

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Optimasi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (Optimasi), optimasi diartikan sebagai optimalisasi, yaitu proses, cara, dan kreasi untuk menghasilkan hal-hal terkini. Sedangkan optimasi juga berasal dari kamus bahasa Inggris yaitu *Optimization* yang artinya optimasi. Menurut Wikipedia Bahasa Indonesia, Optimasi adalah suatu proses untuk mencapai hasil yang ideal atau optimasi (nilai efektif yang dapat dicapai). Optimasi dapat diartikan sebagai suatu bentuk mengoptimalkan sesuatu hal yang sudah ada, ataupun merancang dan membuat sesuatu secara optimal. Menurut Esther (Azzahra et al. 2019) Pengertian Optimasi adalah pencapaian sesuatu keadaan yang paling baik, atau pencapaian solusi untuk suatu masalah yang ditunjukkan pada batas maksimum dan minimum. Secara matematis, optimasi adalah pencarian nilai ekstrim suatu fungsi. Dalam masalah penjadwalan, misalnya, tujuan optimasi bisa berupa pengurangan waktu tunggu (*idle time*) atau pemanfaatan sumber daya yang lebih efisien. Oleh karena itu, optimasi dapat diterapkan untuk menyelesaikan masalah dengan batasan tertentu, seperti kendala waktu, kapasitas ruang, atau jumlah sumber daya (Winston, 2004).

Optimasi secara umum berarti memaksimalkan atau mengoptimalkan sesuatu dengan tujuan mengelola sesuatu yang telah dilakukan. Oleh karena itu, optimasi merupakan kata benda yang berasal dari kata kerja, dan bergantung pada tujuan yang perlu dimaksimalkan, optimasi dapat dianggap sebagai ilmu dan seni. Contoh masalah yang dimaksimalkan adalah masalah keuntungan, dan contoh masalah yang diminimalkan adalah masalah biaya, persediaan, dan sebagainya. Kendala yang sering ditemui antara lain terbatasnya bahan baku, terbatasnya tenaga kerja, dan lain-lain. Kendala tersebut dapat dinyatakan dalam bentuk himpunan persamaan *linier* atau pertidaksamaan variabel. Oleh karena itu, fungsi yang dioptimalkan adalah solusi dengan nilai fungsi tujuan yang diinginkan. Nilai yang diinginkan adalah nilai maksimum yaitu nilai maksimum fungsi tujuan, dan nilai minimum yaitu nilai minimum fungsi tujuan.

2.2 Penjadwalan (*schedulling*)

Pengertian jadwal menurut kamus besar bahasa Indonesia adalah pembagian waktu berdasarkan rencana pengaturan urutan kerja, daftar atau tabel kegiatan atau rencana kegiatan dengan pembagian waktu pelaksanaan yang terperinci, sedangkan pengertian penjadwalan adalah proses, cara, perbuatan menjadwalkan atau memasukkan dalam jadwal. (Tim Penyusun Kamus Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa Kamus Besar Bahasa Indonesia, 1997). Pengertian penjadwalan secara umum dapat diartikan seperti “*scheduling is the allocation of resources overtime to perform collection of risk*“, yang artinya penjadwalan adalah pengalokasian sumber daya yang terbatas untuk mengerjakan sejumlah pekerjaan. Permasalahan muncul apabila pada tahapan operasi tertentu beberapa atau seluruh pekerjaan itu membutuhkan stasiun kerja yang sama. Dengan dilakukannya pengurutan pekerjaan ini unit-unit produksi (*resources*) dapat dimanfaatkan secara optimum. Pemanfaatan ini antara dilakukan dengan jalan meningkatkan utilitas unit-unit produksi melalui usaha- usaha mereduksi waktu menganggur (*idle time*) dari unit-unit yang bersangkutan. Pemanfaatan lainnya dapat juga dilakukan dengan cara meminimumkan *in- process* inventory melalui reduksi terhadap waktu rata-rata pekerjaan yang menunggu (antri) dalam baris antrian pada unit-unit produksi.

Penjadwalan (*scheduling*) menurut Conway adalah pengurutan produk secara menyeluruh yang dikerjakan oleh beberapa buah mesin. Sedangkan menurut (Baker and Trietsch 1974), penjadwalan didefinisikan sebagai proses pengalokasian sumber daya untuk memilih sekumpulan tugas dalam jangka waktu tertentu.

