

## **DEVELOPMENT OF SCHEDULING SYSTEM WITH GENETIC ALGORITHM IN WEBSITE-BASED SMK NEGERI 1 SINE**

Shafa Bani Saputra<sup>1</sup>, Endang Wahyu Pamungkas<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Informatics, Faculty of Communication and Informatics, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia  
Email: <sup>1</sup>[L200190151@student.ums.ac.id](mailto:L200190151@student.ums.ac.id), <sup>2</sup>[ewp123@ums.ac.id](mailto:ewp123@ums.ac.id)

(Article Received: Desember 22, 2022; Revision: Desember 28, 2022; Published: August 18, 2023)

### **Abstract**

*Scheduling is an information that has limited conditions that must be met. Preparation of the schedule will take quite a long time if it is done using conventional media such as writing on paper or books. Scheduling optimization is needed to provide effectiveness and efficiency so that the implementation of learning activities can run more optimally. The genetic algorithm approach method is used to get the optimum schedule. This algorithm produces the best combination for subject pairs and teaching teachers as a whole by determining the initial population and initializing the chromosomes, determining the fitness value, then carrying out crossover selection, and carrying out mutations to produce the best fitness value which will be used to determine the final value of scheduling. The results of the entire algorithm process are consistent with the original prediction data, and the same teacher is not scheduled to teach more than once at the same time. The results of the subject scheduling process using the genetic algorithm obtain a fairly good optimization in subject scheduling.*

**Keywords:** genetic algorithm, optimization, scheduling system

## **PENGEMBANGAN SISTEM PENJADWALAN DENGAN ALGORITMA GENETIKA DI SMK NEGERI 1 SINE BERBASIS WEBSITE**

### **Abstrak**

Penjadwalan merupakan suatu informasi yang memiliki batasan-batasan kondisi yang harus terpenuhi. Penyusunan jadwal akan memakan waktu yang cukup lama jika dilakukan dengan menggunakan media konvensional seperti penulisan pada kertas atau buku. Optimasi penjadwalan dibutuhkan untuk memberikan efektifitas dan efisiensi agar pelaksanaan kegiatan pembelajaran dapat berjalan lebih maksimal. Metode pendekatan algoritma genetika digunakan untuk mendapatkan jadwal yang optimum. Algoritma ini menghasilkan kombinasi terbaik untuk pasangan mata pelajaran dan guru pengajar secara keseluruhan dengan penentuan populasi awal dan inisialisasi kromosom, menentukan nilai *fitness*, kemudian dilakukan seleksi crossover, dan dilakukan mutasi sampai menghasilkan nilai *fitness* terbaik yang akan digunakan untuk menentukan nilai akhir penyusunan jadwal. Hasil dari keseluruhan proses algoritma konsisten dengan data prediksi asli, dan guru yang sama tidak dijadwalkan untuk mengajar lebih dari satu kali pada waktu yang bersamaan, Hasil dari proses penjadwalan mata pelajaran dengan menggunakan algoritma genetika memperoleh optimasi yang cukup baik dalam penjadwalan mata pelajaran.

**Kata kunci:** algoritma genetika, optimalisasi, sistem penjadwalan.

### **1. PENDAHULUAN**

Teknologi merupakan suatu bentuk proses yang dapat mempermudah suatu kegiatan manusia sehingga dapat tercapai suatu tujuan tertentu. Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat, salah satunya dalam bidang pendidikan diperlukan suatu efektifitas dan efisiensi dalam melakukan suatu kegiatan [1]. Pengaturan jadwal mata pelajaran yang dapat diterima dengan tingkat kepuasan tertentu merupakan tantangan tersendiri, penjadwalan ini harus mempertimbangkan

ketersediaan sumber daya yang dibutuhkan. Permasalahan yang terdapat pada proses penjadwalan adalah bagaimana cara mengkombinasikan antara guru, mata pelajaran, waktu, dan kelas dengan baik tanpa ada duplikasi.

Algoritma yang sering digunakan untuk menyelesaikan masalah penjadwalan seperti *local search* [2], *simulated annealing* [3], algoritma kultural yang berfokus pada konsep genetik dan seleksi alam [4], dan algoritma genetika (GA). Algoritma genetika mampu menyelesaikan masalah penjadwalan dalam waktu yang lebih cepat dan hasil

yang optimal, algoritma genetika merupakan salah satu metode meta heuristik yang paling populer [5].

Algoritma genetika (*genetic algorithm / GA*) menghasilkan solusi awal secara acak, kemudian melalui langkah-langkah yang disebut seleksi, crossover, mutasi dan elitisme yang akan memperbaiki solusi secara berulang sampai dengan kondisi akhir terpenuhi. Dalam algoritma genetika untuk menghasilkan suatu solusi optimal, proses pencarian dilakukan di antara sejumlah alternatif titik optimal berdasarkan fungsi probabilitas [6]–[9]. GA paralel digunakan pada penelitian [10], [11] untuk menyelesaikan masalah penjadwalan mata kuliah. Melalui metode algoritma, jadwal dan kelas dipahami sebagai individu dengan gen yang tak terhitung banyaknya.

