

ALGORITMA PARTICLE SWARM OPTIMIZATION UNTUK PENJADWALAN KULIAH DI STMIK MUHAMMADIYAH PAGUYANGAN BREBES

Umar Ghoni¹, Nur Wahyu Hidayat², Hidayatur Rakhmawati³

^{1, 2, 3} STMIK Muhammadiyah Paguyangan Brebes

Email: ¹ganicom84@gmail.com, ²wahyu@stmikmpb.ac.id, ³hidarahmawati@stmikmpb.ac.id

Abstrak

Penjadwalan Perkuliahan di STMIK Muhammadiyah Paguyangan Brebes dibuat sebelum masuk perkuliahan, dibuat secara manual dengan menyesuaikan antara unsur pendukung seperti dosen, mata kuliah, ruang, dan kelas. Ini rentan terjadi bentrokan mata kuliah, bentrokan waktu dosen mengajar, atau bentrokan antar kelas. Algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) digunakan untuk mengotomatisasi pembuatan jadwal perkuliahan. PSO merupakan algoritma pencarian yang meniru kelompok hewan atau kelompok ikan dalam mencari makan. Penelitian ini dilakukan dengan menjalankan algoritma PSO dengan partikelnya menggambarkan kandidat penjadwalan kuliah. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan nilai *fitness* terkecil sebesar 0,163 dengan tingkat keberhasilan pembuatan jadwal sebesar 83,7 %.

Kata kunci: *penjadwalan, pso, perkuliahan*

Abstract

Lecture scheduling at STMIK Muhammadiyah Paguyangan Brebes is made before entering lectures, made manually by adjusting supporting elements such as lecturers, courses, rooms and classes. This is prone to subject clashes, clashes when lecturers teach, or clashes between classes. The Particle Swarm Optimization (PSO) algorithm is used to automate the creation of lecture schedules. PSO is a search algorithm that imitates groups of animals or groups of fish in searching for food. This research was carried out by running the PSO algorithm with particles describing college scheduling candidates. Based on the test results, the smallest fitness value was 0.163 with a schedule creation success rate of 83.7%.

Keywords: *scheduling, pso, lectures*

1. PENDAHULUAN

Kegiatan tertentu yang kompleks membutuhkan proses penjadwalan. Kegiatan tersebut dipartisi menjadi sub-sub kegiatan yang dialokasikan pada waktu yang telah ditentukan. Sehingga seluruh sub kegiatan dapat dijangkau dan dilaksanakan dengan baik. Penjadwalan telah diaplikasikan dalam berbagai bidang kehidupan.

Salah satunya di bidang pendidikan, khususnya di Sekolah tinggi atau Universitas. Di sana memiliki kegiatan yang sangat kompleks diantaranya kegiatan mahasiswa, kegiatan perkuliahan, kegiatan laboratorium, kegiatan ujian kuliah, kegiatan seminar karya ilmiah dan yang lainnya. Agar kegiatan tersebut dapat berjalan dengan baik maka seluruh kegiatan dirumuskan di dalam penjadwalan.

STMIK Muhammadiyah Paguyangan Brebes (STMIK MPB) adalah sebuah lembaga pendidikan tinggi yang dimiliki oleh organisasi Muhammadiyah, STMIKMPB dikelola oleh Cabang Muhammadiyah Paguyangan, memiliki dua program studi yaitu Teknik Informatika (TI), dan Sistem Informasi (SI). Proses aktifitas perkuliahan dilaksanakan selama lima hari dalam satu minggu yaitu dimulai hari senin dan berakhir di hari jum'at dimana dalam 1 hari memiliki 3 slot waktu perkuliahan.

Penjadwalan perkuliahan di STMIK MPB masih dilakukan secara manual, pegawai kurikulum akan memasukkan mata kuliah satu persatu ke dalam hari, waktu. Proses penjadwalan perkuliahan melibatkan tiga unsur yang harus terpenuhi yaitu dosen, kelas, dan ruang. Pekerjaan ini sangat rentan terjadi kesulitan dalam penyusunan jadwal yang sesuai keinginan. Kesulitan yang muncul ketika penyusunan jadwal diantaranya: (1) Terjadi bentrokan waktu antara dua mata kuliah pada ruang yang sama. (2) Dosen mengajar dua mata kuliah di waktu yang sama (3) kelas mengambil dua materi kuliah pada waktu yang sama. Sehingga dibutuhkan lebih banyak waktu untuk menyusun jadwal perkuliahan yang sesuai dengan keinginan.

