

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penjadwalan Mata Pelajaran

Penjadwalan adalah suatu kegiatan yang penting dalam manajemen sumber daya untuk mencapai tujuan tertentu. Definisi penjadwalan dapat dinyatakan sebagai suatu proses pemberian alokasi sumber daya yang terbatas pada batasan tertentu sehingga dapat ditempatkan pada waktu dan tempat yang diinginkan (Khader et al., 2018). Dengan kata lain, penjadwalan adalah suatu tindakan yang kompleks karena melibatkan banyak aspek yang berbeda, seperti sumber daya, waktu, ruang, dan keterbatasan lainnya (Putri, 2020).

Penjadwalan mata pelajaran merupakan kegiatan yang penting dalam setiap pergantian semester di sekolah. Proses ini melibatkan penyusunan jadwal mata pelajaran dengan mempertimbangkan sumber daya seperti guru, siswa, dan fasilitas sekolah, serta memperhatikan berbagai batasan yang mungkin muncul selama proses tersebut (Panggabean & Natalia, 2018).

Dalam menyusun jadwal mata pelajaran, terdapat dua jenis batasan yang perlu diperhatikan, yaitu hard constraint dan soft constraint (Hendra Perdana, 2019). Hard constraint adalah jenis batasan yang harus dipenuhi dalam proses penyusunan jadwal. Di sisi lain, soft constraint adalah jenis batasan yang tidak harus terpenuhi, namun perlu diusahakan untuk terpenuhi seoptimal mungkin (Khader et al., 2018). Dalam mempertimbangkan kedua jenis batasan ini, penjadwalan mata pelajaran harus dilakukan dengan hati-hati dan teliti. Seorang pengelola sekolah harus memastikan bahwa jadwal pelajaran yang disusun memenuhi semua hard constraint, sementara juga mempertimbangkan soft constraint yang ada. Hal ini dapat membantu memastikan bahwa siswa dan guru dapat bekerja secara efektif, sambil tetap memenuhi kebutuhan dan preferensi mereka.

2.2 Algoritma Genetika

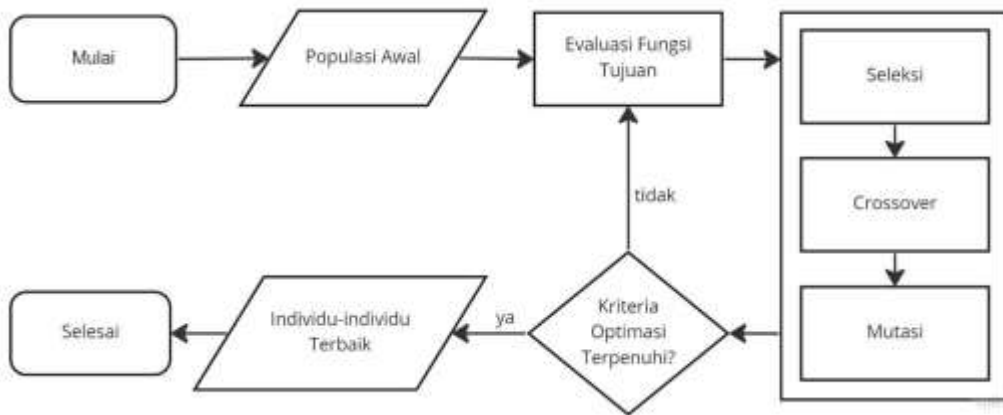
Algoritma genetika merupakan teknik optimasi yang terinspirasi oleh proses evolusi biologi pada makhluk hidup. Proses algoritma genetika dimulai dengan membentuk populasi awal yang terdiri dari sejumlah individu yang dihasilkan secara acak, dimana masing-masing individu merepresentasikan suatu kemungkinan solusi untuk masalah yang ingin dipecahkan (Hidayat et al., 2019). Dalam populasi tersebut, setiap individu direpresentasikan sebagai sebuah kromosom yang terdiri dari sejumlah gen yang merepresentasikan parameter solusi (Purwanto et al., 2016). Kromosom dapat direpresentasikan dalam berbagai bentuk, seperti vektor, array, atau bilangan biner.