Penelitian ini akan dilakukan dengan menggunakan algoritma genetika terdistribusi (*distributed genetic algorithms, DGA*) yang didasarkan pada penelitian sebelumnya yaitu penyempurnaan GA [12], [13]. DGA akan menghasilkan beberapa kelompok solusi yang akan mengikuti setiap proses algoritma genetika pada masing-masing kelompok. Disini kita harus mengelola banyak kelas dengan mata pelajaran. Data penelitian ini diambil dari SMK Negeri 1 Sine, Jalan Tegari, Tulakan, Sine, Ngawi. Sesuai dengan penjelasan sebelumnya, penelitian ini diharapkan dapat memberikan efektifitas dan efisiensi dalam penyusunan jadwal mata pelajaran di SMK Negeri 1 Sine. Melalui penerapan metode algoritma genetika dengan hasil yang optimal, maka kegiatan akademik diharapkan dapat lebih maksimal. Pengembangan sistem penjadwalan diasumsikan dapat mempermudah dan mempercepat proses penyusunan jadwal mata pelajaran sesuai dengan harapan.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Perancangan Sistem

Penggunaan model *waterfall* yang merupakan salah satu metode pengembangan sistem dimana proses analisis data, design, *development*, *testing*, dan *maintenance* akan dilakukan [14], [15]. Penggunaan *framework* dibutuhkan untuk mempercepat proses *development* sehingga pengembangan sistem dapat mencapai hasil yang lebih maksimal [16]. Perancangan sistem yang diterapkan pada penelitian ini menggunakan UML (*Unified Modeling Language*) [17] dimana *use case diagram*, *activity diagram* dan perancangan basis data akan mempresentasikan terkait alur kerja dari sistem yang dikembangkan sesuai dengan metode yang digunakan.

#### a) Use Case Diagram

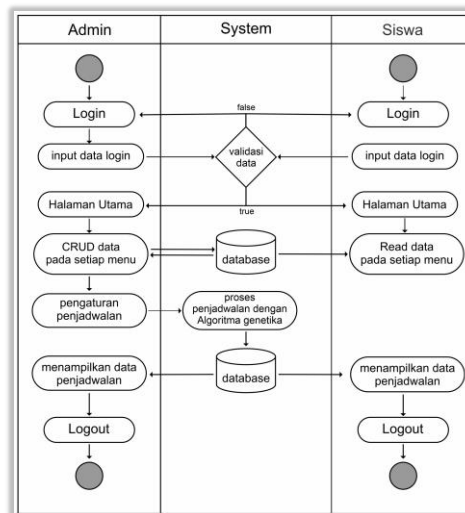
*Use case* yang dirancang untuk implementasi pengembangan sistem penjadwalan dapat mendiskripsikan tipikal interaksi antara user dengan sistem. Bentuk *use case* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Use Case Diagram

#### b) Activity Diagram

*Activity diagram* mendiskripsikan *workflow* dari sistem yang dikembangkan [18] dimana penggunaan sistem yang dikembangkan melibatkan dua pengguna dimana siswa sebagai user dan admin yang bertugas untuk mengelola data pada sistem. Admin memiliki kewenangan penuh untuk mengatur user dan informasi didalam sistem. Adapun aktivitas dari kedua user dapat dilihat pada Gambar 3.2.

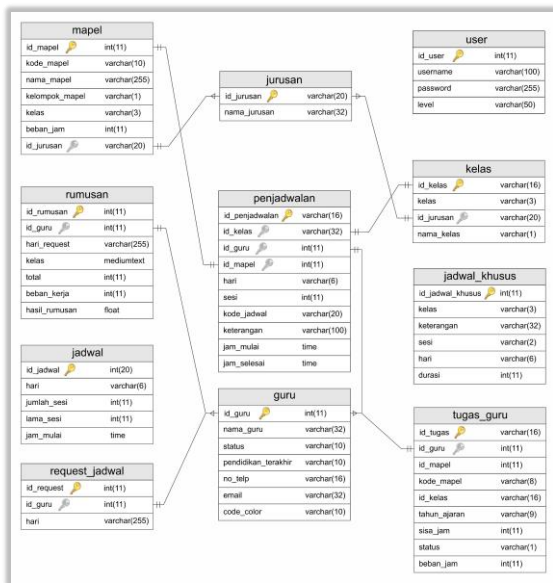


Gambar 2. Activity Diagram

#### c) Perancangan Basis Data

Salah satu perancangan basis data yaitu dengan menentukan relasi antar tabel sehingga tabel-tabel tersebut dapat saling berhubungan. Masing-masing record akan

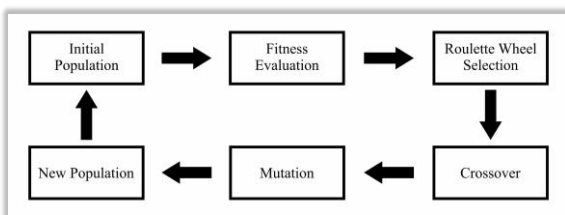
memiliki field kunci yang akan menjadi penghubung antar tabel yang ada. Relasi antar tabel dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Perancangan Basis Data

## 2.2 Algoritma Genetika

Algoritma genetika pertama kali dikembangkan oleh John Holland dari Universitas Michigan (1975). John Holland mengatakan bahwa setiap masalah yang terbentuk adaptasi (alam maupun buatan) dapat di formulasikan dalam teknologi genetika. Algoritma Genetika adalah simulasi dari proses evolusi Darwin dan operasi genetikan atas kromosom [1]. Algoritma Genetika merupakan suatu algoritma *heuristic* yang didasarkan atas mekanisme evolusi biologis yang digunakan untuk menyelesaikan masalah kombinatorik [5]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan [10] rangkaian proses algoritma genetika dijelaskan pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses Algoritma Genetika

Penentuan populasi awal (*initial population*) yang merupakan sekumpulan individu yang akan diproses bersama dalam satu siklus proses evolusi. Tahap seleksi melalui fungsi *fitness* (*fitness evaluation*), dilakukan evaluasi dari kendala yang dapat dilanggar oleh solusi yang diberikan (*hard constraints*) dan kendala yang dapat dilanggar namun mengurangi nilai solusi (*soft constraints*). Dalam hal ini kromosom yang memiliki nilai *fitness* tertinggi akan bertahan. Pemilihan proposional

kebugaran (*roulette wheel selection*) dari hasil evaluasi fungsi *fitness*, digunakan untuk memilih solusi yang berpotensi untuk dilakukan rekombinasi.

