

Penerapan Algoritma Genetika Untuk Penjadwalan Mata Pelajaran di SD Taman Cahya Pematangsiantar

Implementation of Genetic Algorithm for Subject Scheduling at SD Taman Cahya Pematangsiantar

Muhammad Irfan¹, Muhammad Ridwan Lubis², Zulaini Masruro Nasution³
STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia

Article Info

Genesis Artikel:

Diterima, 21 September 2022

Direvisi, 24 September 2022

Disetujui, 24 September 2022

Kata Kunci:

Algoritma Genetika
Penjadwalan
Mata Pelajaran
Sekolah Dasar
Pematangsiantar

Keywords:

Genetic Algorithm
Scheduling
Subjects
Primary School
Pematangsiantar

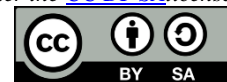
ABSTRAK

Jadwal pengajaran di sekolah sangat penting dalam kegiatan belajar mengajar di sekolah, jadwal ini bertujuan untuk mendukung, memfasilitasi, dan meningkatkan kualitas pendidikan. Dengan adanya jadwal mengajar, kegiatan belajar mengajar akan berjalan dengan lancar dan efisien. Sampai saat ini penjadwalan pelajaran di beberapa sekolah masih dilakukan secara konvensional oleh bagian kurikulum, dengan sebelumnya dilakukan rapat pembagian tugas bersama guru pengampu. Sistem penjadwalan mengajar guru di sekolah yang disusun secara konvensional akan dirasa kurang efektif dilakukan. Selain membutuhkan akurasi yang sangat tinggi dan estimasi yang relatif sedikit, metode ini juga memungkinkan kesalahan. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah mengimplementasikan algoritma genetika untuk melakukan optimasi penjadwalan mata pelajaran dan menerapkan model penjadwalan guru yang dihasilkan oleh algoritma genetika dalam sebuah aplikasi web. Data Penelitian ini dikumpulkan dari observasi ke SD Taman Cahya Pematangsiantar. Hasil nya, penjadwalan menggunakan algoritma genetika dapat menghasilkan jadwal secara otomatis, sehingga menampilkan jadwal pada hari dan jam pada masing-masing jadwal mengajar guru, sehingga membuat solusi optimal untuk penjadwalan. Selain itu penerapan Algoritma Genetika lebih cepat dan mudah dalam proses waktu pembuatan jadwal untuk mengatur penetapan jam mengajar guru sehingga tidak memakan waktu yang cukup lama.

ABSTRACT

The teaching schedule in schools is essential in teaching and learning activities; this schedule aims to support, facilitate, and improve the quality of education. With a teaching schedule, teaching and learning activities will run smoothly and efficiently. Until now, the scheduling of lessons in several schools is still done conventionally by the curriculum department, with previously held meetings for the division of tasks with the supervising teacher. The conventional teaching scheduling system for school teachers will be deemed less effective. In addition to requiring very high accuracy and relatively few estimates, this method also allows for errors. Therefore, this study aims to implement a genetic algorithm to optimize subject scheduling and apply the teacher scheduling model generated by the genetic algorithm in a web application. The data of this study were collected from observations at SD Taman Cahya Pematangsiantar. As a result, scheduling using genetic algorithms can generate schedules automatically, displaying the plan on the day and hour of each teacher's teaching schedule, thus creating an optimal solution for scheduling. In addition, applying the Genetic Algorithm is faster and easier in the process of making a schedule for setting teacher teaching hours so that it does not take a long time.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Penulis Korespondensi:

Muhammad Irfan,
Program Studi Teknik Informatika,
STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia
Email: irfanstb@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Jadwal pengajaran di sekolah sangat penting dalam kegiatan belajar mengajar di sekolah, jadwal ini bertujuan untuk mendukung, memfasilitasi, dan meningkatkan kualitas pendidikan [1]–[3]. Dengan adanya jadwal mengajar, kegiatan belajar mengajar akan berjalan dengan lancar dan efisien [4]. Sampai saat ini penjadwalan pelajaran di beberapa sekolah masih dilakukan secara konvensional oleh bagian kurikulum, dengan sebelumnya dilakukan rapat pembagian tugas bersama guru pengampu. Sistem penjadwalan mengajar guru di sekolah yang disusun secara konvensional akan dirasa kurang efektif dilakukan. Selain membutuhkan akurasi yang sangat tinggi dan estimasi yang relatif sedikit, metode ini juga memungkinkan kesalahan. Misalnya, pertimbangan yang dilakukan untuk mengembangkan program harus memperhatikan beberapa komponen, yaitu guru, siswa, kamar dan mata pelajaran. Karena pemrograman yang baik tidak hanya dapat mengurangi kemungkinan melanggar tanggal kedaluwarsa [5]. Untuk menyusun ulang jadwal yang baik, korelasi harus dilakukan di antara komponen-komponen ini sehingga tidak ada kasus "tabrakan". Tidak hanya itu saja yang menjadi pertimbangan. Tetapi juga beberapa parameter lain, seperti seharusnya tidak beresolusi dari jadwal yang sama dalam satu hari, jumlah jam guru mengajar terbatas dan jumlah jam bagi siswa disesuaikan dengan tingkat kelas. Dengan jumlah masalah ini, pekerja manusia yang bertugas membuat jadwal tentu akan mengalami kesulitan. Atas dasar kesulitan ini, penulis mencoba mendekati algoritma genetik pada sistem penjadwalan subjek sekolah.