Algoritma Genetika telah menjadi salah satu metode optimasi paling powerful dalam bidang komputasi evolusioner (Mitsuo Gen & Runwei Cheng, 2000). Dalam buku "Genetic Algorithm and Engineering Optimization" yang ditulis oleh Mitsuo Gen dan Runwei Cheng (2000), disebutkan bahwa secara umum sebuah algoritma genetika terdiri dari lima komponen dasar. (1) representasi genetika untuk solusi masalah, (2) metode menciptakan inisiasi penyelesaian dari populasi, (3) evaluasi nilai fitness berdasarkan kemungkinan solusi, (4) metode genetika dalam pergantian generasi dan reproduksi, (5) hasil akhir yang diharapkan dari pengolahan algoritma genetika (Mitsuo Gen & Runwei Cheng, 2000).

2.3 Penerapan Algoritma Genetika

Algoritma genetika merupakan salah satu metode optimisasi yang sangat efektif dalam menyelesaikan masalah yang kompleks dan sulit diselesaikan menggunakan metode konvensional (Mu'asyaroh & Mahmudy, 2016). Hal ini disebabkan oleh kemampuan algoritma genetika dalam mencari solusi melalui kombinasi antara seleksi, rekombinasi, dan mutasi pada populasi solusi (Taslim et al., 2021). Sebelum menjalankan Algoritma Genetika, pertama-tama perlu didefinisikan fungsi fitness sebagai target optimasi yang ingin dicapai (Suprayogi & Mahmudy, 2014). Fungsi fitness ini menentukan seberapa baik suatu solusi dalam menyelesaikan masalah yang diberikan (Hijriana, 2015). Semakin besar nilai fitness, semakin baik solusi tersebut dalam memenuhi kriteria optimasi

(Mu'asyaroh & Mahmudy, 2016). Secara umum Algoritma Genetika dapat dijabarkan sebagai alur bagan pada gambar berikut:



Gambar 2. 1 Bagan Akur Algoritma Genetika

2.3.1 Populasi Awal

Dalam algoritma genetika, populasi awal merupakan sekumpulan individu yang merepresentasikan kemungkinan solusi untuk suatu masalah yang ingin dipecahkan (Barus & Zendrato, 2022). Dalam hal ini, jika digunakan untuk penjadwalan, populasi awal akan terdiri dari sejumlah kromosom yang masing-masing merepresentasikan sebuah jadwal (Purwanto et al., 2016). Setiap kromosom terdiri dari serangkaian gen yang merepresentasikan aktivitas atau tugas yang akan dijadwalkan. Setiap gen pada kromosom mewakili suatu karakteristik atau atribut dari solusi yang akan dihasilkan. Dalam algoritma genetika gen bisa berupa bilangan biner, float, integer maupun karakter.

Pada penelitian ini, populasi awal dibangun dengan menggunakan bilangan random atau metode acak dengan memperhatikan range bilangan yang telah ditentukan (Janata & Haerani, 2015). Dengan demikian, setiap jadwal atau kromosom dalam populasi awal akan memiliki urutan tugas yang berbeda-beda dan dapat mencakup berbagai kemungkinan solusi untuk masalah penjadwalan yang sedang dihadapi.

2.3.2 Evaluasi Fungsi

Tahap evaluasi dalam algoritma penjadwalan genetika adalah tahap penting dalam mencari solusi terbaik untuk masalah yang diberikan. Tahap ini dilakukan

setelah tahap populasi awal, di mana kualitas kromosom yang dihasilkan akan diuji dalam menyelesaikan masalah penjadwalan yang diberikan (Suzanti & Mufarroha, 2021). Untuk mengukur kualitas kromosom pada penjadwalan genetika, digunakan suatu fungsi fitness yang menentukan seberapa baik sebuah jadwal yang direpresentasikan oleh kromosom dapat memenuhi kriteria-kriteria yang ditetapkan dalam masalah penjadwalan yang diberikan (Hidayat et al., 2019). Fungsi fitness tersebut sesuai dengan persamaan 2.1.