Persilangan (*crossover*) dimana pemotongan kromosom secara acak dan kemudian menggabungkan bagian awal dari kromosom utama dengan bagian kedua pada kromosom utama kedua. Proses perubahan individu (*mutation*) dengan kualitas diatas rata-rata sehingga membentuk kembali kromosom dan memperbaiki kerusakan materi genetik akibat proses *crossover*. Populasi baru (*new population*) dihasilkan dari proses sebelumnya yang kemudian akan dilakukan penentuan populasi awal kembali.

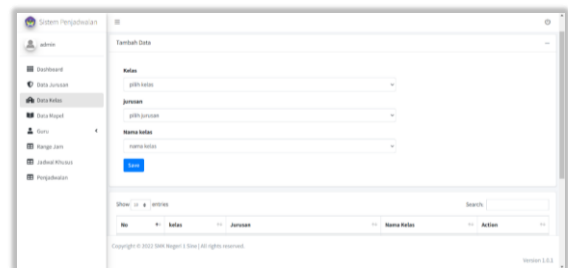
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Pengembangan Sistem

Hasil dari penelitian ini terdapat beberapa menu halaman yang dijadikan sebagai indikator untuk kemudian diimplementasikan kedalam struktur algoritma genetika untuk dilakukan proses penjadwalan. Beberapa menu halaman diambil dari sisi admin karena kewenangan penuh untuk mengelola data berada pada admin, yang selanjutnya digunakan sebagai indikator adalah sebagai berikut :

#### a) Halaman Kelas

Halaman kelas akan memberikan indikator untuk pembentukan gen pada kromosom yang akan diseleksi. Pada halaman ini admin akan menginputkan pilihan kelas, jurusan, dan nama kelas. Bentuk halaman kelas dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Halaman Kelas

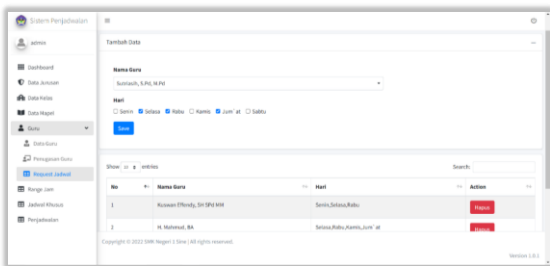
#### b) Halaman Mata Pelajaran

Halaman ini akan membentuk suatu individu yang kemudian akan diambil kromosomnya untuk dilakukan proses seleksi. Halaman ini admin akan menginputkan kode mata pelajaran, nama mata pelajaran, pilihan kelas, beban jam, jurusan, dan kelompok mata pelajaran. Bentuk dari halaman mata pelajaran dapat dilihat pada Gambar 6.



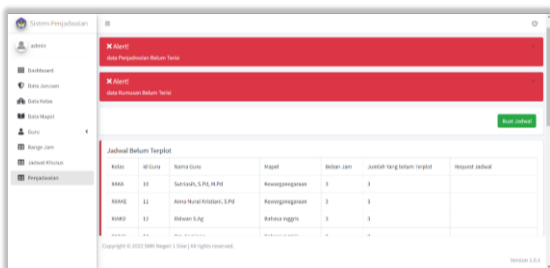
Gambar 6. Halaman Mata Pelajaran

- c) Halaman *Request Jadwal*  
Halaman ini akan menentukan kromosom mana yang akan diseleksi pertama kali sesuai dengan gen-gen yang dimiliki. Pada halaman ini admin akan memilih nama guru dan ketersediaan dalam mengajar berdasarkan hari. Bentuk dari halaman request jadwal dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Halaman *Request Jadwal*

- d) Halaman *Penjadwalan*  
Halaman ini akan digunakan untuk memproses beberapa indikator dari halaman yang lain untuk keperluan proses penjadwalan dengan algoritma genetika. Bentuk dari halaman penjadwalan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Halaman *Penjadwalan*

- e) Halaman *Proses Algoritma Genetika*  
Halaman ini akan menampilkan alur proses dari implementasi algoritma genetika untuk sistem penjadwalan berdasarkan data yang diperoleh. Halaman ini hanya bersifat sementara, halaman akan dialihkan kembali kehalaman penjadwalan setelah proses algoritma genetika selesai atau saat proses penjadwalan berakhir. Bentuk dari

halaman proses algoritma genetika dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Halaman *Proses Algoritma Genetika*

Dengan menggunakan rancangan sistem penjadwalan, kromosom yang dibentuk adalah sebagai berikut: 1) kode mata pelajaran (MP), 2) kode guru pengajar (GP), 3) kode kelas (RK), dan 4) hari pembelajaran (HP). Panjang kromosom merupakan kombinasi gen yang berkaitan dengan jumlah mata pelajaran dan kelas. Satu gen mencakup informasi waktu jam pelaksanaan dan kelas. Sebagai bukti, untuk inisialisasi pembentukan kromosom, seperti terlihat pada Tabel 1, ketersediaan hari pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 2.