SD Swasta Taman Cahya Pematangsiantar tergolong sekolah yang belum lama berdiri dan memiliki problem penjadwalan yang klasik. Di antara mereka adalah jadwal yang mengikat, jumlah guru terbatas, dan ada parameter tertentu. Proses pembuatan jadwal masih dilakukan secara manual dan belum memiliki model optimasi dengan aplikasi komputer. Banyak cabang ilmu komputer yang dapat menyelesaikan permasalahan diantaranya: Sistem Pendukung Keputusan [6]–[12], Jaringan Saraf Tiruan [13]–[20], Data mining [21]–[30], hingga beberapa penelitian yang menggunakan algoritma genetika untuk menyelesaikan masalah yang kompleks.

Algoritma genetika merupakan teknik pencarian dalam ilmu komputer untuk menemukan estimasi penyelesaian untuk optimasi dan masalah pencarian. Algoritma genetika adalah kelas khusus algoritma evolusi menggunakan teknik yang terinspirasi oleh biologi evolusi seperti warisan, mutasi, seleksi alam dan rekombinasi crossover (Gutama, 2016). Algoritma genetika ini telah banyak diterapkan pada konservasi masalah dan pemodelan di bidang teknologi, bisnis dan hiburan seperti optimasi perencanaan, pemrograman otomatis, pembelajaran mesin, dll. Studi ini akan mencari formulir jadwal dengan menganalisis dan membandingkan metode dan mutasi pengembangan silang dalam algoritma genetik dengan metode konvensional yang ada.

Penelitian ini mengikuti penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh M. Yazdani et. al (2017). Pada penelitian tersebut mereka membandingkan tiga algoritma untuk menyelesaikan masalah penjadwalan, yaitu algoritma genetika, algoritma semut dan algoritma tabu [31]. Ginting (2017) membahas tentang implementasi algoritma genetika dalam penjadwalan shift kerja di call center Telkom Medan. Pada penelitian tersebut peneliti menggunakan algoritma genetika untuk mengatasi masalah penjadwalan [32]. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian ini untuk menerapkan algoritma genetika pada penjadwalan mata pelajaran dengan Studi kasus pada SD Swasta Taman Cahya Pematangsiantar.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Pengumpulan Data

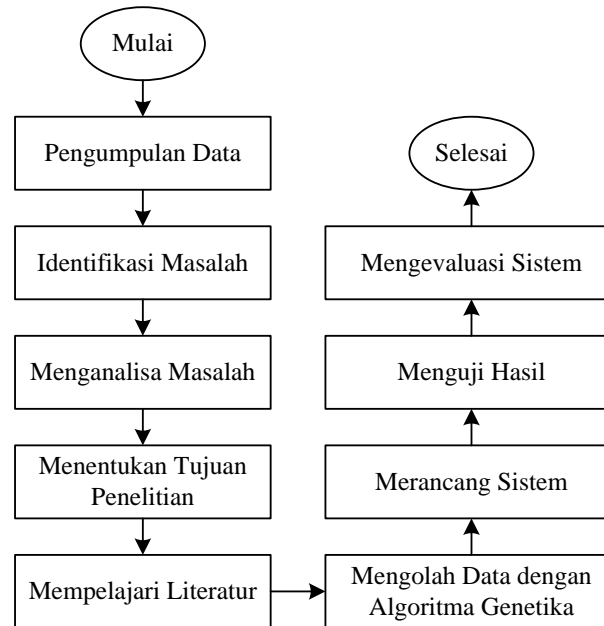
Pada metode penelitian ini akan di mulai dengan menggambarkan bagaimana mengumpulkan data yang akan digunakan dan membahas mengenai bagaimana cara kerja algoritma yang digunakan untuk proses yang akan di laksanakan dalam penerapan algoritma genetika untuk penjadwalan mata pelajaran di SD Taman Cahya Pematangsiantar. Lokasi penelitian dilakukan di SD Taman Cahya jl sisingamangaraja no 171 Pematangsiantar, dengan waktu pengumpulan data dilakukan pada tanggal 01 Juni 2021 sampai dengan 31 Desember 2021.

