

## Implementasi Algoritma Genetika untuk Otomatisasi Sistem Penjadwalan pada Lembaga Bimbingan Belajar

Siti Mutrofin<sup>1</sup>, Indana Zulfa<sup>2,\*</sup>, Diema Hernyka Satyareni<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Informatika, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Surabaya, Indonesia

<sup>2,3</sup>Sistem Informasi, Universitas Pesantren Tinggi Darul Ulum, Jombang, Indonesia

\*zindana363@gmail.com

### ABSTRAK

Lembaga Rumah Belajar AHE Ngumpul yang berada di Desa Ngumpul, Jogoroto, Jombang, Jawa Timur memiliki beberapa permasalahan, diantaranya adalah: 1) Sistem penjadwalan bersifat konvensional, di mana jadwal belajar masih dibuat secara manual oleh pemilik AHE Ngumpul sendiri dan juga seorang guru; 2) Pencatatan jadwal juga masih dicatat di buku cetak dengan ditulis tangan, yang tidak bisa digunakan secara bersama-sama pada waktu bersamaan dan harus digandakan; 3) Sumber daya manusia (SDM) pada AHE Ngumpul terbatas; dan 4) Proses penjadwalan konvensional dikerjakan oleh dua orang dengan waktu 1.622 detik. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka pada penelitian ini diusulkan penerapan Algoritma Genetika atau *Genetic Algorithm* (GA) pada sistem penjadwalan berbasis web dengan tujuan mengatasi permasalahan yang dialami oleh AHE Ngumpul. Data didapatkan dari dokumen terkait dengan sistem penjadwalan pembelajaran yang dimiliki oleh AHE Ngumpul. Atribut yang digunakan untuk penelitian ini adalah guru, siswa, hari, serta waktu. Pada GA penelitian ini menggunakan *one cut point crossover* dan *reciprocal exchange mutation*. Hasil uji coba menunjukkan hasil yang cukup baik dibandingkan dengan penjadwalan konvensional dengan tingkat keberhasilan 86,5203%, meskipun masih ada jadwal yang bentrok. Rata-rata waktu pembuatan jadwal menggunakan: 1) GA adalah 203 detik, dengan nilai *fitness* 0,0232; dan 2) GA dan tenaga seorang manusia (hanya memperbaiki jadwal yang bentrok dari GA) adalah 715 detik. Selisih antara penjadwalan konvensional dengan penerapan GA digabung dengan manusia menghemat waktu 907 detik.

**Kata kunci:** Algoritma Genetika, algoritma penjadwalan, GA, *one cut point crossover*, *reciprocal exchange mutation*.

### ABSTRACT

*AHE Ngumpul Learning House located in Ngumpul Village, Jogoroto, Jombang, East Java had several problems including: 1) The scheduling system was still conventional, conducted manually by the owner and also a teacher; 2) The learning schedule was also still handwritten, so it could not be used together at the same time and must be copied; 3) Human resources (HR) at the AHE were limited; and 4) The conventional scheduling process was carried out by two people with a time of 1,622 seconds. Based on these problems, this current research proposes the application of a Genetic Algorithm (GA) on a web-based scheduling system with the aim of overcoming the problems in AHE Ngumpul. The data were obtained from the documents of learning scheduling system at AHE Ngumpul. The attributes used for this research were teachers, students, day, and time. In GA, this research used one cut point crossover and reciprocal exchange mutation. The trial showed good results compared to the conventional scheduling with a success rate of 86.5203%, though there were still conflicting schedules. The average time of making a schedule using: 1) GA was 203 seconds, with a fitness value of 0.0232; and 2) GA and an human (only correcting conflicting schedules from GA) was 715 seconds. The difference between conventional scheduling and the implementation of GA combined with humans saved 907 seconds.*

**Keywords:** GA, Genetic Algorithm, *one cut point crossover*, *reciprocal exchange mutation*, scheduling algorithm.

## PENDAHULUAN

Lembaga Rumah Belajar AHE Ngumpul yang berada di Desa Ngumpul, Jogoroto, Jombang, Jawa Timur memiliki beberapa permasalahan, diantaranya adalah 1) Sistem penjadwalan bersifat konvensional, di mana pembuatan jadwal belajar masih dilakukan secara manual oleh pemilik AHE Ngumpul sendiri dan juga seorang guru; 2) Pencatatan jadwal juga masih dicatat di buku cetak dengan ditulis tangan, yang tidak bisa digunakan secara bersamaan pada waktu bersamaan dan harus digandakan; 3) Sumber daya manusia (SDM) pada AHE Ngumpul terbatas; dan 4) Proses penjadwalan konvensional dikerjakan oleh dua orang dengan waktu 1.622 detik.