Beberapa penelitian yang berusaha menyelesaikan permasalahan penjadwalan secara umum diantaranya algoritma A* digunakan untuk membuat jadwal mata kuliah [1], algoritma Welsh Powell digunakan untuk membuat jadwal mata kuliah dengan studi kasus Jurusan Matematika di fakultas FMIPA UNAND [2]. Penggunaan algoritma *Artificial Bee Colony* (ABC) untuk pembuatan jadwal perkuliahan [3], algoritma *Ant Colony*

Optimization (ACO) untuk pembuatan jadwal perkuliahan [4], pembuatan jadwal dengan menggunakan algoritma kunang-kunang [5], algoritma *cuckoo search* untuk penjadwalan perkuliahan [6], pembuatan jadwal kuliah dengan menggunakan algoritma kelelawar [7] Selanjutnya algoritma genetika digunakan untuk penjadwalan matakuliah [8].

Penelitian yang dilakukan ini menggunakan algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) untuk digunakan dalam pembuatan jadwal perkuliahan. PSO adalah algoritma pencarian yang meniru tingkah laku kumpulan burung-burung atau kumpulan ikan dalam mencari makanan. Algoritma ini dibuat oleh Dr. Eberhart dan Dr. Kennedy pada tahun 1995 [9]. PSO digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi. Permasalahan optimasi yang dipecahkan diantaranya PSO digunakan untuk memecahkan persamaan non linear [10], penentuan lokasi Base Transceiver System (BTS) untuk mengoptimalkan pentransmisian sinyal 4G [11], algoritma PSO digunakan untuk penentuan gizi balita [12], meningkatkan efisiensi daya keluaran panel surya dengan menggunakan PSO [13]. Penentuan jalur terpendek untuk distribusi air minum dengan menggunakan algoritma PSO [14]. Optimasi penentuan menu makanan untuk atlet menggunakan algoritma PSO [15].

Penelitian ini menggunakan algoritma PSO untuk membangkitkan jadwal perkuliahan di STMIK Muhammadiyah Paguyangan secara otomatis. Harapan dari penelitian ini adalah dihasilkannya proses penentuan jadwal perkuliahan di kemudian hari yang lebih cepat dan lebih baik dibandingkan penentuan jadwal perkuliahan yang dilakukan secara manual.

2. METODE PENELITIAN

1.1 Analisa Permasalahan

Penentuan jadwal yang dilakukan secara manual memiliki potensi terjadi permasalahan dalam proses pembuatannya seperti terjadi benturan waktu dosen pada waktu yang sama di ruang yang sama, ruang yang digunakan memiliki kapasitas yang tidak menampung jumlah mahasiswa kelas tertentu dengan jumlah yang lebih banyak dibandingkan ruangnya, terkadang dosen tertentu mengajar pada dua mata kuliah pada waktu yang sama. Hal ini memberikan usaha yang lebih keras untuk membuat jadwal yang sesuai dengan keinginan. Proses perbaikan jadwal membutuhkan waktu ekstra sehingga dapat mengganggu pekerjaan yang lainnya.

Data yang dibutuhkan penjadwalan perkuliahan di STMIK MPB terdiri dari data dosen seperti ditunjukkan gambar di bawah ini.

Tabel 1 Dataset Dosen STMIKMPB

No	Kode Dosen
1	TYP
2	MAA
3	AF
4	SY
5	AI
6	MS
7	FAT
...	
24	HRS

Data yang kedua adalah data materi kuliah yang dapat dilihat pada table 2.