Table 1. Distribusi Mata Pelajaran

No	Kode MP	Nama MP	Kode GP	Nama GP	Kode kelas
1	MP01	Bahasa Indonesia	GP01	A	RK01
2	MP02	Bahasa Inggris	GP02	B	RK01
3	MP03	Matematika	GP03	C	RK01
4	MP04	Kewarganegaraan	GP01	A	RK01

Table 2. Hari Pembelajaran

Indeks Waktu	Hari
HP01	Senin
HP02	Selasa
HP03	Rabu
HP04	Kamis

Diasumsikan ada empat kromosom dalam satu populasi dan jumlah mata pelajaran, setiap kromosom memiliki empat gen. Dalam penyusunan populasi awal diambil dari Table 1 dan Table 2. Diperoleh Table 3 dengan struktur populasi awal dimana MP01 mewakili kode mata pelajaran satu, GP01 untuk guru pengajar satu, RK01 untuk ruang kelas, dan HP untuk hari pembelajaran. Penentuan urutan kode setiap gen dilakukan secara acak.

Table 3. Komposisi Populasi Awal

RK01,GP01, MP01,HP01	RK01,GP02, MP04,HP04	RK01,GP02, MP03,HP02	RK01,GP02, MP02,HP03
RK01,GP03, MP01,HP04	RK01,GP03, MP04,HP02	RK01,GP02, MP02,HP01	RK01,GP03, MP03,HP03
RK01,GP01, MP02,HP03	<b><u>RK01,GP02, MP02,HP01</u></b>	RK01,GP02, MP03,HP04	<b><u>RK01,GP01, MP04,HP01</u></b>
<b><u>RK01,GP01, MP01,HP02</u></b>	RK01,GP02, MP03,HP03	RK01,GP02, MP04,HP04	<b><u>RK01,GP01, MP01,HP02</u></b>

Seperti disajikan pada Tabel 3, urutan kode setiap gen mewakili kode kelas, kode guru, kode mata pelajaran, dan kode hari.

### 3.2 Fungsi Kebugaran

Tahap ini seleksi disusun untuk membentuk individu terkemuka terbaik dengan fungsi kebugaran. Fungsi *fitness* mengembalikan nilai tertinggi untuk individu terbaik dan diurutkan berdasarkan nilai seleksi. Fungsi ini menunjukkan solusi optimal karena satu-satunya kromosom yang memiliki nilai *fitness* tertinggi akan bertahan. Dalam hal ini setiap pelanggaran akan diberikan nilai 1, sehingga tidak ada nilai *fitness* yang tak terhingga, dan nilai total pelanggaran akan ditambah dengan nilai 1. Beberapa keterbatasan yang diprioritaskan dalam penyusunan jadwal ini adalah guru pengajar tidak dapat direncanakan untuk mengajar lebih dari sekali pada waktu dan kelas yang sama.

Dari komposisi populasi awal pada Tabel 3, terlihat bahwa tidak terdapat pelanggaran superior pada kromosom 1 & 2. Pada kromosom 3 & 4 terdapat pelanggaran yang menonjol dimana pada kromosom 3 terdapat dua gen yaitu 2 dan 4, yang memiliki kesamaan kelas (RK01) dan hari pembelajaran (HP01), pada kromosom ke-4 juga terdapat pelanggaran yaitu pada gen 1 dan 4 yang memiliki kesamaan kelas (RK01), guru pengajar (GP01), mata pelajaran (MP01), dan hari pembelajaran (HP01). Pelanggaran yang ada akan menghasilkan nilai *fitness* dengan Rumus (1) sebagai berikut :

$$Fitness = \frac{1}{1 + (\text{objective function})} \quad (1)$$

Keterangan:

*Fitness* = Fungsi *Fitness*

*Objective function* = Jumlah Tabrakan

$$1 = \frac{1}{1 + (0 + 0 + 0 + 0)} = 1$$

$$2 = \frac{1}{1 + (0 + 0 + 0 + 0)} = 1$$

$$3 = \frac{1}{1 + (1 + 0 + 0 + 1)} = 0.33$$

$$4 = \frac{1}{1 + (1 + 1 + 1 + 1)} = 0.2$$

### 3.3 Seleksi

Penentuan Roulette-wheele akan dilakukan pada tahap ini dimana individu dipilih berdasarkan nilai *fitness* untuk memilih individu mana yang akan menjalani proses persilangan. Setiap kromosom menempati lingkaran secara proposional sesuai dengan nilai *fitness* yang diperoleh dari perhitungan fungsi *fitness* yang terdapat pada Tabel 3. Langkah pertama adalah mengestimasi nilai *fitness* total dari semua kromosom seperti pada Tabel 4.

Table 4. Nilai *Fitness* Total

Kromosom	Nilai <i>Fitness</i>
1	1
2	1
3	0.33
4	0.2
<b>Skor <i>Fitness</i> Total</b>	<b>2.53</b>

Langkah kedua adalah menghitung probabilitas setiap kromosom, membagi nilai *fitness* dengan nilai *fitness* total, seperti yang tertulis pada Tabel 5.

Table 5. Probabilitas Nilai *Fitness*

Kromosom	Kemungkinan
1	1 / 2.53 = 0.39
2	1 / 2.53 = 0.39
3	0.33 / 2.53 = 0.14
4	0.2 / 2.53 = 0.08

Langkah ketiga adalah menempatkan setiap kromosom dalam interval nilai [0-1] seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.

