

Analisis Perbandingan Algoritma Genetika dan Modified Improved Particle Swarm Optimization dalam Penjadwalan Mata Kuliah

Made Hanindia Prami Swari¹, Chrystia Aji Putra², I Putu Susila Handika³

^{1,2}Program Studi Informatika, UPN "Veteran" Jawa Timur, Indonesia

³Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi dan Bisnis Indonesia

email: madehanindia.fik@upnjatim.ac.id¹, ajiputra@upnjatim.ac.id²,
susila.handika@stiki-indonesia.ac.id³

Abstrak

Pembuatan jadwal secara manual yang terdiri dari banyak batasan tentunya bukan perkara mudah. Dengan adanya berbagai algoritma penjadwalan, proses penjadwalan dapat dilakukan melalui pengembangan sistem penjadwalan mata kuliah. Pemilihan algoritma yang akan digunakan dalam sistem penjadwalan merupakan hal krusial untuk menghasilkan jadwal yang memiliki kinerja terbaik dari sisi ketiadaan bentrok antar jadwal dan waktu terbentuknya jadwal. Penelitian ini bertujuan membandingkan kinerja algoritma genetika yang dinyatakan memiliki kinerja baik serta algoritma MIPSO yang diklaim pada penelitian lain dapat memberikan kinerja baik pada kasus optimasi. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi berupa rekomendasi algoritma penjadwalan terbaik. Berdasarkan pengujian kinerja algoritma Genetika dan MIPSO yang dilakukan pada penjadwalan semester Genap 2021/2022 menggunakan *platform hardware* yang sama, maka didapatkan kesimpulan bahwa MIPSO menghasilkan jadwal optimal (menghasilkan jadwal tanpa bentrok) dengan rata-rata waktu yang lebih cepat yakni 190,281 detik dibandingkan waktu yang dibutuhkan oleh algoritma Genetika yakni selama 988,199 detik, dengan kata lain algoritma MIPSO menghasilkan kinerja lebih baik 5 kali lipat atau sebesar 500% dibandingkan algoritma genetika dari sisi waktu yang dibutuhkan untuk melakukan penjadwalan. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan penambahan jumlah individu yang akan dilakukan proses *crossover* dan *mutation* sehingga didapatkan jumlah optimal individu yang akan dilakukan proses *crossover* dan *mutation*.

Kata kunci: pejadwalan, algoritma genetika, modified particle swarm optimization, kinerja

Abstract

Making a schedule manually which consists of many restrictions is certainly not an easy matter. With the existence of various scheduling algorithms, the scheduling process can be carried out through the development of a course scheduling system. The selection of the algorithm that will be used in the scheduling system is crucial to produce a schedule that has the best performance in terms of the absence of clashes between schedules and the time of schedule formation. This study aims to compare the performance of the genetic algorithm which is stated to have good performance and the MIPSO algorithm which is claimed in other studies to provide good performance in the optimization case. This research is expected to contribute in the form of recommendations for the best scheduling algorithm. Based on the performance testing of the Genetics and MIPSO algorithms which were carried out in the 2021/2022 Even semester scheduling using the same hardware platform, it was concluded that MIPSO produced an optimal schedule (producing a schedule without clashing) with a faster average time of 190.281 seconds compared to the previous time. The genetic algorithm takes 988.199 seconds, in other words the MIPSO algorithm produces 5 times better performance or 500% compared to the genetic algorithm in terms of the time it takes to schedule. For further research, it is possible to increase the number of individuals who will undergo crossover and mutation processes so that the optimal number of individuals will be carried out for crossover and mutation processes.

Keywords : scheduling, genetic algorithm, modified particle swarm optimization, performance

Diterima Redaksi: 28-06-2022 | Selesai Revisi: 28-07-2022 | Diterbitkan Online: 31-07-2022

DOI: <https://doi.org/10.23887/janapati.v11i2.49061>

PENDAHULUAN

Sebagai sebuah institusi pendidikan, kegiatan belajar mengajar merupakan proses utama pada sebuah Universitas. Berbagai upaya ditempuh pengambil kebijakan serta dosen dan tenaga kependidikan di sebuah perguruan tinggi sebagai langkah meningkatkan mutu proses pembelajaran. Cita-cita ini tentunya memiliki banyak tantangan baik dalam proses belajar mengajar maupun pada tahap persiapan sebelum dilaksanakannya proses belajar mengajar di kelas, salah satu permasalahan yang cukup kompleks adalah kegiatan penjadwalan mata kuliah yang mampu memenuhi berbagai batasan yang ada di masing-masing satuan kerja [1]. Hal ini juga terjadi di UPN “Veteran” Jawa Timur, khususnya dalam menentukan jadwal mata kuliah yang efektif untuk mata kuliah umum. Pada semester Genap 2021/2022 pengelola MKU harus melakukan penjadwalan terhadap 120 orang dosen pengampu mata kuliah umum, dengan total kelas yang dibuka sebanyak 352, dan harus mengakomodasi 14.080 orang mahasiswa. Adapun proses pembuatan draft jadwal yang dilakukan membutuhkan waktu kurang lebih 3 hari, lalu dilanjutkan *ploting* oleh masing-masing koordinator mata kuliah untuk kemudian pengecekan jadwal yang bertabrakan (*crash*). Jika terjadi jadwal yang bertabrakan maka akan dilakukan proses penjadwalan lagi sampai tidak ditemukan jadwal yang bentrok. Selebihnya jika ada dosen yang ingin pindah jadwal/kelas, maka dosen yang bersangkutan harus mencari pasangan penggantinya dulu agar bisa dilakukan pertukaran penggunaan kelas dan dipastikan akibat proses pertukaran tersebut tidak terdapat jadwal yang bentrok.