Tabel 2 Dataset Mata Kuliah

No	Mata Kuliah
1	Kriptografi
2	Rekayasa Perangkat Lunak
3	Pengantar Teknologi Informasi
4	Jaringan Komputer
5	Pengantar Teknologi Informasi
6	Sistem Informasi Geografi
7	Analisis dan Perancangan Berorientasi Objek
8	Pemrograman Web Dinamis

...	
92	Aljabar Linier dan Matriks

Data yang ketiga adalah data kelas yang ditunjukkan tabel berikut ini.

Tabel 3 Dataset Kelas

No	Kelas
1	TI 1A
2	TI 1B
3	SI 1A
4	TI 3A
5	TI 3B
6	SI 5A
...	
13	SI 7A

Data yang terakhir adalah data ruangan yang digunakan untuk perkuliahan seperti ditunjukkan tabel berikut ini.

Tabel 4 Dataset Ruang

No	Kelas
1	201
2	202
3	203
4	204
5	301
6	302
7	303
8	304

Waktu perkuliahan dilaksanakan selama lima hari mulai dari hari senin dan berakhir pada hari jumat seperti ditunjuk pada tabel berikut ini.

Tabel 5 Dataset Hari

No	Hari
1	Senin
2	Selasa
3	Rabu
4	Kamis
5	Jum'at

1.2 Metode yang digunakan

Penyelesaian permasalahan tentang penjadwalan pada penelitian ini menggunakan algoritma PSO. PSO bekerja dengan dasar populasi atau kumpulan partikel. Setiap partikel adalah kandidat solusi. Kumpulan partikel disebar secara random di ruang pencarian. Setiap partikel memiliki posisi dan kecepatan. Posisi dan kecepatan pada setiap iterasi akan diperbarui. Prosesnya dapat dilihat pada persamaan 1, 2.

$$V_{ij}^t = \omega \times V_{ij}^{t-1} + c_1 \times r_1 \times (Pbest_{ij}^{t-1} - X_{ij}^{t-1}) + c_2 \times r_2 \times (Gbest_i^{t-1} - X_{ij}^{t-1}) \quad (1)$$

Proses pembaruan kecepatan setiap partikel V_{ij}^t dipengaruhi oleh inersia (ω), kognitif (c_1), sosial (c_2). Inersia (ω) digunakan untuk mengendalikan kecepatan partikel pada iterasi sebelumnya (V_{ij}^{t-1}). Parameter c_1 digunakan untuk melacak posisi terbaik dari partikel tertentu ($Pbest_{ij}^{t-1}$). Sedangkan c_2 digunakan untuk melacak posisi terbaik dari seluruh partikel $Pbest$.

Proses pembaruan posisi partikel X_{ij}^t didapatkan dengan menggabungkan antara posisi partikel tertentu saat ini X_{ij}^{t-1} dengan kecepatan yang baru V_{ij}^t seperti ditunjukkan persamaan berikut ini.

$$X_{ij}^t = X_{ij}^{t-1} + V_{ij}^t \quad (2)$$

Algoritma PSO dapat digambarkan seperti pada gambar 1 dimana langkah-langkah algoritma dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Menginisialisasi parameter yang dibutuhkan algoritma PSO seperti jumlah populasi, dimensi partikel, inersia (ω), kognitif (c_1), sosial (c_2).
2. Membangkitkan masing-masing partikel secara random sebanyak populasi yang telah ditentukan. Pembangkitan populasi awal dengan cara membuat pemetaan array tiga dimensi yang menggambarkan sebuah mata kuliah yang ditentukan dengan tiga indeks. Indeks pertama menunjukkan hari, indeks ke dua menunjukkan jam, dan indeks ketiga menunjukkan ruang. Setiap partikel menunjukkan kandidat jadwal perkuliahan. Dimensi setiap partikel sebanyak 92. Nilai ini mewakili seluruh mata kuliah yang akan dijadwalkan. Sehingga secara matematika dapat dikodekan sebagai berikut.