Tabel 1. Jadwal Mata pelajaran di SD Taman Cahya Pematangsiantar

No	Waktu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat
1	07 :15 - 07 : 35			Morning Activity		
2	07 : 36 - 08 : 10	Upacara	Tematik	Tematik	Tematik	
3	08 : 11 - 08 : 45	Tematik	Tematik	Tematik	OR	Kelas Bakat
4	08 : 46 - 09 : 20	Tematik	Tematik	Tematik	OR	
5	09 : 20 - 09 : 40			Snack Time		
6	09 : 41 - 10 : 15	Tahfiz	PAI	Tahfiz	PAI	AQ
7	10 : 16 - 10 : 50	Tahfiz	PAI	Tahfiz	PAI	AQ
8	10 : 51 - 11 : 25	B. Inggris	Tahfiz	B. Arab	AQ	Tematik
9	11 : 26 - 12 : 00	B. Inggris	Tahfiz	B. Arab	AQ	Tematik
10	12 : 00 - 12 : 45			Lunch / Dzuhur		
11	12 : 46 - 13 : 20	Tematik	Tematik	Tematik	Tematik	Tahfiz
12	13 : 21 - 13 : 55	Tematik	Tematik	Tematik	Tematik	Tahfiz
13	13 : 55 - 14 : 30					Tematik
14	14 : 31 - 15 : 05					Tematik

2.2. Rancangan Penelitian

Bagian ini membahas tentang Alur atau langkah-langkah pelaksanaan penelitian dari awal sampai akhir. Masing-masing langkah penelitian diuraikan secara rinci pada gambar 1 berikut.

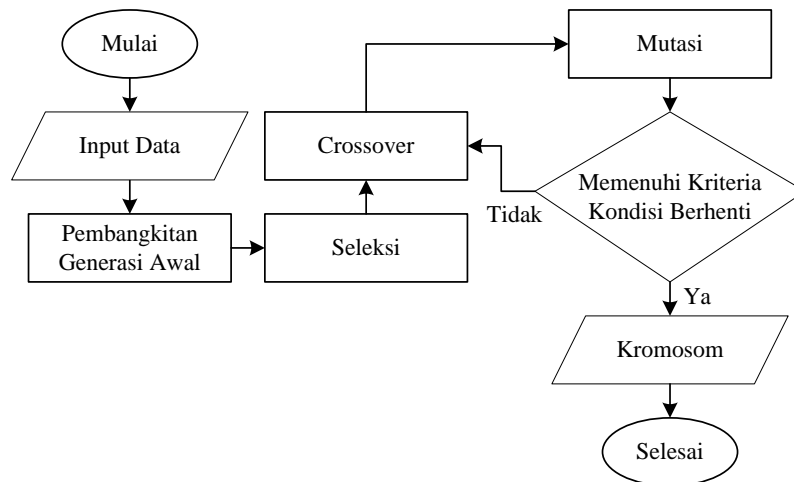


Gambar 1. Rancangan Penelitian

Berdasarkan Gambar 1 dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data
Data Penelitian ini dikumpulkan dari observasi, buku, dan situs yang terkait dengan algoritma genetik dan data sekolah.
2. Identifikasi Masalah
Tahapan ini bertujuan untuk menjaga konsistensi dari penelitian sehingga penelitian yang dilakukan lebih terarah dan tujuan yang diharapkan dapat tercapai. Tahapan identifikasi masalah dimulai dengan memperhatikan susunan jadwal mata pelajaran yang awalnya dibuat secara manual
3. Menganalisa Masalah
Dengan menganalisis masalah peneliti melakukan beberapa cara dan metode, termasuk metode deskriptif. Dalam metode ini, data yang akan dikumpulkan, di kompilasi, dikelompokkan, dianalisis sehingga beberapa gambar yang jelas diperoleh pada masalah penelitian. Maka diharapkan masalah dapat dipahami dengan baik dan benar, sehingga dapat ditarik kesimpulan dan mendapatkan solusi untuk menyelesaikan masalah
4. Menentukan Tujuan Penelitian
Atas dasar perumusan masalah yang telah dibuat pada tahap sebelumnya, fase penentuan berguna untuk mengklarifikasi kerangka target penelitian ini. Pada titik ini, tujuan penelitian ini adalah bagaimana merancang dan mengimplementasikan metode algoritma genetik yang memfasilitasi proses persiapan mata pelajaran.
5. Mempelajari Literatur
Melalui studi literatur, dipelajari teori-teori yang berhubungan dengan algoritma genetica, khususnya tentang penggunaan algoritma genetica untuk penyusunan jadwal mengajar guru . Sumbernya dalam bentuk buku, surat kabar, dan situs web terkait dengan algoritma genetik.
6. Mengolah Data dengan Algoritma Genetika
Dari hasil pengumpulan data selanjutnya dilakukan analisis untuk membuat disain atau rancangan program. Setelah itu digunakan algoritma genetica untuk melakukan pengolahan data untuk penyusunan jadwal mengajar guru.
7. Merancang Sistem
Pada tahap ini program akan didesain dan dirancang terlebih dahulu dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP. Hasil dari tahap ini adalah untuk mendapatkan model perangkat lunak. Model perangkat lunak yang diuji akan diuji sebelum akhirnya diimplementasikan
8. Menguji Hasil
Sistem perencanaan yang dikembangkan diimplementasikan. Karena itu, untuk pembangunan sistem perencanaan ini, dibutuhkan 3 (tiga) komponen yang harus diselesaikan.
9. Mengevaluasi Sistem
Setelah sistem diterapkan maka tahap terakhir dari pengembangan sistem ini adalah mengevaluasi kebutuhan dari sistem yang sedang berjalan. Agar sistem yang dibuat dapat berguna dan sesuai dengan kebutuhan pengguna sistem.