Permasalahan penjadwalan yang masih dilakukan secara manual khususnya pada penjadwalan mata kuliah umum di UPN “Veteran” Jawa Timur yang menyebabkan proses penjadwalan membutuhkan banyak waktu dan seringnya jadwal yang dibuat belum efektif mengharuskan pembuatan jadwal dilakukan secara otomatis menggunakan proses komputasi tertentu agar mampu menghasilkan jadwal yang berimbang antara kewajiban dosen mengajar mata kuliah umum dan kewajiban mengajar di satuan kerjanya. Pembuatan sistem penjadwalan otomatis juga bukan perkara mudah [2]. Banyak penelitian terdahulu yang sudah dilakukan menggunakan berbagai metode atau algoritma untuk membuat sebuah sistem penjadwalan yang paling memenuhi sesuai kasus yang diangkat. Oleh karena itu pemilihan algoritma yang akan digunakan dalam pembuatan jadwal mata kuliah

umum di UPN “Veteran” Jawa Timur juga merupakan hal krusial yang harus diteliti untuk menghasilkan jadwal yang minim bentrok dan mampu memenuhi kebutuhan pengelola.

Beberapa algoritma penjadwalan yang sering digunakan untuk kasus penjadwalan dan optimasi adalah algoritma genetika [3] dan algoritma *particle swarm optimization* [4]. Algoritma genetika merupakan algoritma penjadwalan dan optimasi populer yang sering digunakan karena Algoritma genetika memiliki kelebihan daripada metode optimasi lainnya yaitu algoritma genetika dapat melakukan optimasi masalah dengan masalah yang kompleks dan ruang pencarian yang sangat luas [5]. Namun algoritma memiliki kekurangan yakni memerlukan generasi yang banyak untuk menghasilkan sebuah nilai yang optimal [6]. Selain algoritma genetika, algoritma *particle swarm optimization* (PSO) merupakan algoritma yang juga sering digunakan untuk memecahkan kasus penjadwalan dan optimasi karena memiliki kecepatan dalam menyelesaikan suatu permasalahan optimasi lebih cepat [7] [8], sedangkan berkebalikan dengan algoritma genetika, PSO memiliki kelemahan yakni tidak dapat melakukan pencarian pada ruang solusi lebih luas [9]. Beberapa penelitian terkini dilakukan untuk memberikan rekomendasi peningkatan kinerja algoritma PSO, beberapa algoritma turunan yang dihasilkan diantaranya adalah algoritma *modified particle swarm optimization* (MPSO) [10] serta algoritma *modified improved particle swarm optimization* (MIPSO) [11]. Pada penelitian ini akan dilakukan perbandingan algoritma genetika dan MIPSO untuk dapat diimplementasikan pada sistem penjadwalan mata kuliah umum di UPN “Veteran” Jawa Timur. Analisis perbandingan antara kedua algoritma tersebut perlu dilakukan untuk memilih algoritma yang memiliki kinerja lebih baik baik dari sisi waktu eksekusi pembuatan jadwal mata kuliah maupun efektifitas jadwal yang dihasilkan dalam hal ini efektif yang dimaksud adalah sistem mampu menghasilkan jadwal yang minim bahkan tanpa bentrok sama sekali serta mampu mengakomodasi kebutuhan pengelola mata kuliah umum di UPN “Veteran” Jawa Timur.

Telah banyak dilakukan penelitian terdahulu yang membuat sistem penjadwalan mata kuliah menggunakan beberapa pendekatan. Salah satu sistem penjadwalan mata kuliah pernah dibuat oleh Yesri Elva yang membuat sebuah sistem penjadwalan menggunakan algoritma Genetika di SMKN 3 Parimanan menggunakan 2 batasan yakni guru

tidak boleh dijadwalkan mengajar lebih dari satu waktu secara bersamaan dan satu kelas tidak boleh dijadwalkan lebih dari satu kali pada waktu bersamaan [12]. Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa jadwal yang dibuat sudah cukup baik dimana tidak ada jadwal yang bentrok. Penelitian lain terkait pembuatan sistem penjadwalan juga pernah dilakukan menggunakan algoritma lain yakni algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) di UIN SUSKA Riau. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada akhir penelitian dinyatakan bahwa algoritma PSO mampu menghasilkan jadwal perkuliahan yang sudah tidak ada bentrok namun masih tidak memenuhi dari sisi kualitas yaitu jam dimulainya perkuliahan inti yang difokuskan pada jam-jam yang efektif [13].

Dalam menanggulangi kelemahan pada algoritma PSO, maka dilakukan modifikasi untuk menghasilkan sistem penjadwalan yang lebih baik. Salah satu penelitian yang mengimplementasikan pengembangan metode PSO dilakukan oleh Kanata, dkk yang membandingkan kemampuan modifikasi algoritma PSO yakni algoritma Modified Particle Swarm Optimization (MPSO) dengan Modified Improved Particle Swarm Optimization (MIPSO) pada kasus pencarian solusi economic dispatch pada sistem kelistrikan 500kV Jawa Bali. Penelitian ini menyatakan bahwa metode MIPSO menghasilkan solusi paling optimal dibandingkan metode MPSO [14].