$$X_{ijk}^t = [x_1, x_2, x_3, x_4, \dots, x_{92}] \quad (3)$$

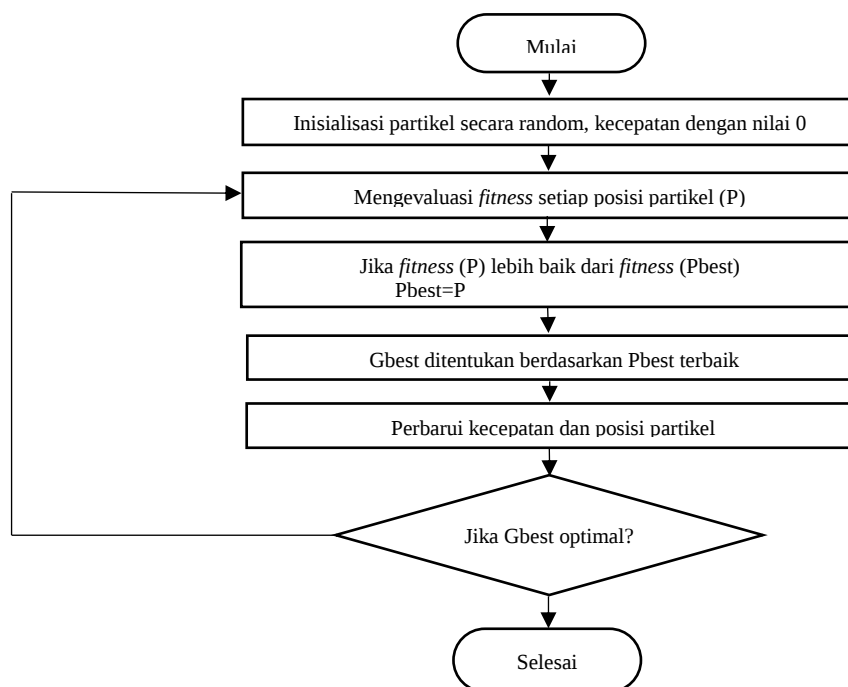
Atribut x_1 menunjukkan materi kuliah pertama yang sudah ditentukan oleh dataset. Penggambaran x_1 dapat dicontohkan misalkan $x_1 = [i, j, k]$. Hal ini menunjukkan bahwa mata kuliah x_1 dijadwalkan pada hari ke i, jam ke j, dan ruang ke k.

3. Membangkitkan kecepatan setiap partikel. Kecepatan partikel V_{ijk} diinisialisasi dengan nilai nol untuk seluruh nilai i, j, dan k nya.
4. Menghitung nilai *fitness* dari posisi setiap partikel. Perhitungan nilai *fitness* atau pelanggaran ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$fitness_i = \frac{pelanggaran\ ruang_i + pelanggaran\ dosen_i + pelanggaran\ grup_i}{jumlah\ mata\ kuliah} \quad (4)$$

Di mana nilai pelanggaran setiap partikel ($fitness_i$) didapatkan dari jumlah bentrok ruang kelas ($pelanggaran\ ruang_i$), bentrok dosen yang mengajar ($pelanggaran\ dosen_i$), dan bentrok kelas mahasiswa ($pelanggaran\ grup_i$).

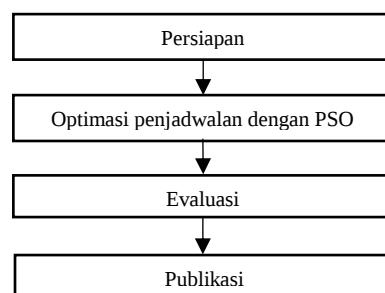
5. Menentukan nilai Pbest setiap partikel
6. Menentukan nilai Gbest dengan mengambil nilai Pbest terbaik
7. Memperbarui kecepatan dan posisi dengan menggunakan persamaan 1, dan 2.
8. Lakukan secara berulang langkah 4-7 sampai seluruh iterasi selesai dilakukan.



