

RISET OPERASI
LAPORAN TUGAS AKHIR



Dosen Pengampu:

1. Hanatul Iftita, S. Si., M. Kom.
2. Pradita Eko Prasetyo Utomo, S. Pd., M. Cs.

Disusun Oleh:

Mukhtada Billah Nst
(F1E122037)

PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
2024

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan makalah yang berjudul "*Implementasi Algoritma Genetika dalam Penjadwalan Mata Kuliah*" ini dengan baik. Makalah ini disusun sebagai salah satu tugas mata kuliah Riset Operasi pada semester 5, dengan tujuan untuk memperdalam pemahaman mengenai algoritma genetika dan aplikasinya dalam mengatasi permasalahan penjadwalan.

Makalah ini juga bertujuan sebagai bahan diskusi untuk mengeksplorasi proses dan langkah-langkah yang diperlukan dalam mencari solusi optimal menggunakan algoritma genetika. Kami berharap makalah ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, khususnya dalam memahami konsep dasar algoritma genetika dan penerapannya dalam dunia pendidikan.

Kami menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pengampu mata kuliah Riset Operasi, yaitu Ibu Hanatul Iftita, S. Si., M. Kom., dan Bapak Pradita Eko Prasetyo Utomo, S. Pd., M. Cs., atas bimbingan, ilmu, dan motivasi yang diberikan selama proses pembelajaran. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan makalah ini.

Kami menyadari bahwa makalah ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga makalah ini dapat memberikan wawasan baru dan bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Jambi, 26 Desember 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	2
DAFTAR ISI	3
BAB I PENDAHULUAN	5
1.1. Latar Belakang	5
1.2. Tujuan	5
1.3. Rumusan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Pengertian Algoritma Genetika	6
2.2. Pengertian Penjadwalan	6
2.3. Implementasi Algoritma Genetika pada Penjadwalan Mata Kuliah	6
2.4. Kromosom	7
2.5. Gen	7
2.6. Individu	7
2.7. Crossover	7
2.8. Roulette Wheel	7
2.9. Mutasi	7
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	8
3.1. Tahapan Penelitian	8
3.2. Mengumpulkan Data	8
3.3. Membuat Struktur Jadwal	8
3.4. Seeding Kromosom	9
3.5. Cek Fitness	10
3.6. Melakukan Crossover	11
3.7. Melakukan Mutasi	11
3.8. Evaluasi Model	12
BAB IV PENUTUP	18
4.1. Kesimpulan	18

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Tahapan Penelitian	8
Gambar 2 Seeding Kromosom	10
Gambar 3 Crossover Function	11
Gambar 4 Mutation Function	12
Gambar 5 Performa Algoritma Gentika	12
Gambar 6 Nilai Fitness Pada Grup Individu	13
Gambar 7 Percobaan Pertama	13
Gambar 8 Percobaan Kedua	13
Gambar 9 Percobaan Ketiga	13
Gambar 10 Percobaan Keempat	14

Gambar 11 Percobaan Kelima	14
Gambar 12 Percobaan Keenam	14
Gambar 13 Percobaan Ketujuh	14
Gambar 14 Percobaan Kedelapan	14
Gambar 15 Percobaan Kesembilan	15
Gambar 16 Percobaan Kesepuluh	15
Gambar 17 Percobaan Kesebelas	15
Gambar 1 Tahapan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2 Seeding Kromosom	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3 Crossover Function	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4 Mutation Function	Error! Bookmark not defined.
Gambar 5 Performa Algoritma Gentika	Error! Bookmark not defined.
Gambar 6 Nilai Fitness Pada Grup Individu	Error! Bookmark not defined.
Gambar 7 Percobaan Pertama	Error! Bookmark not defined.
Gambar 8 Percobaan Kedua	Error! Bookmark not defined.
Gambar 9 Percobaan Ketiga	Error! Bookmark not defined.
Gambar 10 Percobaan Keempat	Error! Bookmark not defined.
Gambar 11 Percobaan Kelima	Error! Bookmark not defined.
Gambar 12 Percobaan Keenam	Error! Bookmark not defined.
Gambar 13 Percobaan Ketujuh	Error! Bookmark not defined.
Gambar 14 Percobaan Kedelapan	Error! Bookmark not defined.
Gambar 15 Percobaan Kesembilan	Error! Bookmark not defined.
Gambar 16 Percobaan Kesepuluh	Error! Bookmark not defined.
Gambar 17 Percobaan Kesebelas	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Kategori Bentrok Fitness	10
Tabel 2 Jadwal Optimal	15
Tabel 1 Kategori Bentrok Fitness	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2 Jadwal Optimal	Error! Bookmark not defined.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penjadwalan mata kuliah merupakan tantangan kompleks yang melibatkan banyak variabel, seperti alokasi waktu, ruang, ketersediaan dosen, dan kebutuhan mahasiswa. Implementasi algoritma genetika dalam penjadwalan mata kuliah telah menjadi fokus penelitian yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Dengan meningkatnya kompleksitas dalam pengelolaan jadwal di institusi pendidikan, algoritma ini menawarkan solusi yang efisien untuk mengatasi berbagai kendala yang ada. Penjadwalan mata kuliah tidak hanya melibatkan penempatan waktu dan ruang yang tepat, tetapi juga mempertimbangkan ketersediaan dosen dan kebutuhan mahasiswa, sehingga memerlukan pendekatan yang sistematis dan terstruktur.