Table 6. Interval Nilai Probabilitas

Kromosom	Nilai Interval
1	0 – 0.39
2	0.40 – 0.78
3	0.79 – 0.92
4	0.93 - 1

Karena proses seleksi, nomor acak dihasilkan antara [0-1] untuk mengatur komposisi populasi baru. Sebagai ilustrasi, angka acak yang dihasilkan adalah [0.2; 0.8; 0.5; 0.95]. dari nilai yang dihasilkan secara acak, terlihat bahwa kromosom dengan nilai 0.2 adalah kromosom pertama, dengan interval 0-0.39. Kromosom pertama tidak mengalami seleksi, akibatnya kromosom dengan nilai 0.8 adalah kromosom ketiga dengan interval 0.79 – 0.92.

Kromosom ini mengalami pengambilan kedua, dan secara otomatis kromosom kedua juga mengalami seleksi dengan mengisi posisi kromosom ketiga. Kromosom dengan nilai 0.95 adalah kromosom keempat dengan interval nilai 0.93 – 1. Sehingga tidak mengalami seleksi karena nilai acak yang dihasilkan sesuai dengan nilai interval yang ada pada kromosom. Dengan demikian susunan kromosom populasi baru ditulis pada Tabel 7.

Kromosom 1	RK01, GP01, MP01, HP01	RK01, GP02, MP04, HP04	RK01, GP02, MP03, HP02	RK01, GP02, MP02, HP03
Kromosom 2	RK01, GP01, MP02, HP03	<b>RK01</b> , GP02, MP02, <b>HP01</b>	RK01, GP02, MP03, HP04	<b>RK01</b> , GP01, MP04, <b>HP01</b>
Kromosom 3	RK01, GP03, MP01, HP04	RK01, GP03, MP04, HP02	RK01, GP02, MP02, HP01	RK01, GP03, MP03, HP03
<u>Kromosom 4</u>	<b>RK01</b> , <b>GP01</b> , <b>MP01</b> , <b>HP02</b>	RK01, GP02, MP03, HP03	RK01, GP02, MP04, HP04	<b>RK01</b> , <b>GP01</b> , <b>MP01</b> , <b>HP02</b>

Table 7. Susunan Kromosom Populasi Baru

### 3.4 Crossover

Crossover digunakan untuk memotong kromosom secara acak dan menggabungkan bagian awal dari kromosom utama pertama dengan bagian kedua kromosom utama kedua. Crossover dilakukan jika ada nilai bilangan acak yang dibangkitkan oleh suatu kromosom lebih kecil dari nilai probabilitasnya, telah ditetapkan dimana nilai bilangan acak tersebut, khususnya [0.2; 0.8; 0.5; 0.95] dan nilai probabilitas umumnya diatur ke minimum 0.5.

Bilangan acak yang dihasilkan untuk menentukan posisi titik potong adalah [1-N], dimana N adalah jumlah gen dalam satu kromosom. Nilai bilangan acak yang dihasilkan pada Tabel 7 yang mengalami *crossover* adalah kromosom 1 dan 3. Nilainya lebih kecil dari nilai probabilitas yang telah ditentukan, dimana kromosom 1 dan 3 bernilai 0.2 dan 0.5. Berasal dari posisi pemotongan, posisi gen kedua dipilih. Oleh karena itu, proses *crossover* seperti yang ditampilkan pada Tabel 8.

Table 8. Proses Crossover dan Kebugaran Kromosom

Kromosom 1	RK01, GP01, MP01, HP01	RK01, GP02, MP04, HP04	RK01, GP02, MP03, HP02	RK01, GP02, MP02, HP03
Kromosom 3	RK01, GP03, MP01, HP04	RK01, GP03, MP04, HP02	RK01, GP02, MP02, HP01	RK01, GP03, MP03, HP03

Hasil persilangan kromosom 1 dan kromosom 3 adalah sebagai berikut:

Kromosom 1	<b>RK01</b> , GP01, MP01, <b>HP01</b>	RK01, GP03, MP04, HP02	<b>RK01</b> , GP02, MP02, <b>HP01</b>	RK01, GP03, MP03, HP03
Kromosom 3	<b>RK01</b> , GP03, MP01, <b>HP04</b>	<b>RK01</b> , GP02, MP04, <b>HP04</b>	RK01, GP02, MP03, HP02	RK01, GP02, MP02, HP03

Kebugaran kromosom 1 setelah pindah silang.

$$1 = \frac{1}{1 + (1 + 0 + 0 + 1)} = 0.33$$

Kebugaran kromosom 3 setelah pindah silang.

$$3 = \frac{1}{1 + (1 + 0 + 0 + 1)} = 0.33$$

### 3.5 Mutasi

Setelah proses crossover, Langkah selanjutnya adalah proses mutasi. Mutasi merupakan salah satu operator algoritma genetika yang bertujuan untuk membentuk individu yang memiliki kualitas diatas rata-rata. Mutasi juga digunakan untuk mengembalikan kerusakan materi genetic dari proses crossover. Perubahan ini dapat membangun solusi duplikasi dengan nilai *fitness* yang lebih rendah atau lebih tinggi dari solusi terdepan.