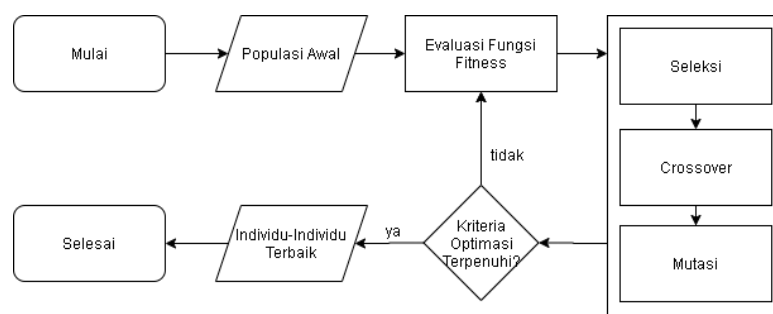
2.3 Algoritma Genetika

Algoritma genetika merupakan algoritma yang dikembangkan dari proses pencarian solusi yang menggunakan pencarian secara random atau acak. Algoritma ini dikembangkan dari proses evolusi. Pada proses evolusi individu akan secara terus menerus mengalami perubahan gen untuk menyesuaikan dengan kondisi yang ada. Hanya individu yang terkuat yang akan bertahan sehingga dalam proses evolusi ini akan menghasilkan individu yang terbaik. Algoritma genetika merupakan sebuah metode pencarian yang telah disesuaikan dengan proses

genetika dari *organisme* – organisme biologi yang berdasarkan pada teori revolusi Charles Dharwin.

Algoritma genetika pertamakali di perkenalkan oleh Jhon Holland pada tahun 1970. algoritma genetika menerapkan pemahaman mengenai teori evolusi untuk mengatasi permasalahan yang terjadi. Pendekatan yang dilakukan oleh algoritma ini adalah dengan menggabungkan secara acak berbagai solusi dari sekumpulan solusi untuk mendapatkan generasi solusi terbaik kemudian di nilai untuk memaksimalkan kecocokannya dan menghasilkan solusi dengan fitness terbaik untuk mendapatkan generasi baru. Generasi selanjutnya akan mempresentasikan perbaikan – perbaikan dari generasi sebelumnya. Individu menyatakan satu solusi yang mungkin. Individu bias dikatakan sama dengan kromosom, yang merupakan kumpulan gen.

Algoritma ini dapat mengoptimumkan solusi dari berbagai permasalahan yang dihadapi, salah satunya adalah optimasi pada sistem penjadwalan. Sistem penjadwalan yang dibuat mengikuti diagram alir siklus algoritma genetika yaitu membangkitkan populasi awal, evaluasi *fitness*, seleksi individu, *crossover*, mutasi, dan *regenerasi* (Mone and Simarmata 2021). Secara umum tahapan dari algoritma genetika dapat dijabarkan dengan alur bagan. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Diagram Alir Algoritma Genetika

Beberapa definisi penting yang perlu diperhatikan dalam algoritma genetika adalah sebagai berikut:

1. Populasi Awal

Pada algoritma genetika, populasi awal adalah kumpulan individu yang menyimbolkan possibility dari solusi pada masalah yang akan dipecahkan (Padaka, Tetik, and Ledi 2023), dimana tahapan awal dari algoritma genetika yaitu membangkitkan secara acak solusi atau pemecahan masalah yang disebut dengan *initial population*.

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 (Syawal et al. 2021) 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. Evaluasi Fungsi *Fitness*

Dalam algoritma genetika, populasi awal merupakan sekumpulan individu yang merepresentasikan kemungkinan solusi untuk suatu masalah yang ingin dipecahkan (Pangestu et al. 2023). 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). *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, Rahmatulloh, and Rahmawati 2019).

3. Proses 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 and 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 *fitness* nya terhadap total nilai *fitness* populasi. Untuk mencari *fitness* relatif setiap kromosom dapat dihitung menggunakan persamaan 2.2.

$$Prob = \frac{fitness(i)}{total\ fitness} \quad (2.2)$$

4. Proses Crossover

Persilangan (*Crossover*) Pertukaran gen untuk meningkatkan nilai adaptif dikenal sebagai persilangan. Pertama, angka acak akan dihasilkan sebagai nilai desimal antara 0 dan 1. Kemudian dibuat perbandingan antara angka acak ini dengan probabilitas silang yang telah ditentukan oleh pengguna sebelum proses perencanaan dimulai (Rizki, Hendriyani, and Novaliendry 2023). Terjadi pertukaran data antara populasi saat ini dan

populasi berikutnya jika bilangan acak lebih kecil dari *probabilitas* silang yang ditentukan:

Sebelum Crossover

Individu 1 = (2, 2, 3, 4)

Individu 2 = (4, 4, 0, 1)

Setelah Crossover

Individu 1 = (2, 2, 0, 1)

Individu 2 = (4, 4, 3, 4)

5. Proses Mutasi

Mutasi adalah proses menciptakan gen baru dengan mengubah gen individu. Proses ini serupa dengan perubahan yang terjadi pada kehidupan alami (Muhandhis et al. 2023). Kemungkinan terjadinya mutasi genetik sangat rendah, serupa dengan kejadian nyata dalam kehidupan. Oleh karena itu, ada kemungkinan terjadinya mutasi genetik, pada tingkat yang rendah. 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.