$$Fitness = \frac{1}{1 + penalty} \quad (2.1)$$

Dari persamaan diatas, nilai fitness ditentukan oleh nilai penalty yang memperhitungkan batasan atau constraint pada masalah yang akan dipecahkan. Jika solusi yang dihasilkan melanggar batasan, maka akan dikenakan penalty yang akan mempengaruhi nilai fitness. Semakin sedikit jumlah pelanggaran atau nilai penalty, maka semakin tinggi nilai fitness yang diperoleh. Semakin tinggi nilai fitness, maka semakin baik kualitas jadwal yang dihasilkan (Kurniati et al., 2019).

2.3.3 Seleksi

Seleksi individu pada suatu populasi pada dasarnya adalah proses pemilihan individu dengan nilai probabilitas tinggi yang memiliki kemungkinan lebih besar untuk dipilih pada tahap selanjutnya (Suzanti & Mufarroha, 2021). Dalam penelitian ini, dipilih metode seleksi roda *roulette* untuk melakukan seleksi individu dalam populasi. proses seleksi roda *roulette* dimulai dengan menghitung total nilai fitness dari seluruh individu dalam populasi. Kemudian, setiap individu diberi jatah ruang di roda *roulette* berdasarkan proporsi nilai fitnessnya terhadap total nilai *fitness* populasi. Semakin tinggi nilai fitness individu, semakin besar pula jatah ruang yang diberikan.

2.3.4 Crossover

Crossover adalah suatu proses di mana gen-gen pada dua kromosom induk(*parent*) dipertukarkan sehingga terbentuk kromosom baru yang mewarisi sifat-sifat dari kedua induknya (*parent*) (Fatimah, 2019). Tujuan dari proses *crossover* adalah untuk menghasilkan keturunan yang memiliki kombinasi sifat dari kedua induk(*parent*) yang berbeda, sehingga meningkatkan variasi genetik

pada populasi dan meningkatkan kemungkinan menemukan solusi optimal pada populasi tersebut.

2.3.5 Mutasi

Mutasi dalam genetika adalah suatu proses yang mengubah secara acak beberapa gen dalam kromosom. Tujuan utama dari mutasi adalah untuk menciptakan variasi genetik baru dalam populasi, sehingga memungkinkan untuk mengeksplorasi lebih jauh dan memperluas ruang solusi. Dengan adanya variasi genetik baru, proses konvergensi ke nilai atau kondisi yang sama atau serupa dapat dicegah (Hidayat et al., 2019).

Mutasi yang digunakan pada penelitian ini adalah mutasi titik acak (*random point mutation*). Pada proses mutasi ini, satu kromosom dipilih secara acak dari populasi dan salah satu gen dalam kromosom tersebut diubah nilainya secara acak.

2.3.6 Evaluasi Populasi Baru

Setelah melakukan berbagai tahap seperti seleksi, *crossover*, dan mutasi, kromosom awal, kromosom hasil seleksi, kromosom hasil *crossover*, dan kromosom hasil mutasi digabungkan. Kemudian, kromosom-kromosom tersebut dinilai berdasarkan nilai *fitness* dan kromosom dengan nilai *fitness* tertinggi dipilih sesuai jumlah yang sama dengan jumlah kromosom awal (Insani & Ramadhan, 2019). Tahapan ini diulangi hingga mencapai jumlah generasi yang telah ditentukan.

2.4 Pengujian Sensitivitas

Dalam konteks penjadwalan mata pelajaran, pengujian sensitivitas dapat dilakukan dengan mengubah parameter atau kriteria yang telah digunakan sebelumnya. Parameter-parameter ini mencakup jumlah populasi awal, jumlah seleksi yang digunakan, serta nilai probabilitas *crossover* dan mutasi. Proses pengujian sensitivitas dimulai dengan mengubah kombinasi perubahan parameter yang digunakan dalam algoritma genetika dan menjalankan proses penjadwalan untuk menghasilkan jadwal baru. Langkah ini akan diulang dengan melakukan perubahan pada parameter-parameter lainnya hingga semua kriteria yang

ditentukan telah diuji. Hasil dari pengujian sensitivitas akan dianalisis secara teliti untuk menentukan kombinasi parameter atau kriteria yang menghasilkan jadwal mata pelajaran yang optimal.

