan posisi serta kecepatan partikel, *update* kecepatan, dan *update* posisi. Posisi x_k^i dan kecepatan v_k^i dari kumpulan partikel dibangkitkan secara random menggunakan batas atas x_{max} dan batas bawah x_{min} dari design variabel, seperti yang ditunjukkan pada persamaan (1) dan (2).

$$x_0^i = x_{min} + rand(x_{max} - x_{min}) \quad (1)$$

$$v_0^i = x_{min} + rand(x_{max} - x_{min}) \quad (2)$$

Langkah kedua adalah *update* kecepatan pada semua partikel dengan menggunakan nilai *fitness* posisi partikel saat ini. Dari nilai *fitness* dapat ditentukan partikel mana yang mempunyai nilai global terbaik pada *swarm* saat ini p_k^g dan juga dapat ditentukan posisi terbaik dari setiap partikel pada semua waktu yang sekarang dan sebelumnya p^i . Perumusan *update* kecepatan menggunakan dua informasi tersebut untuk semua partikel pada kumpulan dengan pengaruh perpindahan yang sekarang v_k^i untuk memberikan arah pencarian v_{k+1}^i untuk generasi selanjutnya. Perumusan *update* kecepatan mencakup beberapa parameter random (*rand*), untuk mendapatkan cakupan yang baik, tiga parameter yang mempengaruhi arah pencarian, yaitu *inertia factor* w , *self confidence* $c1$, dan *swarm confidence* $c2$ seperti yang ditunjukkan persamaan (3).

$$v_{k+1}^i = w * v_k^i + c1 * rand * (p^i - x_k^i) + c2 * rand * (p_k^g - x_k^i) \quad (3)$$

Langkah terakhir dari setiap iterasi adalah update posisi setiap partikel dengan vektor *velocity*, seperti yang ditunjukkan pada persamaan (4).

$$x_{k+1}^i = x_k^i + v_{k+1}^i \quad (4)$$

Tiga tahapan diatas akan diulang sampai kriteria *stopping condition* dari algoritma terpenuhi, yaitu ketika algoritma sudah sampai pada iterasi maksimum atau algoritma sudah mendapatkan nilai optimum tertentu yang diinginkan.

3. Metode Penelitian

3.1 Pengumpulan Data

Melakukan wawancara secara langsung kepada pihak-pihak yang terlibat dalam sistem penjadwalan perkuliahan yang dibangun. Wawancara dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang data mata kuliah, data dosen, data ruang, dan data waktu aktif kuliah. Penelitian tentang pembuatan sistem penjadwalan perkuliahan ini dilakukan pada Jurusan Teknologi Informasi Fakultas Teknik Universitas Tadulako. Langkah-langkah dalam membangun sistem perkuliahan dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Tahap pengumpulan data adalah melakukan pengambilan data secara langsung ke lapangan dengan melakukan wawancara secara langsung kepada pihak-pihak yang terlibat dalam sistem penjadwalan perkuliahan yang dibangun.
2. Wawancara dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang data mata kuliah, data dosen, data ruang, dan data waktu aktif kuliah. Pada tahap ini berdasarkan data yang diperoleh, batasan-batasan penjadwalan perkuliahan telah ditentukan, adalah seperti berikut:
 - Batasan Keras
 - a. Pada satu ruangan kuliah hanya dapat menyelenggarakan satu mata kuliah pada slot waktu yang sama.
 - b. Mata kuliah dengan semester yang sama tidak boleh dijadwalkan pada waktu yang sama dan ruang yang berbeda.
 - Batasan Lunak
 - a. Seorang dosen dapat memilih hari dan periode waktu yang tidak disukai berdasarkan *timeslot* yang tersedia.
 - b. Seorang dosen tidak boleh dijadwalkan lebih dari satu kali pada waktu yang sama.

3.2 Lokasi Penelitian

Dalam pembuatan sistem penjadwalan perkuliahan ini, penulis melakukan penelitian di Jurusan Teknologi Informasi Fakultas Teknik Universitas Tadulako.

3.3 Perancangan Perangkat Lunak

Tahap perancangan perangkat lunak adalah melakukan perancangan kebutuhan perangkat lunak dan tahapan-tahapan proses operasi aplikasi mencakup proses penerapan PSO pada sistem penjadwalan perkuliahan. Flowchart algoritma PSO dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. Flowchart Algoritma PSO

3.4 Pembuatan Perangkat Lunak

Tahap pembuatan perangkat lunak adalah melakukan implementasi pada tahap perancangan perangkat lunak dengan melakukan persiapan *software* yang digunakan, membuat desain *interface*, dan melakukan penulisan program.