Banyak penelitian terkait masalah penjadwalan, baik dalam menerapkan algoritma penjadwalan berbasis antrian (*queuing method*) (Cowdrey, Lange, Malekian, Wanneburg, & Jose, 2018) maupun optimasi (*optimization algorithm*) (Xavier & Annadurai, 2019). Beberapa *queuing method* yang masih cukup populer untuk diteliti adalah *First in First out* (FIFO) atau *First in First Serve* (FCFS), *Shortest Job First* (SJF), dll (Mutrofin, Muafah, Mas'ud, & Farhan, 2022; Cowdrey, Lange, Malekian, Wanneburg, & Jose, 2018). Sedangkan beberapa *optimization algorithm* yang masih cukup populer untuk diteliti adalah Algoritma Genetika atau *Genetic Algorithm* (GA) (Nurhidayati, Ratnawati, & Sari, 2019; Xavier & Annadurai, 2019), *Ant Colony Algorithm* (ACO) (Caprio, Ebrahimnejad, Alrezaamiri, & Santos-Arteaga, 2022), *Particle Swarm Optimization* (PSO) (Handayani, Fudholi, & Rani, 2020), dll.

Namun pada penelitian ini, *queuing method* tidak sesuai dengan data yang diteliti, karena *queuing method* lebih tepat apabila digunakan untuk penjadwalan produksi (*production scheduling*) (Panigrahi, Agrahari, Machado, & Manupati, 2022), dan penjadwalan pekerjaan (*job scheduling*) (Haruna, Jung, & Zakaria, 2015). Umumnya penjadwalan perkuliahan atau pembelajaran, baik formal maupun nonformal menggunakan *optimization algorithm*, seperti penelitian Sari, Mahmudy, dan Ratnawati (2015) dalam menerapkan GA, Zhu, Li, dan Li (2022) dalam menerapkan *Artificial Bee Colony* (ABC), dll.

Dari berbagai *optimization algorithm* yang ada, GA dipilih dalam penelitian ini. Alasan pemilihan GA adalah keunggulan yang

dimilikinya. Beberapa keunggulan GA dibandingkan dengan *optimization algorithm* adalah (Kowalski, Izdebski, Żak, Golda, & Manerowski, 2021): 1) Kemampuan dalam mencari titik optimal, tidak hanya pada satu lokasi di bidang pencarian, tetapi juga di beberapa lokasi; 2) Mengandalkan informasi yang ditentukan oleh fungsi adaptasi daripada turunannya; 3) Metode heuristik yang memberikan solusi mendekati optimal; dll.

Tujuan penelitian ini adalah guna mengatasi atau meminimalkan permasalahan yang dihadapi oleh AHE Ngumpul dengan menerapkan GA.

## METODE PENELITIAN

### Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dengan mengumpulkan dokumen penjadwalan konvensional dan wawancara kepada pengguna sistem AHE Ngumpul. Data penjadwalan yang digunakan adalah pada tahun akademik 2020/2021.

### Algoritma Genetika atau *Genetic Algorithm* (GA)

Berikut adalah tahapan GA pada penelitian ini, yaitu:

#### *Penentuan Atribut*

Tahapan pertama adalah penentuan atribut. Atribut tersebut antara lain yaitu Hari sebagai Gen1, Waktu sebagai Gen2, Guru sebagai Gen3, dan Siswa sebagai Gen4.

#### *Pengkodean*

Tahapan kedua adalah pengkodean kromosom. Penerapan GA pada masalah tertentu memerlukan pengkodean genetik individu potensial dari populasi awal (Lamini, Benhlime, & Elbekri, 2018). Teknik pengkodean dalam penelitian ini berupa *string bit* (Arif, et al., 2022). Jenis pengkodean yang berbeda dapat digunakan, tergantung pada masalah yang akan dipecahkan (Lamini, Benhlime, & Elbekri, 2018). Back, dkk menyatakan bahwa fungsi *fitness* dan operator genetik bertindak atas pengkodean ini, oleh karena itu pemilihan cara pengkodean merupakan langkah yang sangat penting untuk keberhasilan perilaku GA (Lamini, Benhlime, & Elbekri, 2018).