Menurut penelitian oleh Setemen (2010), penggunaan algoritma genetika dalam sistem penjadwalan otomatis dapat mengurangi konflik jadwal dan meningkatkan efisiensi penggunaan ruang kelas. Penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma genetika mampu menghasilkan jadwal yang efektif dengan tingkat konflik yang rendah, serta memenuhi persyaratan praktikum dan teori. Selain itu, Irfan et al. (2022) menekankan bahwa penerapan algoritma ini tidak hanya mempercepat proses penjadwalan tetapi juga meningkatkan kualitas jadwal yang dihasilkan, sehingga mengurangi beban kerja staf akademik.

Lebih lanjut, penelitian oleh Suwirmayanti, Sudarsana, & Darmayasa (2016), mengevaluasi berbagai metode crossover, mutasi, dan seleksi dalam algoritma genetika untuk penjadwalan mata kuliah. Hasilnya menunjukkan bahwa kombinasi metode tertentu dapat menghasilkan waktu eksekusi yang lebih cepat dan performa yang lebih baik dalam penjadwalan. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan sistem penjadwalan yang lebih cerdas dan efisien di perguruan tinggi.

1.2. Tujuan

- 1) Sebagai bahan diskusi untuk memperdalam pemahaman mengenai penjadwalan
- 2) Membahas tentang Algoritma Genetika
- 3) Mempelajari proses yang dibutuhkan untuk mencari jadwal optimal
- 4) Sebagai tugas untuk mata kuliah Riset Operasi

1.3. Rumusan Masalah

- 1) Bagaimana jalannya Algoritma Genetika dalam menseleksi jadwal terbaik?
- 2) Bagaimana performa Algoritma Genetika dalam mencari jadwal optimal
- 3) Apa itu Algoritma Genetika?
- 4) Apa saja tahapan dalam Algoritma Genetika?

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Algoritma Genetika

Algoritma genetika (AG) adalah teknik komputasi yang terinspirasi oleh proses evolusi dan seleksi alam. Dikenalkan oleh John Holland pada tahun 1970-an, algoritma ini digunakan untuk menemukan solusi optimal dalam masalah pencarian dan optimasi. AG bekerja dengan cara menciptakan populasi solusi yang disebut individu, yang direpresentasikan dalam bentuk kromosom. Setiap individu dievaluasi berdasarkan fungsi kecocokan (fitness function) untuk menentukan seberapa baik solusi tersebut dalam memenuhi kriteria yang ditetapkan (Fera et al., 2024).

Proses dalam algoritma genetika melibatkan beberapa langkah kunci, yaitu inisialisasi populasi, seleksi individu terbaik, crossover, dan mutasi. Dalam setiap generasi, individu-individu terbaik dipilih untuk menghasilkan generasi baru, dengan harapan bahwa generasi tersebut akan memiliki kualitas yang lebih baik daripada generasi sebelumnya (Oktaria & Hajjah, 2019). Algoritma ini sangat efektif untuk menyelesaikan masalah kompleks yang sulit dipecahkan dengan metode konvensional, seperti masalah optimisasi multidimensi dan penjadwalan (Arsyad, 2023).