Gambar 1 Flowchart Algoritma PSO

Penelitian ini melalui proses tahapan, berdasarkan gambar 2, tahapan penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Persiapan
Tahap ini, persiapan penelitian terdiri dari proses pengumpulan data tentang dosen, materi kuliah, kelas, ruangan yang digunakan untuk kuliah, kumpulan data tersebut di dapatkan dari pegawai yang bekerja di bidang kurikulum.
2. Optimasi penjadwalan dengan PSO
Proses ini dilakukan dengan cara mencari konfigurasi penjadwalan materi kuliah dengan menggunakan algoritma PSO pada setiap jurusan dan semester dengan tingkat pelanggaran yang terkecil.
3. Evaluasi
Evaluasi dilakukan dengan membandingkan nilai global terbaik yang dicapai pada saat dilakukan proses pencarian konfigurasi jadwal perkuliahan.
4. Publikasi
Hasil penelitian yang telah dilakukan kemudian dibuat sebuah paper yang dipublikasikan di jurnal nasional STMIK Muhammadiyah Paguyangan Brebes.



Gambar 2 Tahapan Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan PSO untuk mengoptimasi penjadwalan perkuliahan membutuhkan parameter untuk perhitungan algoritma PSO, penentuan parameter ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 6 Penentuan Parameter PSO

Nama Parameter	Nilai
Dimensi partikel	92
Iterasi	1000
c_1	1,5
c_2	1,5

Setelah itu dilakukan perhitungan algoritma PSO untuk menentukan formasi jadwal perkuliahan dengan langkah-langkah yang sudah dijelaskan di atas. Selanjutnya dilakukan pengujian dengan menggunakan iterasi sebanyak 1000 kali, 50 partikel, dengan nilai $c_1=1,5$, $c_2=1,5$. Pengujian dilakukan dengan merubah-ubah nilai inersia (ω) untuk menghasilkan nilai *fitness* yang paling kecil. Hasil pengujian dengan merubah nilai ω dapat ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 7 Pengujian dengan merubah nilai inersia

ω	<i>Fitness</i>
0,01	0,2608
0,02	0,3804
0,03	0,25
0,04	0,315
0,05	0,326
0,06	0,2608
0,07	0,2608
0,08	0,217

0,09	0,293
0,1	0,315
0,2	0,239
0,3	0,173
0,4	0,184
0,5	0,206
0,6	0,206
0,7	0,173
0,8	0,163
0,9	0,358
1	0,521

Berdasarkan tabel di atas, nilai *fitness* terkecil didapatkan ketika pengujian dengan menggunakan $\omega=0,8$ menghasilkan nilai *fitness* 0,163. Nilai *fitness* ini menggambarkan terjadi pelanggaran sebanyak 15 yang dapat dirincikan sebagai berikut 9 pelanggaran ruang, 4 pelanggaran kelas, 2 pelanggaran dosen. Tingkat keberhasilan jadwal yang dibuat dapat dihitung sebagai berikut.

$$\text{Tingkat keberhasilan jadwal} = 100\% - (0,163 \times 100) = 83,7 \%$$

Adapun jadwal perkuliahan yang didapat dari pengujian ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 8 Jadwal Perkuliahan dengan nilai *fitness* terkecil

Hari	Jam	R 201	R 202	R 203	R 204	R 301	R 302	R 303	R 304
Senin	I	SIA	PTI/ SO	SIG	SD	LI	MP	SIG	PWD/ AOK
	II	STS	BD	RPL	DMW	KAL			PBPB
	III	SPK	SI	BING	SD	EP		PD	PBM/ M
Selasa	I	STS	ASBO	PS		EP	PSI	BD	APC/ PS
	II	SP					ALM		TISI
	III	PSI	TKTI		TWA	MPPSI	SPK	KAL	M
Rabu	I	RPL	ALM		APC			PSI	TWA/ SI
	II	RPL	BING			EB	PTI		IMK
	III	KG		TKTI		SP		STS	SIG
Kamis	I	APBO	MSI	BD	LI				OMI
	II	MP			APBO				APC
	III	JK/ STS							SO/ TKTI
Jum'at	I	DMW/ ALM				PWD	ST	PBPB	AOK
	II	SI	SO	ALM	PTI	PD	SI	SD	EP
	III	APBO/ KSI		PS	KAL	BING	BD	PV	MP