3.5 Pengujian Perangkat Lunak

Pada tahap ini dilakukan pengujian perangkat lunak yang meliputi kemampuan sistem dalam menyelesaikan masalah penjadwalan dengan baik. Pengujian akan dilakukan dengan menguji kombinasi parameter inertia weight w , $c1$ dan $c2$ beserta partikel yang dapat menghasilkan jadwal yang paling baik. Pengujian ini dilakukan sebanyak 4 kali dengan setiap kombinasi parameter PSO yang berbeda-beda.

4. Pembahasan Dan Hasil

4.1 Sistem Penjadwalan Perkuliahan

Penelitian ini menghasilkan sistem penjadwalan perkuliahan berbasis *desktop*. Pada sistem ini terdapat *form* input dosen mata kuliah yang digunakan untuk memasukkan dosen mata kuliah sebagai informasi dalam proses penjadwalan. *Form* input dosen mata kuliah dapat dilihat seperti pada gambar 2.

Input Dosen Mata Kuliah

Tampil Berdasarkan:

Semester: Konsentrasi: Kelas: **Tampilkan Semua**

ID:

Nama Mata Kuliah:

Nama Dosen 1:

Nama Dosen 2:

Nama Dosen 3:

Nama Dosen 4:

Simpan **Batal**

ID	Kode Mata Kuliah	Nama Mata Kuliah	Semester	Jenis	Konsentrasi	Kelas	Dosen 1	Dosen 2	Dosen 3	Dosen 4
1	F09171001	Pengantar Teknologi Informasi	1	Wajib	Umum	A				
2	F09171002	Dasar Pemrograman	1	Wajib	Umum	A				
3	F09171003	Sistem Digital	1	Wajib	Umum	A				
4	U00131002	Pancasila	1	Wajib	Umum	A				
5	U00131003	Bahasa Indonesia	1	Wajib	Umum	A				
6	U00131009	Bahasa Inggris	1	Wajib	Umum	A				
7	U00131011	Matematika Dasar	1	Wajib	Umum	A				
8	F09171001	Pengantar Teknologi Informasi	1	Wajib	Umum	B				
9	F09171002	Dasar Pemrograman	1	Wajib	Umum	B				
10	F09171003	Sistem Digital	1	Wajib	Umum	B				
11	U00131002	Pancasila	1	Wajib	Umum	B				
12	U00131003	Bahasa Indonesia	1	Wajib	Umum	B				
13	U00131009	Bahasa Inggris	1	Wajib	Umum	B				

Gambar 2. *Form* Dosen Mata Kuliah

Setelah semua informasi yang dibutuhkan oleh sistem dimasukkan, klik tombol buat jadwal untuk memulai proses pembuatan jadwal. Hasil proses penjadwalan dapat dilihat pada Gambar 3.

Cetak

1 of 37

Whole Page

Find | Next

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS TABULAKO
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI
 Kampus Bumi Tabulako Tondo Palu - Sulawesi Tengah 94118
 Jl. Soekarno Hatta Km. 9, Telp. : (0451) 422811 - 422355, 422611, Fax. : (0451) 454014
 Email : teknologi.informasi@untad.ac.id

JADWAL KULIAH : SEMESTER 2
 TAHUN AKADEMIK : 2019/2020
 KELAS : KELAS A

JURUSAN : TEKNOLOGI INFORMASI
 PROGRAM STUDI : TEKNIK INFORMATIKA (SI)