Dengan menggunakan teknik pengujian sensitivitas, peneliti dapat mengeksplorasi berbagai variasi parameter dalam algoritma genetika dan menganalisis pengaruh perubahan tersebut terhadap hasil jadwal yang dihasilkan. Melalui analisis hasil pengujian sensitivitas, akan memberikan pemahaman tentang kombinasi parameter atau kriteria yang paling efektif dalam menghasilkan jadwal yang sesuai dengan kebutuhan Sekolah Kreatif Muhammadiyah 2 Bontang.

2.5 Penelitian Relevan

Tabel 2. 1 Penelitian Relevan

No	Peneliti	Masalah	Metode	Hasil/Kesimpulan
1	(Hijriana, 2015)	Penjadwalan perawat di Rumah Sakit Islam Banjarmasin	Algoritma Genetika	Penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma genetika mampu mengoptimalkan penjadwalan perawat dengan mempertimbangkan batasan dan persyaratan yang ada. Hasil dari penelitian ini adalah penjadwalan yang merata, meminimalkan konflik jadwal, dan memaksimalkan efisiensi waktu dan sumber daya. Selain itu, penggunaan algoritma genetika juga

				memberikan fleksibilitas dalam menghadapi perubahan jadwal dan permintaan yang tidak terduga.
2	(Khairunnisa et al., 2017)	Penjadwalan dilakukan secara manual, sering terjadi bentrokan jadwal	Algoritma Tabu Search	Penelitian ini menemukan bahwa penjadwalan yang dilakukan secara manual sering kali mengalami bentrokan jadwal. Dengan menggunakan Algoritma Tabu Search, proses pembelajaran dapat dioptimalkan dengan menekankan adanya bentrokan antara jadwal.
3	(Saryanti & Wijanegara, 2017)	Penjadwalan pengajar menghindari tumpukan waktu dan menunjang belajar mengajar	Algoritma Genetika	Penelitian ini berhasil menciptakan perhitungan penjadwalan pengajar menggunakan algoritma genetika. Penjadwalan pengajar berbasis algoritma genetika terbukti dapat mengoptimalkan penggunaan waktu, menghindari tumpukan waktu pada proses belajar mengajar, dan menunjang

				proses belajar mengajar secara efektif.
4	(Josi, 2017)	Penjadwalan perkuliahan semi-manual memakan waktu banyak	Algoritma Genetika	Penelitian ini berhasil mengembangkan aplikasi penjadwalan perkuliahan berbasis algoritma genetika. Aplikasi tersebut efektif dalam mempermudah proses penjadwalan dan menghemat waktu yang sebelumnya memakan waktu yang banyak.
5	(Damayanti & Dkk, 2017)	Jam operasional <i>customer service</i> panjang, aturan penjadwalan kompleks	Algoritma Genetika	Penelitian ini menunjukkan bahwa dalam penjadwalan customer service, terdapat jam operasional yang panjang dan berbagai aturan yang kompleks harus dipenuhi. Dengan menggunakan Algoritma Genetika, penelitian ini berhasil menyelesaikan permasalahan yang kompleks dan menghasilkan jadwal yang optimal, meskipun masih

				terdapat beberapa pelanggaran yang terjadi.
6	(Khader et al., 2018)	Penjadwalan matakuliah manual, penyesuaian dengan batasan yang ditetapkan	Algoritma <i>Greedy</i>	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem penjadwalan matakuliah yang diterapkan dengan menggunakan Algoritma <i>Greedy</i> mampu menghasilkan jadwal tanpa adanya bentrokan, serta mampu menyesuaikan kapasitas kelas dan mahasiswa sesuai dengan batasan yang ditetapkan. Penjadwalan matakuliah menjadi lebih efisien dan teratur.
7	(Hidayat et al., 2019)	Penjadwalan proyek menggunakan Microsoft Excel, analisis waktu manual	Algoritma Genetika	Dalam penelitian ini, penjadwalan proyek yang sebelumnya dilakukan menggunakan Microsoft Excel dan analisis waktu yang dilakukan secara manual terbukti memakan waktu yang lama. Namun, dengan menggunakan Algoritma Genetika dan