2.3. Pemodelan Algoritma Genetika



Gambar 2. Pemodelan Metode Algoritma Genetika

Hal pertama yang harus dilakukan Sebelum melangkah ke step-step bagaimana algoritma genetika dalam penjadwalan, kita harus tahu penentuan nilai *fitness*. Dalam kasus penjadwalan, *fitness* ditentukan oleh:

1. Clash Space (CS), jumlah jadwal ruang yang sama pada saat yang sama
2. Clash Class (CC), jumlah jadwal kelas pada saat yang sama
3. Clash Dosen (CD), jumlah jadwal guru yang sama mengajar di waktu yang sama

Sehingga perhitungan *fitness* adalah:

$$F = 1 / (1 + CS + CC + CD)$$

Fitness terbaik adalah nilai terbesar (tanpa bentrok) sehingga nilainya 1. Lebih banyak bentrokan (konfrontasi) maka nilai akan lebih kecil. Dalam beberapa kasus, juga dapat ditambahkan ke tidak adanya guru, yaitu penentuan momen ketika guru tidak dapat mengajar. Setelah menentukan aturan nilai, diikuti oleh langkah algoritma genetika:

1. Pembangkitan Generasi Awal

Sebelum pembangkitan generasi awal, ada beberapa pengaturan yang harus dibuat ketika merancang aplikasi diantaranya: adalah jumlah kromosom. Kromosom adalah kumpulan gen-gen (kombinasi antara mata pelajaran, ruang, dan waktu). Di awal ditentukan jumlah kromosom yang dibangkitkan. Sebuah kromosom ada solusi, sehingga semakin banyak kromosom dihasilkan, semakin banyak pilihan solusi (jadwal) dihasilkan, yang akan dipilih oleh yang terbaik. Kromosom akan diselamatkan dalam sebuah *array* dengan format seperti berikut:

$$\text{Kromosom 1} = \{[0, 3, 5], [1, 5, 13], \dots [30, 4, 0]\}$$

Dapat dilihat bahwa kromosom 1 memiliki 30 gen, yang berarti ada 30 pelajaran. Setiap gen adalah kombinasi [mata pelajaran, ruang, waktu]. Dalam data gen yang dimasukkan dalam angka (indeks dimulai dari 0). Gen [0, 3, 5] artinya pelajaran ke satu, ruang ke 3 dan waktu ke 5. Tetapi harus dianggap semakin banyak kromosom dibangkitkan, proses yang lebih parah dan lambat menghasilkan jadwal.

2. Seleksi

Proses seleksi adalah pemilihan kromosom yang akan digunakan untuk proses algoritma berikutnya. Pilihan ditentukan berdasarkan nilai kromosom. Nilai terbesar menjadi lebih banyak kromosom untuk dipilih.

3. Pindah Silang / *Crossover*

Gerakan silang adalah pertukaran gen antara dua kromosom. Kromosom yang merupakan aset induk acak yang dipilih di awal. Ada 10 kromosom dengan *CR* 70%, maka *parent* yang digunakan adalah 7. Dari nilai induk akan dipasangkan dua yang menghasilkan 1 nilai baru. Pasangan yang terjadi adalah 7 pasang, yaitu *parent* 1, *parent* 2 dan *parent* 3, dan seterusnya pada *parent* 7 dengan *parent* 1. Setiap induk akan berpasangan 2 kali.

Metode yang digunakan adalah *crossover* pada titik di mana setiap pasangan akan dipilih 1 angka acak antara 1 hingga jumlah gen dalam kromosom. Misalnya, dalam kromosom, ada 50 gen dan angka acak dinaikkan dalam nilai 20, maka kromosom baru yang dibuat adalah 0-19 gen *parent*1 dan 20-49 induk, serta untuk pasangan yang lain.