NO	KODE MATA KULIAH	NAMA MATA KULIAH	SKS	NAMA DOSEN	HARI	JAM	RUANG
1	F09171004	Kalkulus	3	Abdul Mukaddas, S.Si., M.T. Andi Nurul Hidayat, S.Kom., M.Kom.	Senin	13:00 - 15:30	Ti 4
2	F09171005	Struktur Data	4	Amriana, S.T., M.T. Desay Santi, S.Kom., M.T. Charunnisa Lamasitidju, S.Kom., M.Pd.	Selasa	13:00 - 15:30	Ti 6
3	F09171006	Interaksi Manusia Komputer	3	Deny Wira Nugraha, S.T., M.Eng. Widayanti, S.T., M.Eng. Suci Ramadhani Arifin, S.T., M.Eng.	Jumat	13:00 - 15:30	Ti 7
4	F09171007	Statistika dan Probabilitas	2	A.Y. Erwan Doda, S.T., M.Eng. Syakul Hendra, S.Kom., M.Kom. Rahmah Laila, S.Si., M.Kom.	Rabu	15:30 - 17:10	Ti 6
5	U00131001	Pendidikan Agama	3	Ir. H. Sanituddin, M.T. Syamdan, S.Pd., M.Pd.	Kamis	15:30 - 18:00	Ti 7
6	U00131004	Pendidikan Kewarganegaraan	2	Naima Akaseh, S.H., M.H. Charunnisa Lamasitidju, S.Kom., M.Pd.	Kamis	13:00 - 14:40	Ti 6
7	U00131008	Kajian Lingkungan Hidup	2	Yusuf Anshori, S.T., M.T. Suci Ramadhani Arifin, S.T., M.Eng. Charunnisa Lamasitidju, S.Kom., M.Pd.	Selasa	07:50 - 09:30	Ti 6

Gambar 3. Hasil Cetak Jadwal

Untuk menampilkan daftar pelanggaran dari hasil proses penjadwalan dapat dilihat pada *form* daftar pelanggaran. Gambar *form* daftar pelanggaran dapat dilihat pada Gambar 4.

Cetak				
1	of 1	Page Width	Find	Next
Daftar Mata Kuliah Terjadi Pelanggaran Ruangan				
-	-	-	-	-
Daftar Mata Kuliah Terjadi Pelanggaran Kelas				
-	-	-	-	-
Daftar Mata Kuliah Terjadi Pelanggaran Waktu Permintaan Dosen				
-	-	-	-	-
Daftar Mata Kuliah Terjadi Pelanggaran Dosen				
NO	KODE MATA KULIAH	NAMA MATA KULIAH	SEMESTER	KELAS
1	F09171001	Pengantar Teknologi Informasi	1	A
	F09171009	Rekayasa Perangkat Lunak	3	B
2	F09171001	Pengantar Teknologi Informasi	1	B
	F09171010	Basis Data	3	B
3	F09171002	Dasar Pemrograman	1	B
4	U00131002	Pancasila	1	B
	U00131002	Pancasila	1	E
5	U00131009	Bahasa Inggris	1	B
6	U00131002	Pancasila	1	C
	U00131002	Pancasila	1	F
7	U00131011	Matematika Dasar	1	C
	F09171008	Matematika Diskrit	3	B

Gambar 4. Daftar Pelanggaran

4.2 Implementasi Algoritma Particle Swarm Optimization

4.2.1 Membangkitkan Posisi dan Kecepatan Partikel

Untuk membangkitkan posisi dan kecepatan partikel digunakan persamaan (1) dan (2). Partikel yang akan digunakan sebanyak 100 partikel. Dalam pembangkitan posisi dan kecepatan partikel tersebut diperlukan data-data yang digunakan untuk proses pembuatan jadwal semester genap 2017/2018. Berikut data-data yang dibutuhkan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data-data Penjadwalan

No.	Keterangan	Jumlah
1	Total mata kuliah pada semester genap	26
2	Total dosen	24
3	Total kelas semester 2	6
4	Total kelas semester 4	4
5	Total kelas semester 6 umum	2
6	Total kelas semester 6 RPL	2
7	Total kelas semester 6 SC	1
8	Ruangan yang tersedia	8
9	Hari per minggu	5
10	Slot jam per hari	3

4.2.2 Evaluasi Fungsi Fitness

Nilai *fitness* dihitung sesuai dengan total jumlah pelanggaran yang dilakukan, untuk setiap pelanggaran untuk kategori batasan keras diberi penalti 1 dan batasan lunak penalti 0.001. Tabel 2 menunjukkan kategori jenis batasan pelanggaran.

Tabel 2. Kategori Jenis Batasan Pelanggaran

Kode Batasan	Jenis Batasan
Pelanggaran Ruang (PR)	Batasan Keras
Pelanggaran Kelas (PK)	Batasan Keras
Pelanggaran Dosen (PD)	Batasan Lunak
Pelanggaran Waktu Permintaan Dosen (PWPD)	Batasan Lunak

4.2.3 Menentukan Local Best dan Global Best

Untuk menentukan *local best* p^i dilakukan dengan cara membandingkan nilai *fitness* yang dimiliki partikel sekarang dengan nilai *fitness* pada *local best*. Jika nilai *fitness* yang dimiliki partikel sekarang lebih kecil dari nilai *fitness* pada *local best*, maka *local best* akan di *update* dengan nilai posisi sekarang. Untuk iterasi pertama, *local best* sama dengan posisi awal partikel.