2.2. Pengertian Penjadwalan

Penjadwalan adalah proses pengaturan waktu dan sumber daya untuk menyelesaikan berbagai tugas atau kegiatan dalam batasan tertentu. Dalam konteks pendidikan, penjadwalan mata kuliah melibatkan perencanaan waktu dan ruang kelas untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya yang tersedia, seperti dosen dan fasilitas belajar. Penjadwalan yang efisien dapat meningkatkan pengalaman belajar mahasiswa dan mengurangi konflik jadwal antara berbagai kegiatan akademik (Oktaria & Hajjah, 2019).

Terdapat berbagai pendekatan dalam penjadwalan, mulai dari metode manual hingga penggunaan algoritma canggih seperti algoritma genetika. Penjadwalan yang baik harus mempertimbangkan berbagai faktor, termasuk preferensi mahasiswa, ketersediaan dosen, dan fasilitas pendidikan. Dengan demikian, penjadwalan bukan hanya sekadar pengaturan waktu tetapi juga memerlukan analisis mendalam terhadap kebutuhan semua pihak yang terlibat (Syawal et al., 2023).

2.3. Implementasi Algoritma Genetika pada Penjadwalan Mata Kuliah

Implementasi algoritma genetika dalam penjadwalan mata kuliah telah menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses penjadwalan. Algoritma ini mampu menangani berbagai kendala yang kompleks, seperti ketersediaan ruang kelas, waktu dosen, serta preferensi mahasiswa. Proses implementasinya dimulai dengan membentuk populasi awal dari jadwal potensial yang kemudian dievaluasi menggunakan fungsi kecocokan untuk menentukan kualitas setiap jadwal (Irfan et al, 2022).

Dalam penelitian oleh Rusmanto & Kurniati (2023), penerapan algoritma genetika dalam penjadwalan kuliah berhasil mengurangi konflik jadwal secara signifikan dan meningkatkan penggunaan ruang kelas secara optimal. Selain itu, penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma genetika dapat beradaptasi dengan perubahan kebutuhan jadwal secara dinamis, menjadikannya alat yang fleksibel dalam pengelolaan jadwal akademik (Gunawan et al., 2023).

Dengan demikian, algoritma genetika tidak hanya memberikan solusi optimal untuk masalah penjadwalan mata kuliah tetapi juga menawarkan pendekatan inovatif yang dapat diadaptasi untuk berbagai konteks lainnya dalam sistem pendidikan. Penelitian lebih lanjut diharapkan dapat

mengeksplorasi potensi algoritma ini dalam meningkatkan kualitas pendidikan melalui pengelolaan jadwal yang lebih baik (Oktaria & Hajjah, 2019).

2.4. Kromosom

Kromosom dalam algoritma genetika merupakan representasi dari solusi potensial untuk masalah yang sedang dipecahkan. Setiap kromosom terdiri dari gen-gen yang menyimpan informasi penting mengenai solusi tersebut. Dalam konteks penjadwalan mata kuliah, kromosom dapat merepresentasikan urutan pelajaran dan waktu pengajaran (Asri, 2020). Kromosom biasanya direpresentasikan dalam format biner atau bentuk lain sesuai dengan kebutuhan masalah spesifik.

2.5. Gen

Gen adalah unit dasar dari informasi genetik yang membentuk kromosom dalam algoritma genetika. Setiap gen dapat berisi nilai tertentu yang merepresentasikan elemen spesifik dari solusi. Misalnya, dalam penjadwalan mata kuliah, setiap gen bisa mewakili waktu atau ruang kelas tertentu untuk suatu mata pelajaran (Oktaria & Hajjah, 2019). Variasi nilai gen di dalam kromosom memberikan keragaman solusi yang diperlukan untuk proses evolusi.

2.6. Individu

Individu adalah satuan dasar dalam populasi algoritma genetika yang merepresentasikan satu solusi potensial terhadap masalah yang sedang dihadapi. Setiap individu terdiri dari satu kromosom dan memiliki nilai fitness tertentu berdasarkan seberapa baik solusi tersebut memenuhi kriteria masalah (Fera et al., 2024). Dalam konteks penjadwalan mata kuliah, setiap individu dapat mewakili satu jadwal lengkap dengan semua mata pelajaran dan waktu pengajarannya.