2.4 Review Artikel

Pencarian literatur berfungsi sebagai kerangka teoretis untuk *refleksi* dan berfungsi sebagai gambaran umum dan referensi untuk penelitian ini, maka dengan demikian menyajikan temuan serupa yang dilakukan selama ini disajikan untuk menghindari plagiat. Tabel 2.1 di bawah ini memuat penelitian-penelitian sebelumnya yang terkait dengan survei-survei yang dilakukan, yaitu

Tabel 2.1 *Review Artikel*

NO	Landasan Literatur	Metode	Masalah	Hasil Penelitian
1	“Penerapan Algoritma Genetika Dalam Penjadwalan Mata Pelajaran” (Pangestu et al. 2023)	Algoritma Genetika (GA)	Masalah yang dihadapi dalam penjadwalan mata pelajaran di SD Kreatif Muhammadiyah 2 Bontang meliputi batasan hard constraint, di mana seorang guru tidak boleh mengajar di dua waktu dan hari yang sama, dan kelas tidak boleh memiliki dua waktu pelajaran yang sama pada satu hari. Selain itu, kompleksitas pengorganisasian data yang melibatkan banyak variabel seperti mata pelajaran, guru, kelas, dan waktu pelajaran juga menjadi tantangan dalam proses penjadwalan.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan algoritma genetika berhasil menghasilkan jadwal yang memenuhi semua batasan yang ditetapkan, serta mampu mengoptimalkan penggunaan waktu dan mengurangi konflik jadwal. Penelitian ini membuktikan bahwa algoritma genetika dapat meningkatkan efisiensi dalam proses belajar mengajar di SD Kreatif Muhammadiyah 2 Bontang, dengan solusi penjadwalan yang lebih terstruktur dan terorganisir.
2	“Aplikasi Algoritma Genetika Dalam Penjadwalan Mata Kuliah” (Mone and Simarmata 2021)	Algoritma Genetika (GA)	Masalah utama yang diidentifikasi dalam penelitian ini adalah waktu yang dibutuhkan oleh tenaga administrasi untuk menyusun jadwal mata kuliah, yang sering kali melebihi satu hari. Selain itu, terdapat kendala seperti bentrok ruang dan waktu, bentrok dosen, serta kebutuhan untuk mengakomodasi preferensi dosen dan jadwal praktikum di laboratorium	Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa penerapan algoritma genetik dalam pembuatan jadwal kuliah dapat meningkatkan efisiensi proses penjadwalan. Sistem yang dirancang mampu mengurangi waktu yang diperlukan untuk menyusun jadwal secara signifikan dan memberikan solusi yang lebih optimal untuk masalah penjadwalan yang kompleks, sehingga meningkatkan kualitas dan pelayanan pendidikan
3	“Optimasi Penjadwalan Proyek Dengan Metode Algoritma Genetika ” (Rinaldi and Rismayadi 2022)	Algoritma Genetika (GA)	Masalah yang diidentifikasi dalam penelitian ini adalah ketidakefisienan dalam proses penjadwalan proyek yang masih dilakukan secara manual, yang mengakibatkan waktu yang lama dalam pembuatan jadwal dan sering terjadinya bentrokan antara kegiatan. Perusahaan yang diteliti belum menggunakan aplikasi khusus untuk penjadwalan, sehingga proses yang ada tidak optimal dan menyita banyak konsentrasi	Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa dengan penerapan Program Optimasi Penjadwalan berbasis web menggunakan Algoritma Genetika, proses pembuatan jadwal menjadi lebih efisien dan tidak memerlukan waktu yang lama. Program ini mampu menghasilkan jadwal yang optimal, mengurangi kemungkinan bentrokan, dan meningkatkan produktivitas tim proyek. Kesimpulan ini menegaskan bahwa penggunaan teknologi dalam penjadwalan dapat memberikan solusi yang signifikan terhadap masalah yang ada