Untuk semua gen yang ada, jika bilangan acak yang dihasilkan lebih kecil dari peluang mutasi, beberapa informasi gen akan diubah dengan metode *value coding* untuk menghasilkan nilai *fitness* yang lebih baik dan meningkatkan penempatan mata pelajaran yang tidak sesuai dengan yang diharapkan. Perlu dilakukan penghitungan jumlah total gen dalam suatu populasi dengan menggunakan Rumus (2).

$$\text{Gen Total} = \text{Gsk} \times \text{Tk} \tag{2}$$

Keterangan:

Gen Total = Jumlah semua gen

Gsk = Jumlah gen dalam satu kromosom

Tk = Jumlah kromosom yang ada

Sesuai dengan contoh, total gen adalah 4x4=16. Probabilitas mutasi ditetapkan 0.1 dan diperkirakan akan terjadi mutasi, yaitu 0.1 x 16 = 1.6 = 2. Dua gen akan mengalami mutasi. Selanjutnya, ulangi jumlah total gen (0-16) dan buat angka acak untuk setiap literasi antara (0-1). Diduga gen-gen yang menjadi bilangan dibawah probabilitas mutasi adalah gen kedua dan ketiga pada kromosom 1. Informasi pada gen-gen tersebut akan ditransformasikan pada hari pembelajaran, sehingga diperoleh hasil pada kromosom, seperti terlihat pada Tabel 9.

Table 9. Susunan Kromosom Baru

Kromosom 1	RK01, GP01, MP01, HP01	RK01, GP01, MP04, HP02	RK01, GP02, MP03, HP04	RK01, GP03, MP03, HP03
Kromosom 2	RK01, GP01, MP02, HP03	<b>RK01</b> , GP02, MP02, <b>HP01</b>	RK01, GP02, MP03, HP04	<b>RK01</b> , GP01, MP04, <b>HP01</b>
Kromosom 3	<b>RK01</b> , GP03, MP01, <b>HP04</b>	<b>RK01</b> , GP02, MP04, <b>HP04</b>	RK01, GP02, MP03, HP02	RK01, GP02, MP02, HP03
Kromosom 4	<b>RK01</b> , GP01, MP01, <b>HP02</b>	RK01, GP02, MP03, HP03	RK01, GP02, MP04, HP04	<b>RK01</b> , GP01, MP01, <b>HP02</b>

Nilai *fitness* masing-masing kromosom dari hasil proses mutasi diatas adalah:

*Fitness* kromosom 1 setelah mutasi

$$1 = \frac{1}{1 + (0 + 0 + 0 + 0)} = 1$$

*Fitness* kromosom 2 setelah mutasi

$$2 = \frac{1}{1 + (1 + 0 + 0 + 1)} = 0.33$$

*Fitness* kromosom 3 setelah mutasi

$$3 = \frac{1}{1 + (1 + 0 + 0 + 1)} = 0.33$$

*Fitness* kromosom 4 setelah mutasi

$$4 = \frac{1}{1 + (1 + 1 + 1 + 1)} = 0.2$$

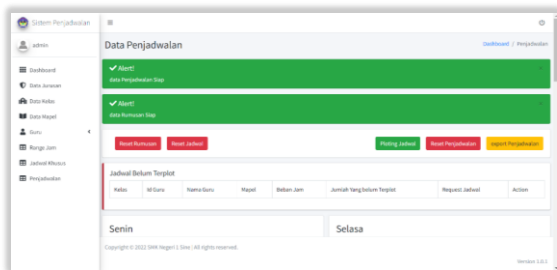
Dari hasil nilai *fitness* yang terdapat pada Tabel 9, diambil kromosom pertama sebagai kromosom yang memiliki nilai *fitness* terbaik karena tidak ada pelanggaran yang ditentukan dan merupakan solusi yang dibutuhkan. Sedangkan kromosom lainnya masih memiliki bentrok antara kelas dan hari pembelajaran. Hasil dari keseluruhan proses algoritma mengikuti data asli yang diharapkan, guru yang sama tidak direncanakan mengajar lebih dari satu kali secara bersamaan. Satu kelas tidak dijadwalkan lebih dari satu kali dalam satu hari yang sama. Hasil akhir dari proses tersebut dapat dilihat pada Tabel 10.

Table 10. Hasil Akhir Proses Mutasi

No	Kode MP	Nama MP	Kode GP	Nama GP	Kode Kelas	Kode Hari	Hari
1	MP01	Bahasa Indonesia	GP01	A	RK01	HP01	Senin
2	MP04	Kewarganegaraan	GP01	A	RK01	HP02	Selasa
3	MP02	Bahasa Inggris	GP02	B	RK01	HP04	Kamis
4	MP03	Matematika	GP03	C	RK01	HP03	Rabu

### 3.6 Implementasi Proses Penjadwalan

Perancangan input output ini dijelaskan secara mendalam dalam kaitannya dengan sistem yang sedang dikembangkan, dimana yang akan disajikan adalah desain input output yang diinginkan. Bentuk implementasi proses penjadwalan dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Implementasi Proses Penjadwalan

Gambar 10 menunjukkan halaman hasil proses penjadwalan, dimana berisi tampilan hasil proses dari perhitungan metode algoritma genetika. Untuk membawa semua kriteria mendapatkan hasil yang diberikan. Dengan demikian, tidak ada lagi kendala berkepanjangan dalam proses penjadwalan, yang terdiri dari Subjek, kelas, mata pelajaran, beban jam dan guru pengampu. Hanya admin yang bisa mengakses halaman ini.

Hasil proses penjadwalan dapat dilihat pada Gambar 11, terlihat halaman penjadwalan terdiri dari penugasan guru, kelas dan mata pelajaran dari hasil generate algoritma genetika. Pada halaman ini terlihat bahwa telah terbentuk jadwal tetap untuk guru, dan tidak ada masalah dalam jadwal pelajaran. Halaman ini dapat dilihat oleh admin dan siswa, namun hanya bisa di edit oleh admin untuk fitur pemindahan jadwal secara manual sesuai dengan kebutuhan yang dipilih.