2.7. Crossover

Crossover adalah proses dalam algoritma genetika di mana dua individu (orang tua) bertukar informasi genetik untuk menghasilkan keturunan baru. Proses ini bertujuan untuk mengkombinasikan sifat-sifat terbaik dari kedua orang tua sehingga diharapkan menghasilkan individu baru dengan kualitas lebih baik (Sari et al., 2024). Dalam penjadwalan mata kuliah, crossover dapat dilakukan dengan menggabungkan dua jadwal berbeda untuk menciptakan jadwal baru yang lebih optimal.

2.8. Roulette Wheel

Metode roulette wheel adalah salah satu teknik seleksi dalam algoritma genetika di mana individu-individu dipilih berdasarkan probabilitas proporsional terhadap nilai fitness mereka. Konsep ini mirip dengan roda keberuntungan; individu dengan nilai fitness lebih tinggi memiliki peluang lebih besar untuk dipilih sebagai orang tua dalam proses crossover (Asri, 2020). Pendekatan ini membantu memastikan bahwa individu-individu berkualitas tinggi memiliki kontribusi lebih besar terhadap generasi berikutnya.

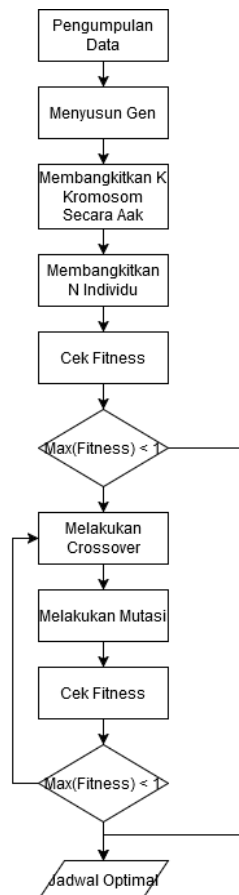
2.9. Mutasi

Mutasi adalah proses acak yang dilakukan pada kromosom individu dalam populasi untuk menambah variasi genetik dan mencegah konvergensi prematur pada solusi suboptimal. Proses ini melibatkan perubahan acak pada satu atau beberapa gen di dalam kromosom (Oktaria & Hajjah, 2019). Dalam konteks penjadwalan mata kuliah, mutasi bisa berupa perubahan waktu atau ruang kelas dari suatu mata pelajaran untuk menciptakan variasi baru dalam jadwal.

BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang akan dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. Tahapan penelitian ini sejalan dengan tahapan yang dilakukan oleh Padaka, Tetik, & Ledi (2023).



Gambar 1 Tahapan Penelitian

3.2. Mengumpulkan Data

Data dikumpulkan melalui webscrapping pada website Sistem Informasi Akademik Universitas Jambi. Data hanya bersifat sebagai sampel dan dilakukan pengacakan pada data untuk melakukan analisis lebih lanjut mengenai Implementasi Algoritma Genetika pada Penentuan Jadwal Kuliah.

3.3. Membuat Struktur Jadwal

Pada struktur jadwal yang akan dibangun, terlebih dahulu membuat kelas-kelas untuk menyimpan struktur data pada kromosom. Struktur Data yang akan dibuat adalah sebagai berikut:

1. Matakuliah

- Kode Mata Kuliah, adalah kode yang unik yang diberikan pada mata kuliah.
- Total SKS, adalah Satuan Kredit Semester yang diberikan pada mata kuliah.
- Semester, merupakan Semester di mana mata kuliah diadakan.
- Model, merupakan model belajar mata kuliah, yakni antara Teori dan Praktikum.
- Bidang, yakni merupakan Bidang yang dimiliki mata kuliah, sebagai contoh statistika, data, kewirausahaan, manajemen, dan lain-lain.
- Prodi Asal, merupakan Program Studi mata kuliah diadakan.