#### *Penentuan Populasi Awal dan Kromosom*

Tahapan ketiga adalah menentukan populasi awal. Populasi awal adalah proses membangkitkan sejumlah kromosom secara *random*. Ukuran populasi tergantung pada masalah yang akan diselesaikan. Sedangkan

Panjang satu kromosom ditentukan berdasarkan permasalahan yang diteliti. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Pada penelitian ini panjang kromosom terdiri dari 168 gen yang di dapat dari representasi Persamaan 1, di mana  $k$  adalah panjang kromosom,  $h$  adalah jumlah hari,  $w$  adalah jumlah waktu, dan  $g$  adalah jumlah guru.

$$k = h \times w \times g \quad (1)$$

### Inisialisasi Kromosom

Tahap keempat adalah Inisialisasi kromosom yang telah terbentuk, pada penelitian ini ada 3 individu.

### Crossover

Tahap kelima adalah pindah silang (*crossover*) yang berguna sebagai perkawinan silang secara *random*. Pada penelitian ini, metode *crossover* yang digunakan adalah *one cut point crossover*. *One cut point crossover* adalah model yang menggunakan satu titik untuk memotong gen suatu kromosom kemudian menyilangkan nilai gen dari parent1 dari gen pertama sampai gen sebelum titik potong ke sisi lain dari titik potong pada parent2 (Damayanti, Putri, & Fauzi, 2017; Rahmi, Mahmudy, & Anam, 2017). Misal pada penelitian ini, proses manualiasi ini dipilih parent1 dan parent2 untuk melakukan *crossover*. Titik potong dari *one cut point crossover* adalah titik ke 84.

### Mutasi

Tahapan keenam adalah proses mutasi. Proses mutasi adalah suatu proses yang kemungkinan memodifikasi informasi gen-gen pada suatu kromosom. Perubahan ini dapat membuat solusi terduplikasi menjadi memiliki nilai *fitness* yang lebih rendah maupun lebih tinggi daripada solusi induknya. Pada penelitian ini, proses mutasi yang digunakan adalah metode *reciprocal exchange mutation*. Gen dan Chen menyatakan bahwa cara kerja *reciprocal exchange mutation* adalah dua posisi dipilih secara acak dan ditukar satu sama lain (Baskar, Subbaraj, Rao, & Tamilselvi, 2003). Sebagai contoh, pada proses perhitungan manual penelitian ini dipilih induk untuk melakukan mutasi secara acak yaitu parent3, dikarenakan *offspring*/jumlah anak adalah 2, maka dipilih parent1 sebagai induk kedua, dengan titik tukar 46 dan 60.

### Cek Constraint

Tahapan ketujuh adalah proses cek *constraint*. *Constraint* berfungsi sebagai proses pengecekan kromosom yang terbentuk, di mana kromosom tersebut sudah sesuai dengan *constraint* yang telah dibuat sebelumnya atau

tidak. Hal ini guna untuk mendapatkan penjadwalan yang optimal. Dalam proses pengecekan *constraint* ini, apabila ada yang tidak sesuai dengan *constraint* yang dibuat maka akan dinilai sebagai penalti.

### Nilai Fitness

Tahapan kedelapan adalah evolusi alam, individu yang bernilai *fitness* tinggi akan bertahan hidup. Sedangkan individu yang bernilai *fitness* rendah akan mati. Nilai yang dihasilkan dari fungsi *fitness* menandakan seberapa optimal solusi yang diperoleh. Nilai yang dihasilkan oleh fungsi *fitness* mempresentasikan seberapa banyak jumlah *coinstant*/batasan yang dilanggar, sehingga dalam kasus penjadwalan, semakin kecil jumlah pelanggaran/pinalti/bentrok, maka solusi yang dihasilkan akan semakin baik. Untuk setiap jumlah pelanggaran yang terjadi akan diberi nilai 1. Berikut beberapa batasan yang digunakan dalam penyusunan jadwal belajar mengajar pada penelitian ini, yang ditunjukkan pada Tabel 1. Persamaan 2 adalah untuk mendapatkan nilai *Fitness* (Sari, Mahmudy, & Ratnawati, 2015), di mana  $P$  adalah *constraint* (pinalti) atau hasil penjadwalan yang bentrok.