				metode seleksi roda <i>roulette</i> , sistem penjadwalan proyek dapat ditingkatkan. Hasilnya adalah jadwal proyek yang memenuhi batasan dan mempercepat proses pembuatan jadwal.
8	(Oktarina & Hajjah, 2019)	Penjadwalan seminar proposal dan sidang skripsi semi-manual mengalami keterlambatan	Algoritma Genetika	Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem penjadwalan seminar proposal dan sidang skripsi menggunakan algoritma genetika. Sistem tersebut mempercepat proses penjadwalan, menghindari keterlambatan, dan memastikan kelancaran jadwal seminar proposal dan sidang skripsi.
9	(Fajrianto et al., 2022)	Penjadwalan mata pelajaran belum optimal, dilakukan secara manual	Algoritma <i>Artificial Bee Colony</i>	Penelitian ini mengungkapkan bahwa penjadwalan mata pelajaran yang dilakukan secara manual masih belum optimal. Oleh karena itu, penelitian ini mengimplementasikan

				<p>aplikasi penjadwalan berbasis web dengan menggunakan Algoritma <i>Artificial Bee Colony</i>. Algoritma ini terbukti mampu menyelesaikan masalah optimasi dalam penjadwalan mata pelajaran, menghasilkan jadwal yang lebih efisien dan terstruktur.</p>
10	(Priharananto et al., 2022)	<p>Penjadwalan pengamanan lingkungan manual memakan waktu lama</p>	Algoritma Genetika	<p>Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa aplikasi penjadwalan pengamanan lingkungan berbasis web dengan menggunakan algoritma genetika dapat mempercepat dan mempermudah pembuatan jadwal pengamanan. Aplikasi tersebut mampu mengurangi waktu yang dibutuhkan dari 2 jam menjadi hanya 2 menit.</p>

Berdasarkan serangkaian penelitian yang telah disebutkan, terdapat bukti yang menunjukkan bahwa penggunaan algoritma genetika dalam penjadwalan mata pelajaran memiliki potensi yang sangat besar dalam mengoptimalkan proses

tersebut. Penelitian-penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa algoritma genetika mampu mengatasi berbagai masalah yang sering terjadi dalam penjadwalan manual, seperti bentrokan jadwal, pelanggaran batasan, dan ketidakefektifan jadwal. Hasil dari penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa dengan menerapkan algoritma genetika, proses penjadwalan dapat dilakukan dengan lebih optimal.

Dalam konteks ini, algoritma genetika memungkinkan untuk menemukan solusi penjadwalan yang optimal, dengan mempertimbangkan berbagai faktor dan batasan yang terlibat, seperti jumlah ruang kelas yang tersedia, preferensi pengajar, dan kebutuhan siswa. Meskipun beberapa penelitian juga telah menyebutkan penggunaan algoritma lain seperti *Tabu Search*, *Greedy*, dan *Artificial Bee Colony* dalam proses penjadwalan, algoritma genetika tetap menjadi pilihan yang paling efektif dan menjanjikan. Keunggulan algoritma genetika terletak pada kemampuannya untuk melakukan pencarian ruang solusi secara paralel dan melakukan optimasi global, sehingga dapat menghasilkan jadwal yang lebih baik secara keseluruhan. Selain itu, algoritma genetika juga memiliki fleksibilitas yang tinggi, yang memungkinkannya untuk menyesuaikan diri dengan perubahan-perubahan yang terjadi, seperti penambahan atau penghapusan mata pelajaran, perubahan preferensi pengajar, atau perubahan kebutuhan siswa. Dalam hal ini, algoritma genetika dapat dengan cepat menghasilkan jadwal yang diperbarui yang tetap memenuhi semua batasan dan persyaratan yang ada.