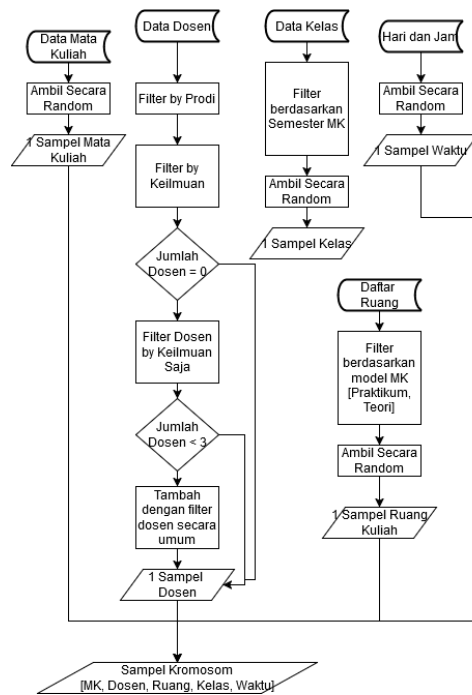
- Nama Mata Kuliah, merupakan nama yang diberikan pada mata kuliah
- 2. Prodi
 - Kode Program Studi, adalah kode yang unik yang diberikan pada program studi.
 - Nama Program Studi, adalah nama yang diberikan pada program studi.
 - Fakultas, merupakan fakultas tempat program studi berasal.
- 3. Dosen
 - NIP, merupakan Nomor Induk Pegawai yang dimiliki oleh dosen bersangkutan.
 - Nama, merupakan nama dari dosen yang bersangkutan.
 - Bidang Keilmuan, merupakan bidang yang ditekuni oleh dosen dan menjadikan dasar pencocokan pada mata kuliah yang diampu.
 - Prodi, merupakan program studi dosen berasal.
 - Fakultas, merupakan fakultas dosen berasal.
- 4. Ruang
 - Kode, merupakan kode ruangan yang bersifat unik yang dimiliki oleh ruangan.
 - Model, merupakan model belajar yang dilakukan pada ruangan tersebut, yakni Teori dan Praktikum.
 - Prodi, merupakan program studi tempat ruang berada.
 - Fakultas, merupakan fakultas ruang berada.
- 5. Waktu
 - Hari, merupakan satuan waktu hari dalam minggu, yakni Senin, Selasa, ..., Minggu.
 - Menit, merupakan satuan waktu menit.
- 6. Kelas
 - Kelas, merupakan kelompok belajar yang akan melaksanakan proses belajar.
 - Semester, merupakan semester dari kelas.

3.4. Seeding Kromosom

Kromosom dalam algoritma genetika merupakan representasi dari solusi potensial untuk masalah yang sedang dipecahkan. Setiap kromosom terdiri dari gen-gen yang menyimpan informasi penting mengenai solusi tersebut. Dalam konteks penjadwalan mata kuliah, kromosom dapat merepresentasikan urutan pelajaran dan waktu pengajaran (Asri, 2020). Kromosom biasanya direpresentasikan dalam format biner atau bentuk lain sesuai dengan kebutuhan masalah spesifik. Pada struktur data yang telah ditentukan, gen-gen yang akan dimasukkan ke kromosom tidak berbeda dari struktur data. Adapun gen-gen yang akan disusun ke dalam kromosom adalah MK (Mata Kuliah), Dosen, Ruang, Kelas, dan Waktu.

$$Kromosom = \{MK, Dosen, Ruang, Kelas, Waktu\}$$

Sehingga terdapat lima gen penting dalam kromosom ini yang akan menjadi penentu dalam optimasi jadwal mata kuliah. Sebelum melanjutkan ke pembuatan individu, kromosom perlu dibangkitkan terlebih dahulu. Proses pembangkitan kromosom dilakukan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2 Seeding Kromosom

Dapat dilihat bahwa proses pembangkitan kromosom dilakukan secara random, namun tetap memerhatikan hal-hal struktural yang krusial bagi penjadwalan, yakni Ruang yang dipakai untuk MK, Kelas dengan semester yang sama dengan MK, dan perbedaan waktu pada hari Jumat dengan hari lain di mana terdapat gap kosong antara jam 12.00 – 13.00.

Setelah membangkitkan kromosom, hal tersebut perlu diulang-ulang untuk menyusun kromosom-kromosom pada suatu individu. Dan individu akan dibangkitkan sebanyak N individu sesuai dengan kompleksitas penjadwalan.

3.5. Cek Fitness

Setelah membangkitkan tiap individu yang diperlukan, perlu dicek satu-persatu score fitness dari setiap individu tersebut. Adapun formulasi penghitungan fitness adalah sebagai berikut:

$$\text{Score Fitness} = \frac{1}{1 + \text{Total Fitness}}$$

Yang mana, total fitness merujuk pada jumlah bentrok yang terjadi pada individu. Kategori suatu jadwal bentrok dapat ditentukan sendiri sesuai kebutuhan penjadwalan. Dalam penelitian ini, kategori bentrok pada fitness adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Kategori Bentrok Fitness