NO	Landasan Literatur	Metode	Masalah	Hasil Penelitian
4	“Implementasi Algoritma Genetika Untuk Penjadwalan Laboratorium Fakultas Ilmu Komputer Universitas Muslim Indonesia” (Syawal et al. 2021)	Algoritma Genetika (GA)	Masalah utama yang dihadapi dalam penelitian ini adalah kompleksitas penjadwalan laboratorium yang melibatkan banyak variabel, seperti menghindari tabrakan jadwal dengan kelas lain, memastikan pengajar tidak mengajar bersamaan, dan menyediakan ruangan yang sesuai untuk matakuliah lab. Selain itu, semua mata kuliah harus diajarkan sesuai dengan dosen dan semester yang berlaku, yang menambah tingkat kesulitan dalam proses penjadwalan.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan berhasil menghasilkan jadwal dengan memperhatikan delapan aturan yang ditetapkan. Namun, terdapat beberapa aturan yang memerlukan optimasi, terutama dalam hal efisiensi waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan jadwal. Beberapa pengujian terhadap aturan yang diterapkan diterima, sementara penggabungan semua aturan ditolak karena mencapai batas maksimum generasi.
5	“Optimasi <i>Naive Bayes</i> Menggunakan Algoritma Genetika Pada Klasifikasi Komentar <i>Cyberbullying</i> Pada Media Sosial X” (Tahir and Sugianto 2024)	Algoritma <i>Naive Bayes</i> (ANB) dan Algoritma Genetika (GA)	Masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah meningkatnya kasus <i>cyberbullying</i> di media sosial, yang menjadi perhatian serius di Indonesia. Dengan meningkatnya jumlah pengguna internet, tantangan untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan komentar yang mengandung unsur bullying juga meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah tersebut dengan mengembangkan model yang dapat secara otomatis mengidentifikasi komentar bullying, sehingga dapat membantu dalam upaya pencegahan dan penanganan <i>cyberbullying</i> .	Hasil penelitian menunjukkan bahwa model <i>Naive Bayes</i> yang dioptimasi dengan algoritma genetika mencapai akurasi 77,34%, presisi 73,79%, recall 98,17%, dan skor F1 84,25%. Ini menunjukkan peningkatan kinerja yang signifikan dibandingkan dengan model <i>Naive Bayes</i> tanpa optimasi, yang hanya mencapai akurasi 73,09%. Hasil ini menandakan bahwa optimasi dengan algoritma genetika efektif dalam meningkatkan kemampuan model dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan komentar <i>cyberbullying</i> secara lebih akurat.
6	“Penerapan Algoritma Genetika Dan	Algoritma Genetika (GA) dan	Penelitian ini menghadapi beberapa masalah yang signifikan dalam penjadwalan mata kuliah. Salah satu masalah utama adalah konflik jadwal, di mana terdapat bentrokan antara waktu	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi algoritma genetika dan jaringan syaraf tiruan berhasil meningkatkan efisiensi proses penjadwalan mata kuliah. Penelitian ini

NO	Landasan Literatur	Metode	Masalah	Hasil Penelitian
	Jaringan Syaraf Tiruan Dalam Penjadwalan Mata Kuliah Studi Kasus : Prodi Sistem Informasi Universitas Pamulang” (Hartono and Zein 2023)	Jaringan Syaraf Tiruan (JST)	mata kuliah yang memerlukan ruang yang sama. Selain itu, keterbatasan ruang kelas yang tersedia menjadi tantangan tersendiri, di mana peminjaman ruang harus diatur secara efisien. Selain itu, preferensi dosen dan kebutuhan mahasiswa juga harus dipertimbangkan dalam proses penjadwalan, sehingga menciptakan kebutuhan untuk sistem yang dapat menyesuaikan dengan berbagai kendala ini.	berhasil mengurangi konflik dan tabrakan dalam jadwal, serta memungkinkan penyesuaian penjadwalan yang lebih baik terhadap kebutuhan dosen dan mahasiswa. Selain itu, penerapan teknik-teknik ini juga meningkatkan pengalaman belajar mahasiswa dengan memanfaatkan ruang yang lebih optimal. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pengelolaan penjadwalan di institusi pendidikan
7	“Penerapan Algoritma Genetika Dalam Mengatasi Jadwal Mengajar Yang Bentrok Pada Program Studi Informatika Ibi Kosgoro 1957 Jakarta Indonesia” (Firmansyah et al. 2021)	Algoritma Genetika (GA)	Masalah utama yang dihadapi dalam penelitian ini adalah pengelolaan data penjadwalan mata kuliah yang masih dilakukan secara manual, yang sering mengakibatkan ketidaksesuaian jadwal dan bentrokan antara jadwal mengajar dosen. Dengan banyaknya kelas dan dosen, serta adanya keterbatasan ruang, diperlukan sistem yang dapat mengelola dan mengoptimalkan penjadwalan agar semua kegiatan dapat berjalan dengan baik tanpa konflik.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi penjadwalan yang dirancang dengan menggunakan algoritma genetika berhasil menghasilkan jadwal yang optimal dan efisien. Sistem ini mampu meminimalkan bentrokan jadwal dan meningkatkan kualitas pengelolaan waktu di kampus. Pengujian sistem juga menunjukkan bahwa aplikasi dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan analisis dan perancangan yang telah dilakukan, memberikan solusi yang efektif untuk masalah penjadwalan di IBI Kosgoro 1957 Jakarta.