Berdasarkan analisis yang dilakukan pada beberapa penelitian pendahulu, maka dapat dinyatakan bahwa algoritma genetika mampu memberikan hasil penjadwalan yang baik, namun studi kasus yang dilakukan pada penelitian Elva masih mencakup permasalahan penjadwalan di sekolah dengan jumlah batasan tidak sekompleks permasalahan penjadwalan mata kuliah khususnya mata kuliah umum yang memiliki batasan lebih kompleks baik dari sisi jumlah dosen, kelas, dan kegiatan dosen di satuan kerjanya masing-masing. Sedangkan algoritma MPSO, MIPSO dinyatakan merupakan algoritma yang dirancang untuk memperbaiki kinerja algoritma optimasi PSO yang sering digunakan dalam memecahkan masalah penjadwalan dan berdasarkan penelitian terdahulu dihasilkan bahwa algoritma MIPSO menunjukkan kinerja lebih baik dibandingkan MPSO. Oleh karena itu penelitian ini dibuat untuk membandingkan kinerja algoritma genetika yang dinyatakan memiliki kinerja baik untuk kasus penjadwalan serta algoritma MIPSO agar mendapatkan

algoritma terbaik dan paling tepat untuk diimplementasikan pada sistem penjadwalan mata kuliah umum secara otomatis di UPN "Veteran" Jawa Timur.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan terstruktur dalam pengerjaannya dan mengadopsi metode pengembangan *waterfall*. Sistem yang dibangun merupakan sistem berbasis *web* dan digunakan oleh pengelola mata kuliah umum Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.

1. Analisis Masalah dan Kebutuhan

Langkah pertama yang dilakukan pada penelitian ini adalah melakukan analisis masalah yang terjadi dalam proses pembuatan jadwal mata kuliah umum yang memiliki banyak batasan diantaranya jadwal mengajar dosen di unit kerjanya masing-masing, jumlah kelas, jumlah mahasiswa, dan jumlah dosen pengampu yang menyebabkan pembuatan jadwal mata kuliah umum menjadi rumit dan rentan bentrok. Selain wawancara, kegiatan lain yang dilakukan pada tahap ini adalah melakukan kegiatan observasi untuk mengamati proses penjadwalan mata kuliah umum secara manual untuk dapat merumuskan masalah dan memberikan alternatif solusi berupa pembuatan sistem penjadwalan mata kuliah umum secara otomatis.

Setelah dilakukan wawancara dan observasi, maka kemudian dapat dipetakan permasalahan-permasalahan yang akan dipecahkan melalui pembangunan sistem informasi ini beserta daftar kebutuhan yang harus diakomodasi oleh sistem yang dibangun dalam bentuk dokumen *software requirement specification* (SRS).

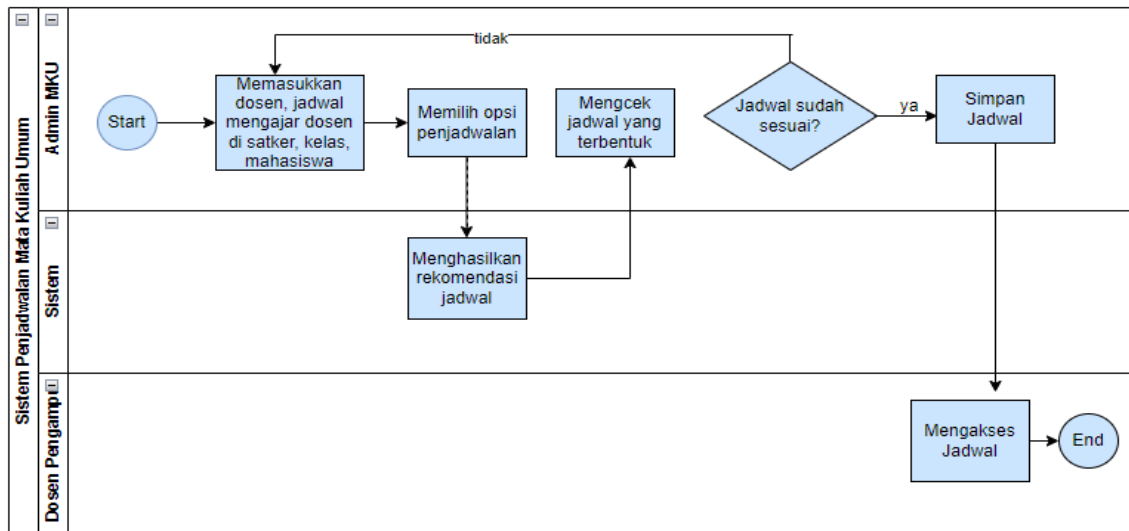
2. Pengumpulan Data dan Studi Literatur

Demi menunjang keberhasilan sistem yang akan dibangun, maka diperlukan beberapa data yang akan menjadi sumber pengetahuan bagi sistem, yakni daftar dosen, kelas, mahasiswa, dan jadwal mengajar dosen di unit kerjanya masing-masing. Pada langkah ini juga mulai dilakukan studi literatur terkait materi-materi yang digunakan dalam penyelesaian penelitian ini, misalnya teori terkait pemrograman, basis data, algoritma penjadwalan dan optimasi seperti algoritma genetika, particle swarm optimization dan modifikasinya serta jurnal-jurnal lain terkait

penelitian sejenis yang pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya.