Jadwal Mata Pelajaran													
Senin						Selasa							
+	XAKA	XIAKD	XIIAKE	XTKJB	XITKJC	XIITKJF	+	XAKA	XIAKD	XIIAKE	XTKJB	XITKJC	XIITKJF
0	upacara	upacara	upacara	upacara	upacara	upacara	0	Sholat Dhuha	Sholat Dhuha	Sholat Dhuha	Sholat Dhuha	Sholat Dhuha	Sholat Dhuha
1	(2) BIG	(9) KWN	(4) MTK	(14) MTK	(15) BIG	(6) BIN	1	(10) KWN	(2) MTK	(11) KWN	(14) BIG	(3) BIN	(15) KWN
2	(2) BIG	(9) KWN	(4) MTK	(14) MTK	(15) BIG	(6) BIN	2	(10) KWN	(2) MTK	(11) KWN	(14) BIG	(3) BIN	(15) KWN
3	(2) BIG	kosong	(4) MTK	(14) MTK	(15) BIG	(22) MTK	3	kosong	(2) MTK	kosong	kosong	kosong	(15) KWN
4	(25) MTK	kosong	(23) BIN	(21) BIN	kosong	(22) MTK	4	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong
5	istirahat 1	istirahat 1	istirahat 1	istirahat 1	istirahat 1	istirahat 1	5	istirahat 1	istirahat 1	istirahat 1	istirahat 1	istirahat 1	istirahat 1
6	(25) MTK	kosong	(23) BIN	(21) BIN	kosong	(22) MTK	6	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong
7	(25) MTK	kosong	(23) BIN	(21) BIN	kosong	kosong	7	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong
8	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	8	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong
9	istirahat 2	istirahat 2	istirahat 2	istirahat 2	istirahat 2	istirahat 2	9	istirahat 2	istirahat 2	istirahat 2	istirahat 2	istirahat 2	istirahat 2
10	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	10	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong
11	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	11	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong
Rabu						Kamis							
+	XAKA	XIAKD	XIIAKE	XTKJB	XITKJC	XIITKJF	+	XAKA	XIAKD	XIIAKE	XTKJB	XITKJC	XIITKJF
0	Sholat Dhuha	Sholat Dhuha	Sholat Dhuha	Sholat Dhuha	Sholat Dhuha	Sholat Dhuha	0	Sholat Dhuha	Sholat Dhuha	Sholat Dhuha	Sholat Dhuha	Sholat Dhuha	Sholat Dhuha
1	(10) KWN	(9) KWN	(11) KWN	(14) BIG	(3) BIN	(6) BIN	1	(17) BIN	(12) BIG	(13) BIG	(16) KWN	(18) MTK	(20) BIG
2	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	2	(17) BIN	(12) BIG	(13) BIG	(16) KWN	(18) MTK	(20) BIG
3	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	3	(17) BIN	(12) BIG	(13) BIG	(16) KWN	(18) MTK	(20) BIG
4	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	4	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong
5	istirahat 1	istirahat 1	istirahat 1	istirahat 1	istirahat 1	istirahat 1	5	istirahat 1	istirahat 1	istirahat 1	istirahat 1	istirahat 1	istirahat 1
6	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	6	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong
7	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	7	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong
8	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	8	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong
9	istirahat 2	istirahat 2	istirahat 2	istirahat 2	istirahat 2	istirahat 2	9	istirahat 2	istirahat 2	istirahat 2	istirahat 2	istirahat 2	istirahat 2
10	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	10	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong
11	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	11	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong	kosong

Gambar 11. Hasil Implementasi Penjadwalan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pada hal-hal yang dituliskan pada bab-bab sebelumnya, penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil nilai *fitness*, kromosom pertama dipilih sebagai kromosom yang memiliki nilai *fitness* terbaik karena tidak ada pelanggaran yang didefinisikan dan merupakan solusi yang dibutuhkan.
2. Hasil dari keseluruhan proses algoritma konsisten dengan data prediksi asli, dan guru yang sama tidak dijadwalkan untuk mengajar lebih dari satu kali pada waktu yang bersamaan.
3. Penelitian ini membuktikan algoritma genetika dapat memproses data dalam jumlah besar hanya dengan hitungan detik.
4. Hasil dari proses penjadwalan mata pelajaran dengan menggunakan algoritma genetika memperoleh optimasi yang cukup baik, sehingga memberika efektifitas dan efisiensi dalam proses penyusunan jadwal mata pelajaran.

Akhir kata, penelitian ini memberikan beberapa saran semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi guru dan siswa. Terdapat keterbatasan yang dialami peneliti, mengingat banyaknya data dan informasi yang harus diolah. Inovasi lain dibutuhkan untuk menghindari kesalahan dan kekurangan dalam menghasilkan sistem yang dikembangkan. Oleh karena itu, penelitian dimasa depan harus berkonsentrasi pada pemberian fitur tambahan yang lebih mudah dipahami dan lebih terorganisir.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Oktarina and A. Hajjah, "Perancangan Sistem Penjadwalan Seminar Proposal dan Sidang Skripsi dengan Metode Algoritma Genetika," *JOISIE (Journal Of Information Systems And Informatics Engineering)*, vol. 3, no. 1, pp. 32–40, Jul. 2019, doi: 10.35145/JOISIE.V3I1.421.
- [2] Ç. Alabaş Uslu, B. Dengiz, C. Ağlan, and I. Sabuncuoğlu, "Modified self-adaptive local search algorithm for a biobjective permutation flowshop scheduling problem," *Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences*, vol. 27, no. 4, pp. 2730–2745, Jan. 2019, doi: 10.3906/elk-1811-40.
- [3] X. Geng and M. Hu, "Simulated Annealing Method-Based Flight Schedule Optimization in Multiairport Systems," *Math Probl Eng*, vol. 2020, 2020, doi: 10.1155/2020/4731918.
- [4] T. Sutrisno, "PENERAPAN ALGORITMA TABU SEARCH DALAM PROSES PENJADWALAN PADA APLIKASI PENJADWALAN KURSUS MOBIL BERBASIS ANDROID," *Buffer Informatika*, vol. 4, no. 2, pp. 25–30, Oct. 2018, doi: 10.25134/BUFFER.V4I2.1471.
- [5] B. Wang *et al.*, "Senior high school course scheduling using genetic algorithm," *J Phys Conf Ser*, vol. 953, no. 1, p. 012067, Jan. 2018, doi: 10.1088/1742-6596/953/1/012067.