Setelah didapatkan *local best*, maka selanjutnya menentukan partikel global terbaik p^g dengan membandingkan nilai *fitness* dari setiap *local best*. Partikel yang memiliki nilai *fitness* terkecil akan disimpan sebagai *global best*.

4.2.4 Update Kecepatan dan Posisi

Untuk melakukan update kecepatan kita akan menggunakan persamaan (5) dan untuk update posisi kita akan menggunakan persamaan (6). Untuk ketiga parameter pada persamaan (5) akan digunakan $w = 0.7$, $c1 = 1.5$, dan $c2 = 1.5$

4.2.5 Stopping Condition

Untuk *stopping condition* dalam penjadwalan perkuliahan yaitu jika nilai *fitness* terbaik telah tercapai artinya tidak ada pelanggaran yang terjadi, atau jika maksimal iterasi telah tercapai. Setelah dilakukan proses pembuatan jadwal menggunakan algoritma PSO, maka hasilnya seperti yang terlihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pembuatan Jadwal

Iterasi	Partikel	Pelanggaran				Fitness	Waktu Eksekusi
		PR	PK	PD	PWPD		
2642	26	0	0	0.034	0	0.034	214 detik

Dapat dilihat bahwa dari hasil yang telah didapat belum menghasilkan solusi yang optimal, karena masih terdapat pelanggaran (PWPD), namun jika tanpa memperhatikan *soft constraint*, maka dapat menghasilkan solusi yang optimal, dimana solusi terbaik dengan nilai *fitness* 0.034 dengan menggunakan parameter $w = 0.7$, $c1 = 1.5$, $c2 = 1.5$ dan maksimal iterasi 5000

4.3 Pengujian Sistem

Pengujian sistem penjadwalan perkuliahan menggunakan algoritma PSO ini dilakukan dengan menguji kombinasi parameter *inertia weight* (w), $c1$ dan $c2$ beserta partikel yang dapat menghasilkan jadwal yang paling baik. Pengujian ini dilakukan sebanyak 4 kali untuk mendapatkan kombinasi parameter PSO yang baik untuk sistem ini.

4.3.1 Nilai Parameter $w=0.3$, $c1=2$, $c2=2$

Untuk pengujian kombinasi parameter pertama digunakan nilai parameter $w=0.3$, $c1=2$, $c2=2$, dengan jumlah partikel yaitu 20, 50, 100 dan iterasi maksimum 5000. Hasil dari pengujian kombinasi parameter yang pertama dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Dari Pengujian Kombinasi Parameter Yang Pertama

No.	Jumlah Partikel	Iterasi	Partikel	Pelanggaran			Fitness	Waktu Eksekusi
				Ruangan	Kelas	Dosen		
1	20	1875	16	5	0	0.046	5.046	60 detik
2	20	4714	20	6	0	0.054	6.054	66 detik
3	20	4026	2	8	1	0.047	9.047	62 detik
Rata-rata							6.716	62 detik
4	50	1400	27	3	0	0.042	3.042	112 detik
5	50	4212	16	3	0	0.044	3.044	107 detik
6	50	2528	8	4	0	0.039	4.039	112 detik
Rata-rata							3.375	110 detik
7	100	3475	67	1	1	0.032	2.032	199 detik
8	100	4782	18	4	0	0.036	4.036	178 detik
9	100	2016	72	1	0	0.039	1.039	178 detik
Rata-rata							2.369	185 detik
Rata-rata keseluruhan							4.153	119 detik

Berdasarkan dari hasil pengujian kombinasi parameter yang dapat dilihat pada tabel 4 yaitu pada pengujian nomor 7 sampai 9 yang jumlah partikelnya 100 mendapatkan nilai rata-rata *fitness* yang paling baik yaitu 2.369, walaupun waktu eksekusinya cenderung lebih lama dengan rata-rata 185 detik.