3. Perancangan Sistem

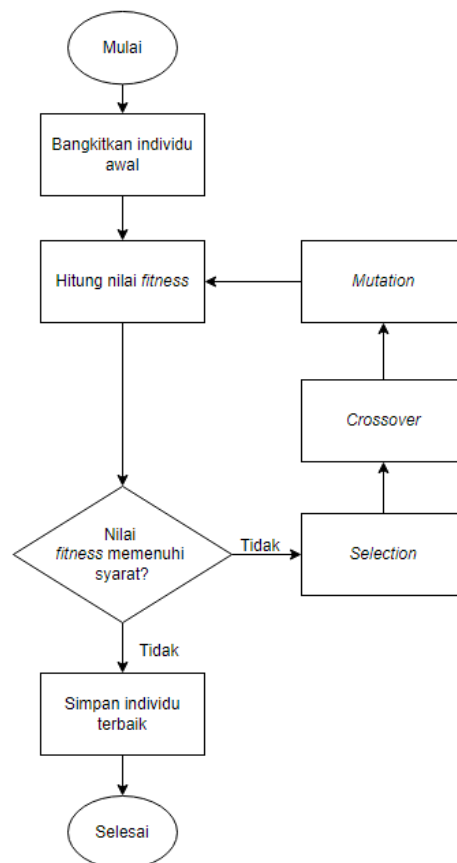
Pada tahap ini dilakukan proses perancangan sistem yang berguna untuk memudahkan dalam tahap implementasi. Adapun desain alur kerja sistem secara umum dapat dilihat pada Gambar 1.



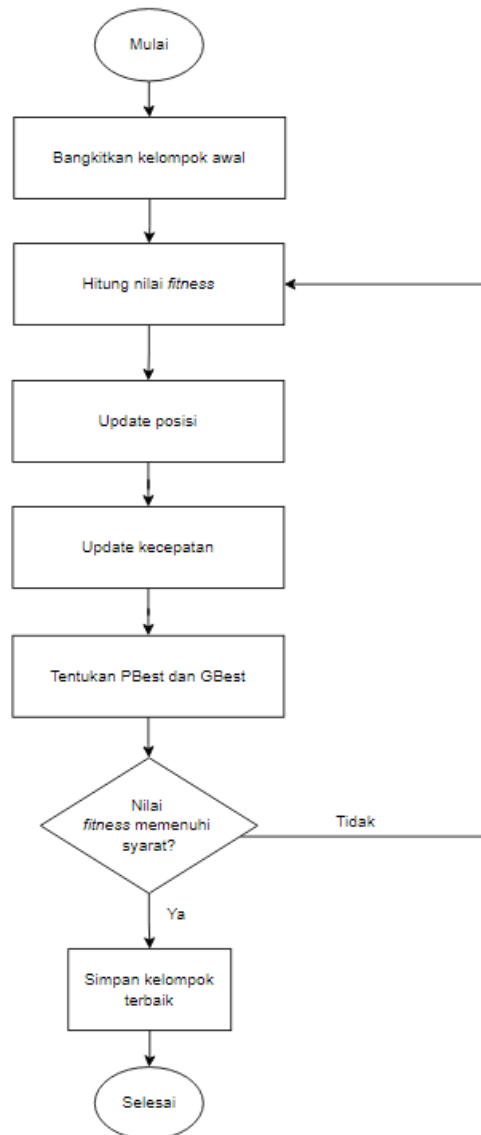
Gambar 1. Desain Alur sistem

Berdasarkan Gambar 1. dapat terlihat bahwa terdapat 2 peran yang terlibat dalam penggunaan sistem informasi ini, yakni **pengelola mata kuliah umum** yang bertugas membuat jadwal serta **dosen** selaku pihak yang akan mendapatkan jadwal mengajar dari pengelola mata kuliah umum. Untuk dapat menggunakan sistem penjadwalan ini, maka admin atau pengelola mata kuliah umum terlebih dahulu harus memasukkan batasan-batasan yang ada yakni ketersediaan dosen dan ruang kelas, jumlah mahasiswa, serta jadwal mengajar dosen di satuan kerjanya masing-masing. Sistem penjadwalan akan memberikan rekomendasi jadwal sesuai batasan yang telah dimasukkan. Jika jadwal yang dihasilkan telah sesuai maka masing-masing dosen pengampu dapat melihat jadwal yang telah terbentuk.