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pencarian jadwal perkuliahan dengan menggunakan algoritma PSO dengan merubah nilai inersia telah berhasil menghasilkan nilai *fitness* terkecil sebesar 0,163 yang menunjukkan tingkat keberhasilan jadwal sebesar 83,7. Untuk meningkatkan tingkat keberhasilan penentuan jadwal maka pada penelitian selanjutnya akan dilakukan perbaikan dengan melakukan proses optimasi algoritma PSO.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Youllia, I. N., Sofia, U., & Asep, C. T. (2018). Implementasi Algoritma A* Dalam Penjadwalan Matakuliah (Studi Kasus Penjadwalan Semester Ganjil 2017-2018 Informatika Itenas). JITTER, IV(3), 232-241.
- [2] Putri, W. S., Lyra, Y., Narwen. (2017). Penjadwalan Kuliah Dengan Algoritma Welsh- Powell (Studi Kasus: Jurusan Matematika Fmipa Unand). Jurnal Matematika Unand, 6(1),134-141.
- [3] Wahyu, F., Harits.(2018). Optimasi Penjadwalan Menggunakan Algoritma Artificial Bee Colony. Doctoral dissertation, Universitas Komputer Indonesia.
- [4] Rangga, S., Mia, F., Syahrul, M., Agus, N. (2018). Model Penerapan Algoritma Ant Colony Optimization (ACO) Untuk Optimasi Sistem Informasi Penjadwalan Kuliah. Jurnal Teknologi dan Informasi, 8(2), 120-132.
- [5] Setiawan, H., Hanafi, L. H., Prilianti, K. R. (2015). Implementasi Algoritma Kunang-Kunang Untuk Penjadwalan Mata Kuliah Di Universitas Ma Chung. Jurnal Buana Informatika, 6 (4).
- [6] Thepphakorn, T., Pongcharoen, P., & Vitayasak, S. (2016). A new multiple objective cuckoo search for university course timetabling problem. In Multi-disciplinary Trends in Artificial Intelligence: 10th International Workshop, MIWAI 2016, Chiang Mai, Thailand: Springer.
- [7] Limota, U., Mujuni, E., & Mushi, A. (2021). Solving the University course timetabling problem using bat inspire algorithm. Tanzania Journal of Science, 47(2), 674-685.
- [8] Maria, K. F., Ignasius, B.S.(2023). Kombinasi Crossover Dan Mutasi Terbaik Pada Algoritma Genetika dalam Penjadwalan Mata Kuliah. Techno.Com, 22(4),843-853.
- [9] James, K., Russell, E. (1995). Particle Swarm Optimization. *Proceedings of ICNN'95-international conference on neural networks* (pp. 1942-1948). IEEE.
- [10] Ardiana, R., Yudhi, P., & Rully, S. (2012). Implementasi Algoritma Particle Swarm Untuk Menyelesaikan Sistem Persamaan Nonlinear. JURNAL TEKNIK ITS, 1, 2301-9271.
- [11] Hani, Z. Z., Febriana, S. W. (2020). Optimasi Particel Swarm Optimazation (PSO) Untuk Penentuan Base Trancivier System (BTS). Jurnal Mnemonic, 3 (1).
- [12] Istikomah, L., Cholissodin, I., & Marji, M. (2017). Implementasi Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) Untuk Optimasi Pemenuhan kebutuhan Gizi Balita. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, 1(11), 1321-1330.
- [13] Putra, Z. M. A., Asri, P., Romadloni, F., & Arnestanta, R. R. (2023). Penerapan Algoritma Particle Swarm Optimization Untuk Meningkatkan Efisiensi Daya Keluaran Panel Surya. Jurnal Teknik Elektro dan Komputer TRIAC, 10(2), 56-64.
- [14] Puteri, R. N., Widodo, A. W., & Cholissodin, I. (2017). Optimasi Multiple Traveling Salesman Problem Pada Pendistribusian Air Minum Menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization (Studi Kasus: UD. Tosa Malang). Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, 1(9), 842-848.
- [15] Rachmad, Z. Y., Ratnawati, D. E., & Arwan, A. (2016). Optimasi Komposisi Makanan Untuk Atlet Endurance Menggunakan Metode Particle Swarm Optimization. Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, 3(2), 103-109.