4. Mutasi

Mutasi adalah penggantian gen. Gen yang telah ditransfer hanya digantikan oleh ruang, dan sudah waktunya untuk kuliah. Jumlah gen yang diganti tergantung pada tingkat mutasi (*MR*). Misalnya, ada 5 kromosom dengan 10 gen masing-masing kromosom, dengan *MR* 50%. Jadi:

$$\text{Total Gen} : 5 * 10 \text{ (jumlah kromosom * jumlah gen per kromosom)} = 50 \text{ gen}$$

$$\text{Jumlah Mutasi} = 50\% * 50 = 25 \text{ gen.}$$

Cara mutasi adalah menghasilkan angka acak antara 1 hingga total gen (50) 25 kali. Misalnya, angka acak pertama adalah 12, kromosom gen kedua akan diambil (karena kromosom pertama hanya hingga 10, minus 2 diambil dalam kromosom ke-2). Jadi, gen dan gen kedua dalam kromosom kedua akan diganti dengan data bagian dan waktu acak.

Setelah tahap-tahap diatas apakah memenuhi kriteria dan kondisi berhenti, bila belum maka kembali lagi ke tahap pindah silang / *crossover*. Proses ini terus beruloh sehingga memenuhi kriteria dan kondisi tertentu dan mendapatkan kromosom terbaik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Implementasi Sistem

Implementasi sistem aplikasi penjadwalan genetika dibuat menggunakan bahasa pemrograman php sebagai *body* dari aplikasi penjadwalan dan bootstrap sebagai desainnya. Untuk database Penulis menggunakan MySQL dikarenakan bersifat open source yang artinya aplikasi penjadwalan bisa diakses online. Penulis juga menambahkan kode program *code igniter* karena menurut penulis dengan menambahkan *code igniter* kedalam aplikasi penjadwalan genetika dapat memudahkan dalam pengembangannya dibandingkan dengan membuatnya dari awal.

3.2. Teknik Algoritma Genetika

Pada aplikasi penjadwalan ini penulis mengimplementasikan algoritma genetika sebagai optimasi otomatis atau perhitungan otomatis. Ketika sudah didapatkan nilai *crossover*, mutasi, generasi dan populasi maka bisa dilakukan proses generate atau proses optimasi otomatis untuk mencari nilai terbaik.

3.3. Hasil Percobaan

Percobaan penelitian ini terdiri dari beberapa form menu, diantaranya nya: Halaman Menu Login, Halaman Beranda, Halaman Menu Guru, Halaman Menu Mata Pelajaran, Halaman Menu Guru Pengampu, Halaman Menu Ruang, Halaman Menu Jam, Halaman Menu Hari, Halaman Menu Waktu Tidak Tersedia, dan Halaman Menu Penjadwalan. Tetapi hanya Halaman Menu Penjadwalan yang akan disajikan pada bagian ini.

#	Hari	Sesi	Jam	MataPelajaran	Semester	Kelas	Guru	Ruang
1	Senin	(2-4)	08.46-10.50	TAHFIZ	1	A	Pak Madi	AL - AWWAL
2	Senin	(6-8)	11.26-13.55	TEMATIK	1	A	Bu Azizah	AL - AWWAL
3	Senin	(10-12)	14.31-12.45	TAHFIZ	1	A	Pak Madi	AL - AWWAL
4	selasa	(1-3)	08.11-10.15	TAHFIZ	1	A	Pak Madi	AL - AWWAL

Gambar 3. Halaman Menu Penjadwalan

```

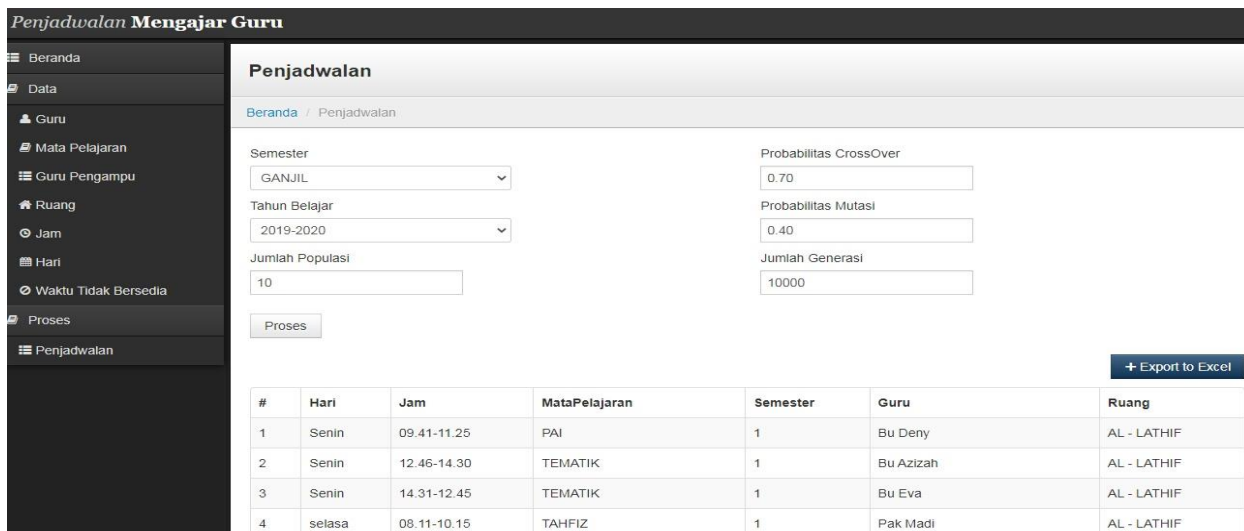
49 <label>Jumlah Populasi</label>
50 <input type="text" name="jumlah_populasi" value="<?php echo isset($jumlah_populasi) ? $jumlah_populasi : '' ;?>"
51 </div>
52 <div class="block span6">
53 <label>Probabilitas CrossOver</label>
54 <input type="text" name="probabilitas_crossover" value="<?php echo isset($probabilitas_crossover) ? $probabilitas_crossover : ''
55 ;?>"
56 <label>Probabilitas Mutasi</label>
57 <input type="text" name="probabilitas_mutasi" value="<?php echo isset($probabilitas_mutasi) ? $probabilitas_mutasi : '' ;?>"
58 <label>Jumlah Generasi</label>
59 <input type="text" name="jumlah_generasi" value="<?php echo isset($jumlah_generasi) ? $jumlah_generasi : '' ;?>"
60 </div>
61 <div class="form">
62 <button type="submit" class="btn" onclick="ShowProgressAnimation();">Proses</button>
63 </div>
64 </div>
65 </div>
66 </div>