Adapun alur kerja algoritma Genetika dapat dilihat pada Gambar 2, sedangkan alur kerja proses penjadwalan menggunakan metode Modified Improved Particle Swarm Implementation dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Alur Kerja Algoritma Genetika [15]



Gambar 3. Alur Kerja Modified Improved Particle Swarm Optimization

Sesuai dengan alur kerja algoritma Genetika pada gambar 2, proses penjadwalan dimulai dengan membangkitkan individu yang didalamnya terdapat kromosom secara acak. Pada tiap individu, akan dihitung nilai *fitness* seperti persamaan 1 [16].

$$Fitness = \frac{1}{1+(C1+C2)} \quad (1)$$

Keterangan:

C1 = Jumlah jadwal dosen yang bentrok
C2 = Jumlah ruangan yang bentrok

Jika salah satu individu mendapatkan nilai *fitness* paling optimal atau sama dengan 1, maka iterasi pencarian jadwal optimal berakhir. Jika pada tiap iterasi belum mendapatkan nilai

fitness paling optimal, maka akan dilakukan proses *selection*, untuk mencari 2 individu terbaik yang nantinya akan melakukan proses *crossover* dan *mutation*. 2 Kandidat terbaik yang didapat dari proses *selection* akan menghasilkan 2 generasi baru yang akan menggantikan kromosom dengan nilai *fitness* paling rendah. Hasil setelah proses *mutation*, nilai *fitness* dihitung kembali untuk mendapatkan nilai yang paling optimal.

Sama halnya dengan algoritma genetika, algoritma MIPSO pada Gambar 3 dimulai dengan membentuk kelompok yang didalamnya terdapat partikel yang dibangkitkan secara acak. Masing-masing kelompok akan menghitung nilai *fitness* untuk mendapatkan jadwal paling optimal. Setelah menghitung nilai *fitness*, dilakukan proses update posisi menggunakan persamaan 2 dan update kecepatan menggunakan persamaan 3 untuk Menentukan *Particle Best* dan *Global Best* [17]. Proses ini akan terus berulang sampai mendapatkan jadwal paling optimal atau nilai *fitness* sama dengan 1.

$$V_j(i) = wv_j(i-1) + c_1r_1[P_{bestj} - x_j(i-1)] + c_2r_2[G_{best} - x_j(i-1)] \quad (2)$$

Keterangan:

r_1 dan r_2 : Nilai random antara 0-1
 c_1 dan c_2 : Konstanta (particle, swarm)
 P_{bestj} : Nilai terbaik partikel
 G_{best} : Nilai terbaik global pada saat iterasi
 i : data ke i
 w : konstanta inersia
 x_j : 1,2,... N

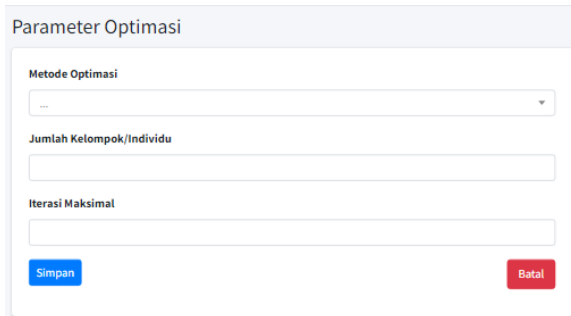
$$X_i(t) = V_i(t) + X_i(t-1) \quad (3)$$

Keterangan:

$X_i(t)$: posisi ke - t
 $V_i(t)$: kecepatan ke - t

4. Implementasi Sistem

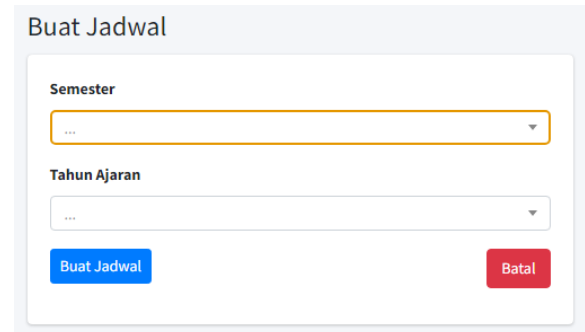
Setelah rancangan sistem telah dibuat, maka langkah berikutnya yang dilakukan adalah mengimplementasikan seluruh hasil perancangan kedalam bahasa pemrograman. Adapun implementasi sistem dilakukan menggunakan framework laravel dengan menggunakan bahasa pemrograman php dan basis data mariaDb. Hasil dari tahap ini adalah fitur penjadwalan mata kuliah umum secara otomatis yang mampu memenuhi kebutuhan pengguna yang dituangkan pada SRS. Hasil dari sistem penjadwalan dapat dilihat pada Gambar 3 sampai dengan Gambar 5.



Gambar 3. Form Setting Parameter Optimasi

Gambar 3 menunjukkan form untuk menyimpan nilai parameter optimasi metode algoritma genetika atau *Modified Improved Particle Swarm Optimization* (MIPSO). Kolom metode optimasi berisi pilihan metode yang ingin digunakan untuk membuat jadwal, dalam sistem ini menggunakan metode algoritma genetika atau MIPSO. Parameter jumlah kelompok/individu berfungsi untuk menentukan parameter kelompok pada pada MIPSO atau individu pada algoritma genetika. Inputan iterasi

maksimal berfungsi untuk memberikan nilai maksimal pada setiap iterasi metode MIPSO atau algoritma genetika.



Gambar 4. Form Buat Jadwal Otomatis

Gambar 4 merupakan form untuk membuat jadwal secara otomatis. Pada form ini dipilih semester dan tahun ajaran yang akan dibuatkan jadwal.