4.3.2 Nilai Parameter $w=0.5$, $c1=1.5$, $c2=1.5$

Untuk pengujian kombinasi parameter kedua digunakan nilai parameter $w=0.5$, $c1=1.5$, $c2=1.5$, dengan jumlah partikel yaitu 20, 50, 100 dan iterasi maksimum 5000. Hasil dari pengujian kombinasi parameter yang kedua dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Dari Pengujian Kombinasi Parameter Yang Kedua

No.	Jumlah Partikel	Iterasi	Partikel	Pelanggaran	Fitness	Waktu Eksekusi
-----	-----------------	---------	----------	-------------	---------	----------------

				Ruangan	Kelas	Dosen		
1	20	429	16	8	0	0.049	8.049	56 detik
2	20	4176	8	8	1	0.06	9.06	55 detik
3	20	261	5	8	1	0.058	9.058	55 detik
Rata-rata							8.722	55 detik
4	50	430	5	7	0	0.045	7.045	101 detik
5	50	1295	21	3	1	0.06	4.06	101 detik
6	50	344	4	4	1	0.046	5.046	107 detik
Rata-rata							5.384	103 detik
7	100	1656	80	6	0	0.045	6.045	173 detik
8	100	1109	93	4	0	0.048	4.048	212 detik
9	100	1638	83	4	1	0.05	5.05	200 detik
Rata-rata							5.048	195 detik
Rata-rata keseluruhan							6.385	118 detik

Berdasarkan dari hasil pengujian kombinasi parameter yang dapat dilihat pada tabel 5 yaitu pada pengujian nomor 7 sampai 9 yang jumlah partikelnya 100 mendapatkan nilai rata-rata *fitness* yang paling baik yaitu 5.048, walaupun waktu eksekusinya cenderung lebih lama dengan rata-rata 195 detik.

4.3.3 Nilai Parameter $w=0.7$, $c1=1.5$, $c2=1.5$

Untuk pengujian kombinasi parameter ketiga digunakan nilai parameter $w=0.7$, $c1=1.5$, $c2=1.5$, dengan jumlah partikel yaitu 20, 50, 100 dan iterasi maksimum 5000. Hasil dari pengujian kombinasi parameter yang ketiga dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Dari Pengujian Kombinasi Parameter Yang Ketiga

No.	Jumlah Partikel	Iterasi	Partikel	Pelanggaran			Fitness	Waktu Eksekusi
				Ruangan	Kelas	Dosen		
1	20	2098	20	0	0	0.053	0.053	72 detik
2	20	2381	2	4	0	0.06	4.06	65 detik
3	20	4744	6	3	0	0.049	3.049	70 detik
Rata-rata							2.387	69 detik
4	50	4803	20	0	0	0.038	0.038	113 detik
5	50	2266	10	0	1	1.05	1.05	110 detik
6	50	3855	16	1	1	0.054	2.054	103 detik
Rata-rata							1.047	108 detik
7	100	2642	26	0	0	0.034	0.034	214 detik
8	100	1816	61	1	0	0.037	1.037	228 detik
9	100	1235	85	0	0	0.044	0.044	216 detik
Rata-rata							0.372	219 detik
Rata-rata keseluruhan							1.269	132 detik

Berdasarkan dari hasil pengujian kombinasi parameter yang dapat dilihat pada tabel 6 yaitu pada pengujian nomor 7 sampai 9 yang jumlah partikelnya 100 mendapatkan nilai rata-rata *fitness* yang paling baik yaitu 0.372, walaupun waktu eksekusinya cenderung lebih lama dengan rata-rata 219 detik.

4.3.4 Nilai Parameter $w=0.7$, $c1=1.5$, $c2=2$

Untuk pengujian kombinasi parameter keempat digunakan nilai parameter $w=0.7$, $c1=1.5$, $c2=2$, dengan jumlah partikel yaitu 20, 50, 100 dan iterasi maksimum 5000. Hasil dari pengujian kombinasi parameter yang keempat dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 7. Hasil Dari Pengujian Kombinasi Parameter Yang Keempat

No.	Jumlah Partikel	Iterasi	Partikel	Pelanggaran			Fitness	Waktu Eksekusi
				Ruangan	Kelas	Dosen		
1	20	3852	6	8	0	0.037	8.037	60 detik
2	20	4286	5	4	0	0.039	4.039	55 detik
3	20	2712	18	6	0	0.053	6.053	67 detik
Rata-rata							6.043	61 detik
4	50	4193	30	2.04	0	0.04	2.04	110 detik
5	50	4820	2	7	1	0.035	8.035	121 detik
6	50	4987	29	7	0	0.044	7.044	116 detik
Rata-rata							5.706	116 detik
7	100	3209	20	5	0	0.033	5.033	198 detik
8	100	3745	67	6	0	0.034	6.034	208 detik
9	100	4532	68	1	0	0.043	1.043	179 detik
Rata-rata							4.037	195 detik
Rata-rata keseluruhan							5.262	123 detik