Jenis Bentrok	Ketentuan
Bentrok Mata Kuliah	<ul style="list-style-type: none"> Mata Kuliah yang sama dengan Kelas yang sama terulang lebih dari 1 kali Mata Kuliah yang sama pada Hari yang sama dilaksanakan di Waktu yang bersamaan
Bentrok Ruang	<ul style="list-style-type: none"> Terjadi dua atau lebih aktivitas pada Ruang yang sama di Hari yang sama dan di Waktu yang bersamaan

Bentrok Dosen	<ul style="list-style-type: none"> Dosen mengampu lebih dari 4 MK pada Hari yang sama
Bentrok Kelas	<ul style="list-style-type: none"> Kelas yang sama mengadakan dua aktivitas yang di Waktu bersamaan pada Hari yang sama

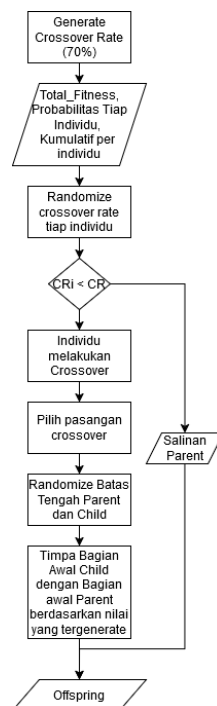
Terdapat empat bentrok yang diperhatikan pada penelitian ini, yakni CMK (Crash Mata Kuliah), CR (Crash Ruang), CD (Crash Dosen), dan CK (Crash Kelas). Dengan demikian, rumus penghitungan fitness adalah sebagai berikut:

$$Score\ Fitness = \frac{1}{1 + (CMK + CR + CD + CK)}$$

3.6. Melakukan Crossover

Crossover adalah proses dalam algoritma genetika di mana dua individu (orang tua) bertukar informasi genetik untuk menghasilkan keturunan baru. Proses ini bertujuan untuk mengkombinasikan sifat-sifat terbaik dari kedua orang tua sehingga diharapkan menghasilkan individu baru dengan kualitas lebih baik (Sari et al., 2024). Dalam penjadwalan mata kuliah, crossover dapat dilakukan dengan menggabungkan dua jadwal berbeda untuk menciptakan jadwal baru yang lebih optimal.

Crossover dilakukan jika fitness maksimal pada grup individu tidak mencapai nilai yang diinginkan, yakni satu atau mendekati satu. Karena semakin fitness mendekati satu, maka semakin optimal pula jadwal yang dibangkitkan. Sebagai contoh, jika tidak terdapat bentrok di setiap kateri CMK, CR, CD, dan CK, maka setiap kategori tersebut akan bernilai 0. Dengan demikian, akumulasi dari setiap kategori pun akan menghasilkan nilai 0, yang jika dimasukkan ke formula akan menjadikannya $\frac{1}{1}$, yang berarti nilai yang dihasilkan adalah 1 sebagai nilai paling optimal.



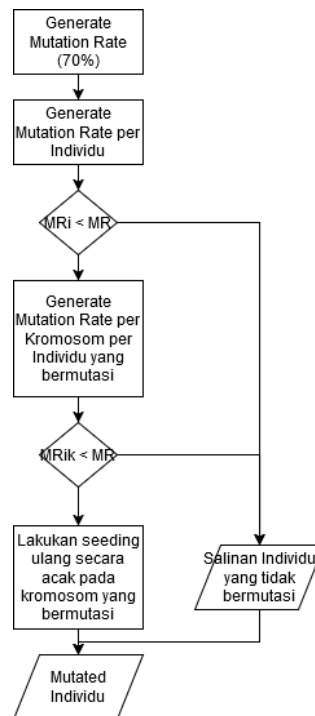
Gambar 3 Crossover Function

3.7. Melakukan Mutasi

Mutasi adalah proses acak yang dilakukan pada kromosom individu dalam populasi untuk menambah variasi genetik dan mencegah konvergensi prematur pada solusi suboptimal. Proses ini melibatkan perubahan acak pada satu atau beberapa gen di dalam kromosom (Oktaria & Hajjah, 2019).

Dalam konteks penjadwalan mata kuliah, mutasi bisa berupa perubahan waktu atau ruang kelas dari suatu mata pelajaran untuk menciptakan variasi baru dalam jadwal.