```

Gambar 4. Kode Program Penjadwalan Menggunakan Algoritma

Pada gambar 3 dapat dijelaskan bahwa metode algoritma digunakan untuk membuat penjadwalan mengajar guru. Sebelum melakukan penjadwalan kita harus mencari nilai probabilitas crossover, probabilitas mutasi, jumlah generasi dan jumlah populasi.

Gambar 4 merupakan gambar kode program algoritma genetika yang akan men-generate nilai-nilai yang telah didapatkan. Setelah mendapatkan nilai dari crossover, mutasi generasi dan mutasi baru kita bisa proses optimasi penjadwalan algoritma genetika seperti yang diperlihatkan pada gambar 5 berikut.

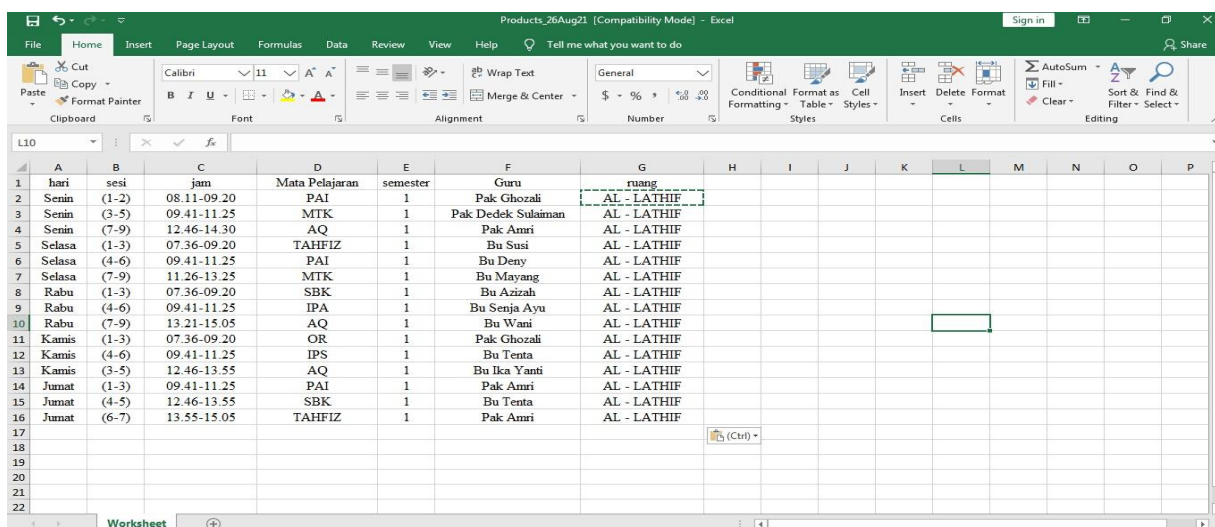


Gambar 5. Penjadwalan Algoritma Genetika Setelah Didapatkan Nilai Dari Crossover, Mutasi, Generasi dan Populasi



Gambar 6. Penjadwalan Algoritma Genetika Setelah di Generate

Setelah hasil dari generate atau optimasi maka akan keluar hasil dari penjadwalan algoritma genetika seperti yang diperlihatkan pada gambar 6. Setelah mendapatkan hasilnya data penjadwalan yang baru bisa kita *export* ke *excel*.