Berdasarkan dari hasil pengujian kombinasi parameter yang dapat dilihat pada tabel 7 yaitu pada pengujian nomor 7 sampai 9 yang jumlah partikelnya 100 mendapatkan nilai rata-rata *fitness* yang paling baik yaitu 4.037, walaupun waktu eksekusinya cenderung lebih lama dengan rata-rata 195 detik.

Berdasarkan hasil pengujian dari 4 pengujian parameter yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pengujian ketiga dengan nilai parameter $w = 0.7$, $c1 = 1.5$, $c2 = 1.5$ mendapatkan nilai rata-rata keseluruhan *fitness* yang paling baik diantara 3 parameter yang lainnya yaitu sebesar 1.269. Kemudian dari keempat pengujian parameter tersebut dapat diketahui bahwa semakin besar jumlah partikel yang digunakan, maka peluang untuk mendapatkan nilai *fitness* yang baik semakin besar tetapi waktu eksekusinya pun semakin bertambah.

5. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisis sistem penjadwalan perkuliahan menggunakan algoritma PSO pada Jurusan Teknologi Informasi Fakultas Teknik Universitas Tadulako, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Algoritma PSO dapat digunakan untuk sistem penjadwalan perkuliahan pada Jurusan Teknologi Informasi Fakultas Teknik Universitas Tadulako.
2. Hasil yang didapat dari algoritma PSO dalam menyelesaikan penjadwalan perkuliahan belum menghasilkan solusi yang optimal, karena masih ada soft constraint yang terlanggar, namun jika tanpa memperhatikan soft constraint, maka akan menghasilkan solusi yang optimal.
3. Berdasarkan seluruh pengujian yang telah dilakukan terlihat bahwa kombinasi nilai parameter dalam algoritma PSO yang paling baik untuk sistem ini adalah nilai parameter $w = 0.7$, $c1 = 1.5$, $c2 = 1.5$.

4. Sistem penjadwalan dijalankan untuk membuat jadwal perkuliahan semester genap 2017/2018. Jadwal perkuliahan semester genap 2017/2018 berhasil dibuat dengan nilai *fitness* 0.034 dengan waktu eksekusi selama 214 detik.

DAFTAR REFERENSI

- [1] A. T. S. Saud, D. W. Nugraha, and A. Y. Erwin, "Sistem Penjadwalan Perkuliahan Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus Jurusan Teknologi Informasi Fakultas Teknik Universitas Tadulako)," *J. Ilm. Mat. Dan Terap.*, vol. 14, no. 2, (2017).
- [2] W. A. Puspaningrum, A. Djunaidy, and R. A. Vinarti, "Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Algoritma Genetika di Jurusan Sistem Informasi ITS," *J. Tek. ITS*, vol. 2, no. 1, pp. A127–A131, (2013).
- [3] S. Saifullah and A. Hermawan, "Pengembangan Sistem Penjadwalan Kuliah Menggunakan Algoritma Steepest Ascent Hill Climbing," *J. Sist. Komput.*, vol. 6, no. 2, (2016).
- [4] J. G. Suhendri, "Rancang Bangun Aplikasi Pengoptimalan Penjadwalan Praktikum Menggunakan Metode Tabu Search Pada Laboratorium Komputer Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya," Skripsi, STIKOM, Surabaya, (2016).
- [5] D. A. R. Wati and Y. A. Rochman, "Model Penjadwalan Matakuliah Secara Otomatis Berbasis Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO)," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 2, no. 1, pp. 22–31, (2013).
- [6] M. Misbahul Ilmi, "Optimasi jadwal perkuliahan menggunakan algoritma particle swarm optimization: Studi kasus Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang," PhD Thesis, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, (2015).
- [7] G. F. Fahnani, Y. Yuningtyastuti, and S. Handoko, "Simulasi Optimasi Daya Reaktif Dan Tegangan Pada Sistem Jamali 500 kV Menggunakan Metode Particle Swarm Optimization," *TRANSIENT*, vol. 2, no. 2, pp. 322–328, (2013).