Data Jadwal Mengajar

+ Tambah Buat Jadwal Otomatis Excel

Show 10 entries Search:

NAMA MK	DOSEN	HARI	WAKTU	JAM KE	RUANG	...
Kepemimpinan	Ir. Naniek Ratni Juliardi A.R., M.Kes.	SENIN	07.00	1	G447	Ubah Hapus
Kewirausahaan	Dr. Reva Edra Nygeaha, S.Si	SENIN	07.00	1	G317	Ubah Hapus
Bahasa Indonesia	Dr. Endang Sholihatin, S.Pd., M.Pd.	SENIN	07.00	1	G545	Ubah Hapus
Pendidikan Kewarganegaraan	Saefurrohman, S.P., M.Sc.	SENIN	07.00	1	G211	Ubah Hapus
Bahasa Inggris	Riko Setya Wijaya, S.E., M.M.	SENIN	07.00	1	G117	Ubah Hapus
Bahasa Indonesia	Dewi Puspa A, S.Pd, M.Pd.	SENIN	08.40	3	G116	Ubah Hapus
Pendidikan Agama Islam	Cholid Fadil, S.Sos.I, M.Pd.I.	SENIN	08.40	3	G701	Ubah Hapus
Kepemimpinan	Dra. Suparwati, M.Si	SENIN	08.40	3	G331	Ubah Hapus

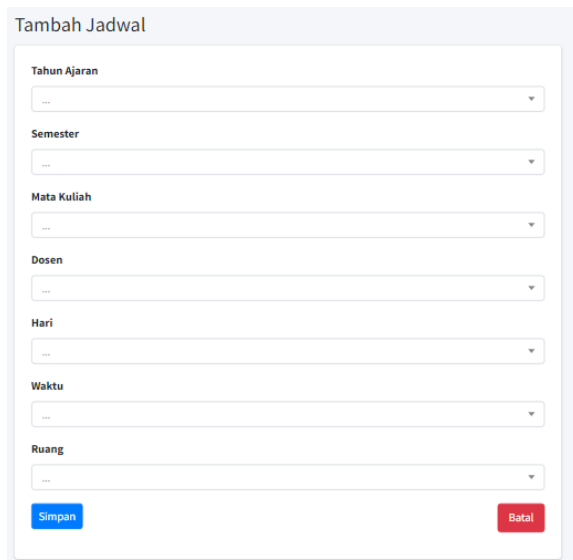
Gambar 5. Hasil Penjadwalan

Gambar 5 menunjukkan hasil dari jadwal yang telah dibuat secara otomatis menggunakan metode optimasi. Jadwal yang dihasilkan dari sistem merupakan jadwal yang paling optimal. Hasil penjadwalan juga dapat diexport menjadi excel seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6

untuk memudahkan pengguna untuk melakukan pengecekan. Jika terdapat penambahan jadwal, user dapat menambahkan jadwal secara manual. Form penambahan jadwal secara manual dapat dilihat pada Gambar 7.

	A	B	C	D	E	F	G
1	DAFTAR DOSEN PENGAMPU						
2	MATA KULIAH UMUM						
3	SEMESTER GENAP TA. 2021/2022						
4							
5	NAMA MK	DOSEN	HARI	WAKTU	JAM KE	RUANG	
6	Kepemimpinan	Ir. Naniek Ratni Juliardy A.R., M.Kes.	SENIN	07.00	1	G447	
7	Kewirausahaan	Dr. Reva Edra Nygeaha, S.Si	SENIN	07.00	1	G317	
8	Bahasa Indonesia	Dr. Endang Sholihatin, S.Pd.,M.Pd.	SENIN	07.00	1	G545	
9	Pendidikan Kewarganegaraan	Saefurrohman, S.P., M.Sc.	SENIN	07.00	1	G211	
10	Bahasa Inggris	Riko Setya Wijaya, S.E.,M.M.	SENIN	07.00	1	G117	
11	Bahasa Indonesia	Dewi Puspa A, S.Pd.,M.Pd.	SENIN	08.40	3	G116	
12	Pendidikan Agama Islam	Cholid Fadil, S.Sos.I.,M.Pd.I.	SENIN	08.40	3	G701	
13	Kepemimpinan	Dra. Suparwati, M.Si	SENIN	08.40	3	G331	
14	Bahasa Indonesia	Drs. Kusnarto, M.Si.	SENIN	08.40	3	G511	
15	Pendidikan Kewarganegaraan	Dra. Endang Iriyanti, MM	SENIN	08.40	3	G213	

Gambar 6. Hasil Penjadwalan Dalam Bentuk Excel.



Gambar 7. Form Tambah Jadwal.

5. Pengujian Sistem

Langkah terakhir dari tahapan kegiatan adalah melakukan pengujian sistem. Langkah ini penting untuk dilakukan agar sistem yang dibangun telah berjalan baik dan memenuhi semua kebutuhan pengguna seperti yang tertuang dalam dokumen SRS yang telah dibuat pada tahap awal kegiatan penelitian. Pengujian yang dilakukan berupa pengujian fungsionalitas sistem menggunakan pendekatan *blackbox testing*. Pengujian dilakukan dengan merumuskan serangkaian skenario pengujian untuk dicek apakah sistem akan menghasilkan *output* sesuai skenario yang telah ditentukan tersebut. Pengujian lain yang dilakukan adalah dengan mengecek jadwal yang terbentuk secara otomatis dan membandingkan jadwal yang lebih baik antar kedua algoritma yang digunakan dari