$$Fitness = \frac{1}{1 + \sum P} \quad (2)$$

Tabel 1. Aturan Penjadwalan

No	Kode	Constraint
1	P1	Setiap guru minimal mengajar sebanyak 4 sesi dan maksimal mengajar 8 sesi dalam satu hari.
2	P2	Setiap guru mengajar satu siswa dalam satu sesi.
3	P3	Setiap guru mengajar selama 3 hari dalam satu minggu.

### Seleksi

Tahapan kesembilan *elitism selection* diadopsi pada penelitian ini. *Elitisme* mencegah hilangnya solusi terbaik yang ditemukan (Yu & Hung, 2012). Adapun hasil seleksi dari penelitian ini, yakni parent3.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan pengujian sebanyak 10 kali. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 2.

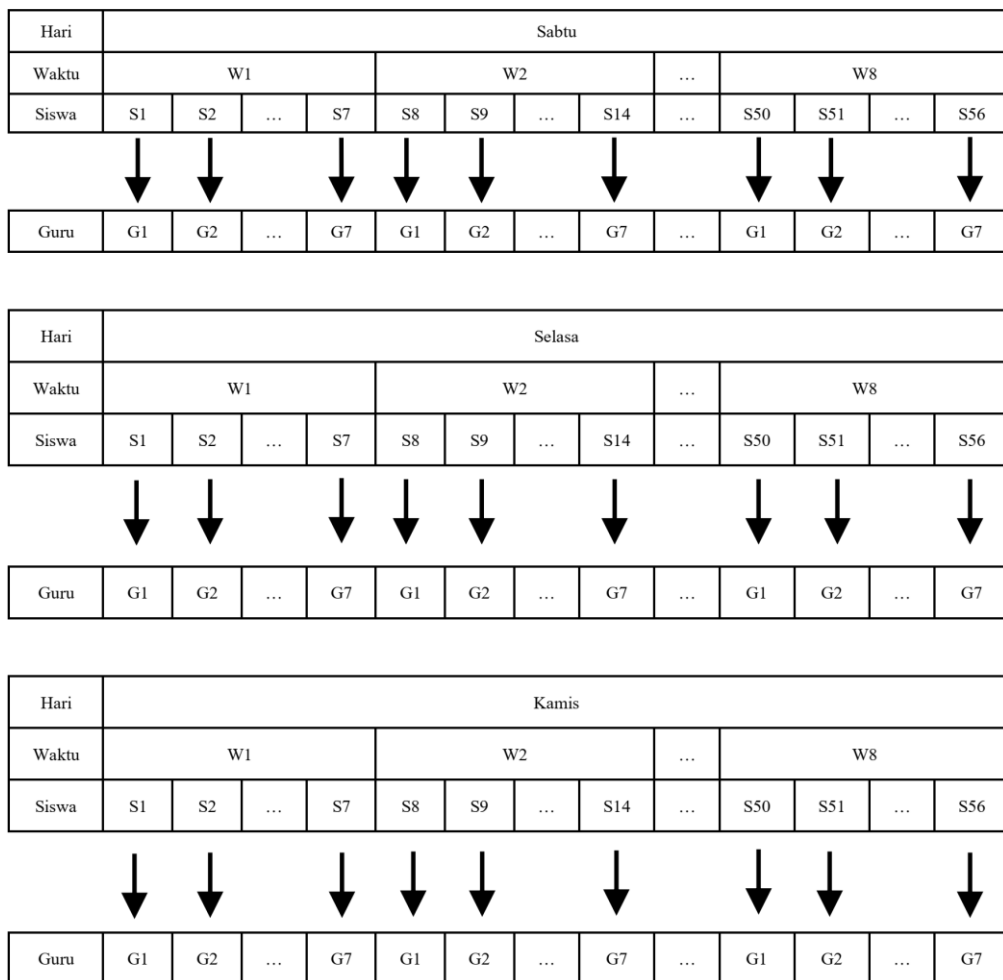
Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian kinerja dari GA dari 10 kali pengujian didapatkan nilai rata-rata waktu yang dibutuhkan dalam proses pembuatan jadwal sebesar 203 detik dan memiliki tingkat kebenaran sebesar 86,5203%. Selama 10 kali pengujian didapatkan hasil terbaik pada pengujian ke-7. Pada pengujian ke-7, didapatkan *crossover*1 sebagai tahapan