NO	Landasan Literatur	Metode	Masalah	Hasil Penelitian
8	“Optimalisasi Sistem Penjadwalan Mata Kuliah Jurusan Bahasa Inggris Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus Politeknik Negeri Sriwijaya)” (Kristanti et al. 2022)	Algoritma Genetika (GA)	Masalah utama yang dihadapi dalam penyusunan jadwal mata kuliah di jurusan Bahasa Inggris adalah ketidakefektifan proses manual yang dilakukan oleh Sekretaris Jurusan. Proses ini sering kali memakan waktu lama dan berisiko tinggi terhadap kesalahan, seperti bentrok antara mata kuliah, dosen, dan ruang kelas. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang lebih efisien dan terkomputerisasi untuk mengatasi masalah ini.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem penjadwalan yang dibangun dengan algoritma genetika berhasil menghasilkan jadwal tanpa bentrok antar mata kuliah, dosen, dan waktu perkuliahan. Pengujian dengan metode UAT menunjukkan bahwa semua halaman dalam sistem berfungsi dengan baik. Kombinasi parameter algoritma genetika yang digunakan, seperti <i>probabilitas crossover</i> 0.70 dan <i>probabilitas</i> mutasi 0.40, terbukti efektif dalam menghasilkan jadwal yang optimal. Hasil jadwal dapat diunduh dalam format Excel dan PDF, memberikan kemudahan bagi pengguna.
9	“Optimasi Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Metode Algoritma Genetika Dengan Teknik Tournament Selection” (Sari et al. 2019)	Algoritma Genetika (GA)	Masalah utama yang dihadapi dalam penyusunan jadwal perkuliahan adalah kesulitan dalam mengalokasikan mata kuliah, dosen, dan ruangan tanpa terjadi bentrok. Proses manual yang dilakukan saat ini memakan waktu lama dan sering kali tidak efisien, sehingga diperlukan sistem otomatis yang dapat mengatasi kendala-kendala tersebut dan menghasilkan jadwal yang optimal.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan algoritma genetika dapat menghasilkan jadwal perkuliahan yang sesuai dengan batasan-batasan yang telah ditentukan. Pengujian model menunjukkan waktu dan akurasi yang baik, serta kemampuan sistem untuk memenuhi hard constraints yang ada. Dengan demikian, penelitian ini membuktikan bahwa metode algoritma genetika efektif dalam optimasi penjadwalan mata kuliah di perguruan tinggi.

NO	Landasan Literatur	Metode	Masalah	Hasil Penelitian
10	“Penerapan Algoritma Genetika untuk Penjadwalan Mata Pelajaran” (Ardiansyah and Junianto 2022)	Algoritma Genetika (GA)	Masalah utama yang dihadapi oleh SD <i>Lazuardi Global Compassionate School</i> adalah proses penjadwalan yang masih dilakukan secara manual, yang memakan waktu lama dan sering menghasilkan ketidaksesuaian dalam jadwal mata pelajaran. Proses ini tidak hanya memerlukan waktu yang cukup lama, tetapi juga berpotensi menyebabkan bentrokan antara jadwal mata pelajaran dan ketersediaan guru serta ruang kelas. Hal ini menunjukkan perlunya sistem penjadwalan yang lebih efisien dan terstruktur.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan algoritma genetika dalam penjadwalan mata pelajaran dapat meningkatkan efisiensi proses penjadwalan secara signifikan. Dengan menggunakan aplikasi yang dibangun berdasarkan algoritma ini, waktu yang diperlukan untuk menyusun jadwal dapat dihemat, dan ketidaksesuaian dalam jadwal dapat diminimalkan. Penelitian ini membuktikan bahwa algoritma genetika adalah solusi yang efektif untuk mengatasi masalah penjadwalan di lembaga pendidikan.