- [6] A. Penelitian Pengembangan Algoritma Genetika dengan Pendekatan Repetitive Random untuk Penjadwalan Ujian Pendadaran Proyek Tugas Akhir Adityo Permana Wibowo and D. Avianto, "Pengembangan Algoritma Genetika dengan Pendekatan Repetitive Random untuk Penjadwalan Ujian Pendadaran Proyek Tugas Akhir," *Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 7, no. 1, pp. 35–43, Jun. 2021, doi: 10.25077/TEKNOSI.V7I1.2021.35-43.
- [7] J. Xu, "Improved Genetic Algorithm to Solve the Scheduling Problem of College English Courses," *Complexity*, vol. 2021, 2021, doi: 10.1155/2021/7252719.
- [8] S. Hikmawan, W. Gata, N. Mandiri, J. Damai No, W. Jati Barat, and J. Selatan, "Algoritma Genetika dengan Mutasi Terbatas untuk Penjadwalan Perkuliahan," *Jurnal Kajian Ilmiah*, vol. 21, no. 2, pp. 229–242, May 2021, doi: 10.31599/JKI.V21I2.520.
- [9] A. Rajagopalan, D. R. Modale, and R. Senthilkumar, "Optimal Scheduling of Tasks in Cloud Computing Using Hybrid Firefly-Genetic Algorithm," pp. 678–687, 2020, doi: 10.1007/978-3-030-24318-0\_77.
- [10] D. Nasien and A. Andi, "Optimization of Genetic Algorithm in Courses Scheduling," *IT Journal Research and Development*, vol. 6, no. 2, pp. 151–161, Feb. 2022, doi: 10.25299/ITJRD.2022.7896.
- [11] J. Blazewicz, H. Eiselt, G. Finke, G. Laporte, and J. Weglarz, "Scheduling tasks and vehicles in a flexible manufacturing system," *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, vol. 4, no. 1, 1991.
- [12] D. C. P. B.-S. N. M. Jakarta, "Optimasi Algoritma Naïve Bayes dengan Menggunakan Algoritma Genetika untuk Prediksi Kesuburan (Fertility)," *EVOLUSI: Jurnal Sains dan Manajemen*, vol. 4, no. 1, Mar. 2016, doi: 10.31294/EVOLUSI.V4I1.3397.
- [13] M. Algoritma, G. Untuk, P. Permasalahan, P. Pelajaran, S. Rahman Erama, and R. Wardoyo, "Modifikasi Algoritma Genetika untuk Penyelesaian Permasalahan Penjadwalan Pelajaran Sekolah," *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, vol. 8, no. 2, pp. 111–120, Jul. 2014, doi: 10.22146/IJCCS.6539.
- [14] S. Masturoh, D. Wijayanti, and A. Prasetyo, "SISTEM INFORMASI AKADEMIK BERBASIS WEB MENGGUNAKAN MODEL WATERFALL PADA SMK ITENAS KARAWANG," *Jurnal Informatika*, vol. 6, no. 1, pp. 62–68, Apr. 2019, doi: 10.31294/JI.V6I1.5375.
- [15] F. Risyda, ... Y. N.-I., and undefined 2019, "Rancang Bangun Sistem Informasi Akademik Pada Sekolah Smk Pgri 28 Dengan Metode Waterfall," *journal.universitassuryadarma.ac.id*, 2019, Accessed: May 16, 2022. [Online]. Available: <https://journal.universitassuryadarma.ac.id/index.php/jsi/article/view/285>
- [16] S. A. Indutoro and E. Sudarmilah, "WEB-BASED ACADEMIC INFORMATION SYSTEM OF YAPI SUNNI TEGALGONDO ISLAMIC BOARDING SCHOOL USING WATERFALL METHOD TO MANAGE STUDENTS ACADEMIC DATA," *Jurnal Teknik Informatika (Jutif)*, vol. 3, no. 1, pp. 49–59, Feb. 2022, doi: 10.20884/1.JUTIF.2022.3.1.127.
- [17] D. Wira, T. Putra, and R. Andriani, "Unified Modelling Language (UML) dalam Perancangan Sistem Informasi Permohonan Pembayaran Restitusi SPPD," *Jurnal Teknoif Teknik Informatika Institut Teknologi Padang*, vol. 7, no. 1, pp. 32–39, Apr. 2019, doi: 10.21063/JTIF.2019.V7.1.32-39.
- [18] F. Sonata and V. Winda Sari, "Pemanfaatan UML (Unified Modeling Language) Dalam Perancangan Sistem Informasi E-Commerce Jenis Customer-To-Customer," *Jurnal Komunika: Jurnal Komunikasi, Media dan Informatika*, vol. 8, no. 1, pp. 22–31, Jun. 2019, doi: 10.31504/KOMUNIKA.V8I1.1832.