*crossover* yang terpilih tingkat kebenaran sebesar 88,0966% dengan nilai *fitness* sejumlah 0,02439. Waktu pembuatan jadwal menggunakan GA diperlukan 195 detik. Pada proses *crossover* diketahui titik potongnya adalah 84, sedangkan pada proses mutasi diketahui bahwa titik tukar dari proses Mutasi1 dan Mutasi2 adalah baris 43 dan baris 73. Di mana nilai *crossover* dan nilai mutasi didapatkan secara *random*. Guna mengatasi permasalahan hasil penjadwalan dari sisi siswa yang masih bentrok dilakukan secara manual dengan berfokus pada jadwal yang terjadi bentrok saja. Di mana jadwal siswa yang bentrok, salah satunya akan dimasukkan kepada guru yang sedang kosong (yang belum mengajar pada sesi tersebut). Sehingga jadwal yang terbuat tidak akan ada bentrok antara siswa satu dengan siswa yang lain. Pada pengujian ini, juga dilengkapi hasil untuk mengatasi jadwal yang bentrok secara manual dengan waktu yang diperlukan. Jadi dapat disimpulkan bahwa, pembuatan jadwal secara manual membutuhkan waktu

selama 1.675 detik, sedangkan jika menggunakan sistem dan memperbaiki yang bentrok membutuhkan waktu selama 1.675 detik. Sehingga kita dapat menghemat waktu selama 907 detik, seperti yang disajikan Tabel 3.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa penelitian ini berhasil sesuai tujuan penelitian guna mengatasi permasalahan AHE Ngumpul, diantaranya adalah: 1) Sistem penjadwalan bersifat otomatis menggunakan GA; 2) Pencatatan jadwal dapat dilakukan diaplikasi yang diusulkan; 3) Cukup membutuhkan satu orang saja untuk membuat jadwal menggunakan aplikasi yang diusulkan dan bertugas mengoreksi hasil jadwal yang masih terjadi bentrok; dan 4) Proses penjadwalan dapat menghemat waktu sebesar 907 detik. Penelitian di masa mendatang dapat menerapkan teknik *crossover* dan *mutation* yang lain.



Gambar 1. Jumlah Populasi Awal dan Kromosom

Tabel 2. Hasil Pengujian Kinerja Algoritma Genetika

Pengujian	Fitness	Akurasi P1 (%)	Akurasi P2 (%)	Akurasi P3 (%)	P1	P2	P3	Waktu Sistem	Terpilih
1	0,02273	95,24	63,16	100	1	42	0	00:03:21	Parent2
2	0,02326	95,24	64,04	100	1	41	0	00:03:25	Parent2
3	0,02326	95,24	64,96	100	1	41	0	00:04:57	Mutasi1
4	0,02174	85,71	62,16	100	3	42	0	00:03:34	Parent2
5	0,02439	95,24	66,67	100	1	39	0	00:03:38	Parent3
6	0,02273	100	61,95	100	0	43	0	00:03:10	Parent3
7	0,02439	100	64,29	100	0	40	0	00:03:15	Crossover1
8	0,02326	95,24	63,72	100	1	41	0	00:03:24	Mutasi1
9	0,02381	100	63,72	100	0	41	0	00:03:20	Parent1
10	0,02273	95,24	63,79	100	1	42	0	00:03:19	Mutasi1
<b>Rata-Rata</b>	<b>0,0232</b>	<b>95,715</b>	<b>63,846</b>	<b>100</b>	<b>0,9</b>	<b>41,2</b>	<b>0</b>	<b>00:03:23</b>	-
<b>Maksimal</b>	<b>0,02439</b>	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 3. Hasil perbandingan pembuatan jadwal secara manual, GA, maupun dan sistem