Gambar 7. Export ke Excel

Setelah data di *export* ke *excel* baru kita bisa mempergunakan data penjadwalan mengajar guru yang baru setelah optimasi algoritma genetika selesai seperti yang diperlihatkan pada 7.

4. KESIMPULAN

Penjadwalan jadwal mengajar guru dengan algoritma genetika bertujuan agar dapat menghasilkan jadwal secara otomatis, sehingga menampilkan jadwal pada hari dan jam pada masing-masing jadwal mengajar guru. Penerapan algoritma genetika dalam penjadwalan jadwal mengajar guru di SD Taman Cahaya Pematangsiantar membuat solusi optimal untuk penjadwalan, jadi kemungkinan kesamaan mengajar guru di jam dan hari yang sama sangat kecil. Penerapan Algoritma Genetika lebih cepat dan mudah dalam proses waktu pembuatan jadwal untuk mengatur penetapan jam mengajar guru sehingga tidak memakan waktu yang cukup lama. Untuk pengembangan sistem yang telah dibuat, maka diperlukan saran yang dapat membantu proses tersebut, diantaranya adalah: Pengembangan jadwal dengan menggunakan penerapan algoritma genetika dalam penjadwalan mengajar guru di SD Taman Cahaya Pematangsiantar sudah lebih optimal, namun diperlukan penjadwalan menggunakan algoritma yang berbeda agar lebih bervariasi, sehingga ada baiknya untuk pengembangan penelitian berikutnya dapat menggunakan algoritma selain algoritma genetika seperti algoritma round robin atau algoritma priority scheduling. Untuk kedepannya diharapkan metode ini dapat diaplikasikan bukan hanya di SD tapi ke SMP, SMA dan ke instansi yang lebih tinggi seperti Universitas.

REFERENSI

- [1] S. N. Abu, "Pembinaan guru oleh kepala sekolah dalam pengelolaan pembelajaran di sekolah dasar," *Jurnal Bahana Manajemen Pendidikan*, vol. 2, no. 1, pp. 704–831, 2014.
- [2] N. K. S. Astini, "Pemanfaatan Teknologi Informasi dalam Pembelajaran Tingkat Sekolah Dasar pada Masa Pandemi Covid-19," *Jurnal Lembaga Penjaminan Mutu STKIP Agama Hindu Amlapura*, vol. 11, no. 2, pp. 13–25, 2020.
- [3] D. Permana, I. Kudsi, M. Salam, Y. Iriantara, and U. C. Barlian, "Inovasi Pembelajaran dengan Model Blended learning di Masa Pandemi Covid 19," *VOCATIONAL: Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan*, vol. 1, no. 1, pp. 31–47, 2021.
- [4] N. Gustini and Wulandari, "Manajemen Laboratorium Sains untuk Meningkatkan Mutu Pembelajaran," *Jurnal Islamic Education Manajemen*, vol. 5, no. 2, pp. 231–244, 2020.
- [5] S. Wibowo, "Penerapan Logika Fuzzy Dalam Penjadwalan Waktu Kuliah," *Jurnal Informatika UPGRIS*, vol. 1, no. 1, pp. 59–77, 2015.
- [6] A. Wanto and E. Kurniawan, "Seleksi Penerimaan Asisten Laboratorium Menggunakan Algoritma AHP Pada AMIK-STIKOM Tunas Bangsa Pematangsiantar," *Jurnal Informatika dan Komputer (JIKO)*, vol. 3, no. 1, pp. 11–18, 2018.
- [7] V. V. Sianipar, A. Wanto, and M. Safii, "Decision Support System for Determination of Village Fund Allocation Using AHP Method," *The IJICS (International Journal of Informatics and Computer Science) ISSN*, vol. 4, no. 1, pp. 20–28, 2020.
- [8] P. P. P. A. N. . F. I. R.H Zer, Masitha, A. P. Windarto, and A. Wanto, "Analysis of the ELECTRE Method on the Selection of Student Creativity Program Proposals," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–6, Aug. 2019.
- [9] D. M. Sinaga, R. R. R. Alfah, A. P. Windarto, and A. Wanto, "Jurnal Sains dan Informatika," *Jurnal Sains dan Informatika*, vol. 5, no. 2, pp. 129–135, 2018.
- [10] D. R. Sari, N. Rofiqo, D. Hartama, A. P. Windarto, and A. Wanto, "Analysis of the Factors Causing Lazy Students to Study Using the ELECTRE II Algorithm," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, p. 012007, Aug. 2019.
- [11] T. Imandasari, A. Wanto, and A. P. Windarto, "Analisis Pengambilan Keputusan Dalam Menentukan Mahasiswa PKL Menggunakan Metode PROMETHEE," *Jurnal Riset Komputer (JURIKOM)*, vol. 5, no. 3, pp. 234–239, 2018.
- [12] R. Watrionthos, W. A. Ritonga, A. Rengganis, A. Wanto, and M. Isa Indrawan, "Implementation of PROMETHEE-GAIA Method for Lecturer Performance Evaluation," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1933, no. 1, p. 012067, 2021.
- [13] G. W. Bhawika *et al.*, "Implementation of ANN for Predicting the Percentage of Illiteracy in Indonesia by Age Group," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [14] A. Wanto *et al.*, "Analysis of the Backpropagation Algorithm in Viewing Import Value Development Levels Based on Main Country of Origin," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [15] E. Siregar, H. Mawengkang, E. B. Nababan, and A. Wanto, "Analysis of Backpropagation Method with Sigmoid Bipolar and Linear Function in Prediction of Population Growth," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [16] M. K. Z. Sormin, P. Sihombing, A. Amalia, A. Wanto, D. Hartama, and D. M. Chan, "Predictions of World Population Life Expectancy Using Cyclical Order Weight / Bias," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [17] A. Wanto *et al.*, "Analysis of the Accuracy Batch Training Method in Viewing Indonesian Fisheries Cultivation Company Development," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [18] Y. Andriani, H. Silitonga, and A. Wanto, "Analisis Jaringan Syaraf Tiruan untuk prediksi volume ekspor dan impor migas di Indonesia," *Register: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, vol. 4, no. 1, pp. 30–40, 2018.
- [19] W. Saputra, J. T. Hardinata, and A. Wanto, "Implementation of Resilient Methods to Predict Open Unemployment in Indonesia According to Higher Education Completed," *JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering)*, vol. 3, no. 1, pp. 163–174, 2019.
- [20] N. L. W. S. R. Ginantra *et al.*, "Performance One-step secant Training Method for Forecasting Cases," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1933, no. 1, pp. 1–8, 2021.
- [21] N. Arminarahmah, A. D. GS, G. W. Bhawika, M. P. Dewi, and A. Wanto, "Mapping the Spread of Covid-19 in Asia Using Data Mining X-Means Algorithms," *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, vol. 1071, no. 1, p. 012018, 2021.
- [22] A. Pradipta, D. Hartama, A. Wanto, S. Saifullah, and J. Jalaluddin, "The Application of Data Mining in Determining Timely