sisi kecepatan eksekusi sistem dalam menghasilkan jadwal serta keefektifan jadwal yang dihasilkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah proses implementasi telah dilakukan, maka dilakukan pengujian terhadap kinerja terhadap hasil penjadwalan yang terbentuk, baik jadwal yang terbentuk dari algoritma Genetika maupun algoritma *Modified Improved Particle Swarm Optimization* (MIPSO). Pengujian kinerja dilakukan dengan membandingkan waktu pembentukan jadwal oleh masing-masing algoritma yang digunakan. Adapun data penjadwalan yang diuji merupakan data riil penjadwalan yang dilakukan oleh pengelola Mata Kuliah Umum di UPN "Veteran" Jawa Timur pada semester Genap 2021/2022 yakni melibatkan pembuatan sebanyak 456 jadwal. Berdasarkan data pengujian yang digunakan, maka akan terbentuk 455 kombinasi acak dari masing-masing kemungkinan jadwal yang dapat terbentuk. Kombinasi tersebut akan menjadi kromosom pada algoritma genetika, dan menjadi partikel pada MIPSO. Pengujian algoritma Genetika dan MIPSO dilakukan dengan menggunakan jumlah individu/kelompok yang berbeda yakni menggunakan 5, 10, 15, dan 20 individu/kelompok dalam menemukan jadwal optimal. Jadwal optimal didapat dari perhitungan nilai *fitness* yang ditunjukkan pada Persamaan 1. Jadwal dapat dikatakan paling optimal jika tidak ada bentrok baik pada jadwal dosen serta ketersediaan ruangan atau nilai *fitness* = 1 [18].

Tabel 1 merupakan hasil pengujian kinerja algoritma Genetika yang dihasilkan oleh sistem yang dibangun pada penelitian ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kinerja Algoritma Genetika

Pengujian	Jumlah Individu yang Diuji			
	5	10	15	20
1	1468,852	1826,840	4783,569	5092,981
2	651,274	1503,789	3988,092	5810,918
3	568,988	1283,098	4283,989	6318,403
4	1323,391	901,873	4012,682	5260,124
5	928,489	1309,838	4587,318	6263,539
Rata-Rata	988,199	1365,088	4331,130	5749,193

Seperti yang terlihat pada Tabel 1, dapat dinyatakan bahwa semakin banyak individu yang digunakan pada setiap iterasi, maka seakin lama waktu yang dibutuhkan oleh sistem untuk menghasilkan jadwal optimal. Pada pengujian dengan data penjadwalan semester Genap 2021/2022 didapatkan penjadwalan optimal terbentuk melalui 33 kali

iterasi dengan menggunakan 5 individu dan 455 kromosom dengan waktu yang dibutuhkan adalah selama 568,988 detik. Sedangkan hasil pengujian kinerja algoritma *Modified Improved Particle Swarm Optimization* (MIPSO) dalam pembentukan jadwal dengan menggunakan data penjadwalan semester Genap 2021/2022 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kinerja Algoritma Genetika

Pengujian	Jumlah Kelompok yang Diuji			
	5	10	15	20
1	190,337	281,104	371,419	462,156
2	190,178	281,320	373,613	461,672
3	190,604	282,334	371,243	461,093
4	189,782	281,579	372,611	461,216
5	190,501	280,899	371,098	462,721
Rata-Rata	190,281	281,447	371,997	461,772

Sama seperti pengujian yang dilakukan pada penjadwalan menggunakan metode Algoritma Genetika, pengujian Algoritma MIPSO juga dilakukan dengan menggunakan jumlah kelompok yang berbeda, yakni menggunakan 5, 10, 15 dan 20 kelompok. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat dinyatakan juga bahwa semakin banyak kelompok yang digunakan, maka semakin lama pula waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan penjadwalan yang optimal. Rata-rata waktu yang dibutuhkan oleh algoritma MIPSO dalam menghasilkan penjadwalan optimal adalah sebesar 190,281 detik dan waktu yang dibutuhkan pada setiap pengujian relatif tidak mengalami perubahan yang signifikan. Hal

ini berbeda dengan proses penjadwalan menggunakan algoritma Genetika, dimana waktu yang dibutuhkan dalam menghasilkan jadwal pada tiap pengujian cukup berbeda antara pengujian ke-1 dan pengujian-pengujian berikutnya, hal ini dikarenakan pada saat proses mutasi, nilai gen pada kromosom yang bentrok akan dibangkitkan kembali secara acak. Sehingga ada kemungkinan waktu untuk mendapatkan nilai optimal lebih cepat. Hal ini berbeda dengan algoritma MIPSO dimana di setiap iterasi, perubahan nilai pada masing-masing partikel ditentukan oleh nilai partikel yang mendapatkan solusi paling optimal atau *global best*.

KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian kinerja algoritma Genetika dan MIPSO yang dilakukan pada studi kasus penjadwalan semester Genap 2021/2022 maka didapatkan kesimpulan bahwa algoritma MIPSO menghasilkan jadwal optimal dengan rata-rata waktu yang lebih cepat yakni selama

190,281 detik dengan menggunakan 5 kelompok dibandingkan dengan waktu yang dibutuhkan oleh algoritma Genetika yakni membutuhkan rata-rata waktu 988,199 detik dengan menggunakan jumlah individu yang sama, yakni 5 individu. Hal ini dapat terjadi karena pada algoritma genetika pada proses selection, hanya

2 buah individu terbaik yang akan dilakukan proses *crossover* dan *mutation* untuk menghasilkan individu baru yang akan menggantikan 2 individu yang memiliki nilai fitness paling rendah pada iterasi saat ini. Selain itu, ketika proses *mutation*, kromosom yang bentrok akan dibangkitkan kembali secara acak untuk mendapatkan generasi baru. Hal ini berbeda dengan algoritma MIPSO yang mendekati partikel yang belum optimal ke partikel terbaik yang terbentuk pada iterasi sebelumnya. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan penambahan jumlah individu yang akan dilakukan proses *crossover* dan *mutation* sehingga didapatkan jumlah optimal individu yang akan dilakukan proses *crossover* dan *mutation*. Melalui jumlah individu yang optimal maka diharapkan didapatkan waktu penjadwalan yang lebih baik dibandingkan hanya menggunakan 2 individu seperti yang dilakukan pada penelitian ini.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM UPN "Veteran" Jawa Timur yang telah memberikan kesempatan penulis untuk berpartisipasi dalam kegiatan penelitian internal mandiri pada skim Riset Dasar Lanjutan.

REFERENSI

- [1] D. R. Anamisa dan A. Djunaidy, "Penyelesaian Penjadwalan Matakuliah Menggunakan Hibridisasi Algoritma Genetika dan Algoritma Koloni Semut," *JUTI*, vol. 12, no. 1, pp. 15-20, 2014.
- [2] C. Fiarni, A. G. Gunawan, H. Maharani dan H. Kurniawan, "Automated Scheduling System for Thesis and Project Presentation Using Forward Chaining Method With Dynamic Allocation Resources," dalam *Procedia Computer Science* 72, 2015.
- [3] A. Ławrynowicz, "Genetic Algorithms for Solving Scheduling Problems," *Foundations of Management*, vol. 3, no. 2, pp. 7-26, 2011.
- [4] C. Menos-Aikateriniadis, I. Lamprinos dan P. S. Georgilakis, "Particle Swarm Optimization in Residential Demand-Side Management: A Review on Scheduling and Control Algorithms for Demand Response Provision," *Energies*, vol. 15, pp. 1-26, 2022.
- [5] T. Alam, S. Qamar, A. Dixit dan M. Benaida, "Genetic Algorithm: Reviews, Implementations, and Applications," *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, 2020.
- [6] L. Paranduk, A. Indriani, M. Hafid dan Suprianto, "Sistem Informasi Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Algoritma Genetika Berbasis Web," dalam *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI) 2018*, Yogyakarta, 2018.
- [7] M. Murnniawan dan N. Suciati, "Modifikasi Kombinasi Particle Swarm Optimization dan Genetic Algorithm untuk Permasalahan Fungsi Non-Linier," *INTEGER: Journal of Information Technology*, pp. 31-40, 2017.
- [8] A. U. Azmi, R. Hidayat dan M. Z. Arif, "Perbandingan Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) dan Algoritma Glowworm Swarm Optimization (GSO) dalam Penyelesaian Sistem Persamaan Non Linear," *Majalah Ilmiah Matematika dan Statistika*, pp. 29-38, 2019.
- [9] Q. Zheng, B.-W. Feng, Z.-Y. Liu dan H.-C. Chang, "Application of Improved Particle Swarm Optimisation Algorithm in Hull form Optimisation," *Journal of Marine Science and Engineering*, 2021.
- [10] Q. Xu, "Modified particle swarm optimization algorithm and its application in neural network," dalam *International Conference on Machine Learning and Computer Application*, 2020.
- [11] M. Tuegeh dan P. M. Soeprijanto, "Modified Improved Particle Swarm Optimization For Optimal Generator Scheduling," dalam *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*, Yogyakarta, 2009.
- [12] Y. Elva, "Sistem Penjadwalan Mata Pelajaran Menggunakan Algoritma Genetika," *Jurnal Teknologi Informasi*, pp. 49-57, 2019.
- [13] I. Kusmarna, L. Wardhani dan M. Safrizal, "Aplikasi Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO)," *Jurnal Teknik Informatika*, pp. 1-8, 2015.
- [14] S. Kanata, Sarjiya dan S. Hadi, "Modified Improved Particle Swarm Optimization (MIPSO) sebagai Solusi Economic Dispatch pada Kelistrikan 500 kV Jawa-Bali," *Transmisi*, pp. 66-72, 2013.
- [15] I. M. B. Adnyana, "Impelementasi Algoritma Genetika untuk Penjadwalan Asisten Dosen di STIKOM Bal," *Jurnal Sistem dan Informatika*, vol. 12, no. 2, pp. 166-173, 2015.
- [16] A. Janata dan E. Haerani, "Sistem Penjadwalan Outsourcing Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus: PT. Syarikatama)," *CoreIT*, vol. 1, no. 2, pp. 17-

- 24, 2015.
- [17] G. Jana, A. Mitra, S. Pan, S. Surai dan P. K. Chattaraj, "Modified Particle Swarm Optimization Algorithms for the Generation of Stable Structures of Carbon Clusters, C_n ($n = 3-6, 10$)," *Frontiers in Chemistry* , vol. 7, 2019.
- [18] M. D. Rindengan, I. Cholissodin dan P. P. Adikara, "Penerapan Algoritme Genetika Untuk Penjadwalan Latihan Reguler Pemain Brass Marching Band (Studi Kasus: Ekalavya Suara Brawijaya)," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 9, pp. 2950-2956, 2018.