	Manusia	GA	Manusia+GA	Selisih
<b>Waktu (detik)</b>	1.622	195	715	907

## REFERENSI

- Arif, M., Ajesh, F., Shamsudheen, S., Geman, O., Izdrui, D., & Vicoveanu, D. (2022). Brain Tumor Detection and Classification by MRI Using Biologically Inspired Orthogonal Wavelet Transform and Deep Learning Techniques. *Journal of Healthcare Engineering*.
- Baskar, S., Subbaraj, P., Rao, M., & Tamilselvi, S. (2003). Genetic algorithms solution to generator maintenance scheduling with modified genetic operators. *IEEE Proceedings - Generation, Transmission and Distribution*, 150, pp. 56-60. IEEE.
- Caprio, D. D., Ebrahimnejad, A., Alrezaamiri, H., & Santos-Arteaga, F. J. (2022). A novel ant colony algorithm for solving shortest path problems with fuzzy arc weights. *Alexandria Engineering Journal*, 61(5), 3403-3415.
- Cowdrey, K. W., Lange, J. d., Malekian, R., Wanneburg, J., & Jose, A. C. (2018). Applying Queueing Theory for the Optimization of a Banking Model. *Journal of Internet Technology*, 19(2), 381-389.
- Damayanti, C. P., Putri, R. R., & Fauzi, M. (2017). Implementasi Algoritma Genetika Untuk Penjadwalan Customer Service (Studi Kasus: Biro Perjalanan Kangaroo). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 1(6).
- Handayani, T., Fudholi, D. H., & Rani, S. (2020). Kajian Algoritma Optimasi Penjadwalan Mata Kuliah. *Petir: Jurnal Pengkajian dan Penerapan Teknik Informatika*, 13(2), 212-222.
- Haruna, A. A., Jung, L. T., & Zakaria, N. (2015). Design and development of hybrid integrated thermal aware job scheduling on computational grid environment. *2015 International Symposium on Mathematical Sciences and Computing Research (iSMSC)* (pp. 13-17). Ipoh, Malaysia: IEEE.
- Kowalski, M., Izdebski, M., Żak, J., Gołda, P., & Manerowski, J. (2021). Planning and management of aircraft maintenance using a genetic algorithm. *Eksploracja i Niezawodność – Maintenance and Reliability*, 23(1), 143–153.
- Lamini, C., Benhlime, S., & Elbekri, A. (2018). Genetic Algorithm Based Approach for Autonomous Mobile Robot Path Planning. *Procedia Computer Science*, 127, 180-189.
- Mutrofin, S., Muafah, M. D., Mas'ud, & Farhan, A. (2022). Kombinasi Tiga Algoritma Penjadwalan Sebagai Upaya Meningkatkan Pelayanan Pelanggan Pada Usaha Konveksi. *Jurnal Informasi dan Teknologi*, 4(1), 19-24.
- Nurhidayati, M., Ratnawati, D. E., & Sari, Y. A. (2019). Implementasi Algoritma Genetika dan Analytical Hierarchy Process untuk Penerimaan Siswa Baru pada Sekolah Menengah Kejuruan. *JPTIJK (Jurnal*

- Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3(1), 995-999.
- Panigrahi, S., Agrahari, S., Machado, J., & Manupati, V. K. (2022). Production Scheduling of Semiconductor Wafer Fabrication Facilities Using Real-Time Combinatorial Dispatching Rule. In D. D. Cioboată (Ed.), *ICoRSE 2021: International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE) - 2021*. 305. Cham: Springer.
- Rahmi, A., Mahmudy, W. F., & Anam, S. (2017). A Crossover in Simulated Annealing for Population Initialization of Genetic Algorithm to Optimize the Distribution Cost. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, 9, 177-182.
- Sari, D. D., Mahmudy, W. F., & Ratnawati, D. E. (2015). Optimasi Penjadwalan Mata Pelajaran Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus : SMPN 1 Gondang Mojokerto). *DORO: Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya*, 5(13).
- Xavier, V. M., & Annadurai, S. (2019). Chaotic social spider algorithm for load balance aware task scheduling in cloud computing. *Cluster Computing*, 22, 287–297.
- Yu, X., & Hung, J. Y. (2012). A Genetic Algorithm for the Dubins Traveling Salesman Problem. *ISIE 2012* (pp. 1256-1261). Hangzhou, China: IEEE.