- Graduation Using the C45 Algorithm,” *IJISTECH (International Journal of Information System & Technology)*, vol. 3, no. 1, pp. 31–36, 2019.
- [23] T. H. Sinaga, A. Wanto, I. Gunawan, S. Sumarno, and Z. M. Nasution, “Implementation of Data Mining Using C4.5 Algorithm on Customer Satisfaction in Tirta Lihou PDAM,” *Journal of Computer Networks, Architecture, and High-Performance Computing*, vol. 3, no. 1, pp. 9–20, 2021.
- [24] N. A. Febriyati, A. D. GS, and A. Wanto, “GRDP Growth Rate Clustering in Surabaya City uses the K- Means Algorithm,” *International Journal of Information System & Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 276–283, 2020.
- [25] J. Hutagalung, N. L. W. S. R. Ginantra, G. W. Bhawika, W. G. S. Parwita, A. Wanto, and P. D. Panjaitan, “COVID-19 Cases and Deaths in Southeast Asia Clustering using K-Means Algorithm,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1783, no. 1, p. 012027, 2021.
- [26] I. Parlina *et al.*, “Naive Bayes Algorithm Analysis to Determine the Percentage Level of visitors the Most Dominant Zoo Visit by Age Category,” in *Journal of Physics: Conference Series*, 2019, vol. 1255, no. 1, p. 012031.
- [27] M. A. Hanafiah and A. Wanto, “Implementation of Data Mining Algorithms for Grouping Poverty Lines by District/City in North Sumatra,” *International Journal of Information System & Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 315–322, 2020.
- [28] I. S. Damanik, A. P. Windarto, A. Wanto, Poningsih, S. R. Andani, and W. Saputra, “Decision Tree Optimization in C4.5 Algorithm Using Genetic Algorithm,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–7, 2019.
- [29] A. Wanto *et al.*, *Data Mining : Algoritma dan Implementasi*. Yayasan Kita Menulis, 2020.
- [30] D. Hartama, A. Perdana Windarto, and A. Wanto, “The Application of Data Mining in Determining Patterns of Interest of High School Graduates,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1339, no. 1, p. 012042, Dec. 2019.
- [31] M. Yazdani, B. Naderi, and E. Zeinali, “Algorithms for University Course Scheduling Problems,” *Tehnicki Vjesnik*, vol. 24, no. 2, pp. 241–247, 2017.
- [32] Ginting and W. Clarisa, “Implementasi Algoritma Genetika dalam Penjadwalan Shift Kerja di Call Center Telkomsel,” 2017.