Mutasi merupakan tahap lanjutan setelah melakukan crossover. Produk dari crossover, yakni offspring dari berbagai proses persilangan akan dimutasi berdasarkan probabilitas yang dibangkitkan untuk setiap individu, sehingga akan terdapat individu yang tidak termutasi dan termutasi. Mutasi umumnya memiliki rate yang lebih kecil dari crossover.

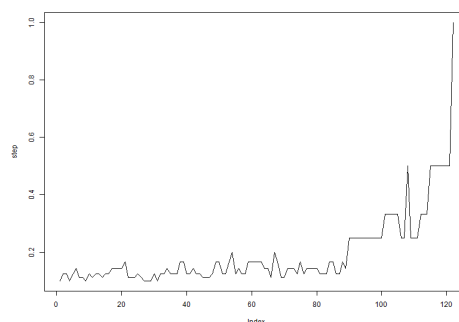


Gambar 4 Mutation Function

3.8. Evaluasi Model

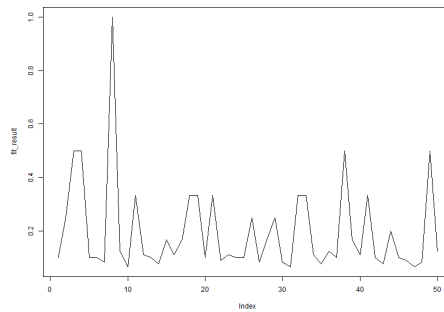
Setelah melakukan berbagai tahap yang melibatkan probabilitas, selanjutnya adalah melakukan evaluasi model. Pada tahap ini akan dilakukan proses cek fitness ulang untuk mengevaluasi produk individu yang termutasi. Jika hasil tidak sesuai harapan maka dapat dilakukan proses crossover dan mutase kembali untuk mencari nilai paling optimal.

Pada pembangkitan jadwal yang teroptimasi dengan parameter jumlah individu 50 dan jumlah kromosom 40, berikut performa yang diberikan:



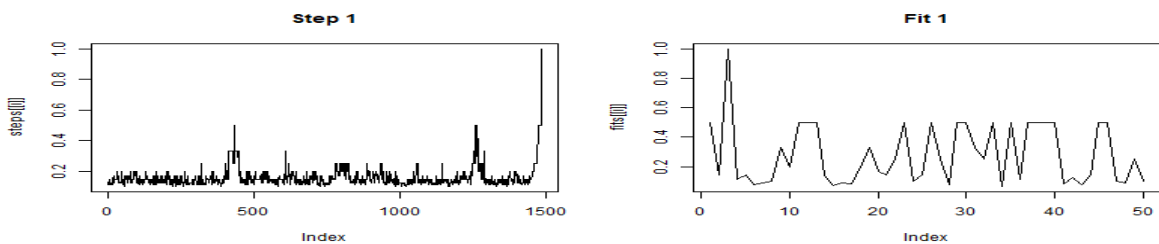
Gambar 5 Performa Algoritma Gentika

Jadwal yang teroptimasi ditemukan pada iterasi ke-124. Plot PLOT_STEP merupakan nilai maksimal fitness pada seluruh iterasi individu. Pada plot terlihat bahwa semakin lama iterasi berlangsung, semakin tinggi pula fitness yang dimiliki oleh individu termutasi. Pada 40 individu yang di-crossover dan mutase, didapatkan bahwa individu ke-7 merupakan individu dengan fitness = 1.

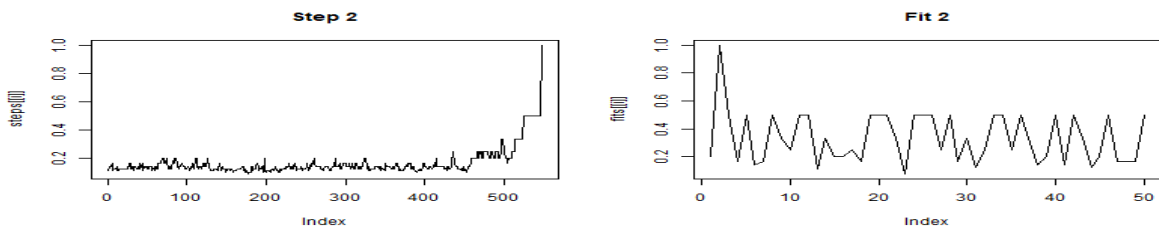


Gambar 6 Nilai Fitness Pada Grup Individu

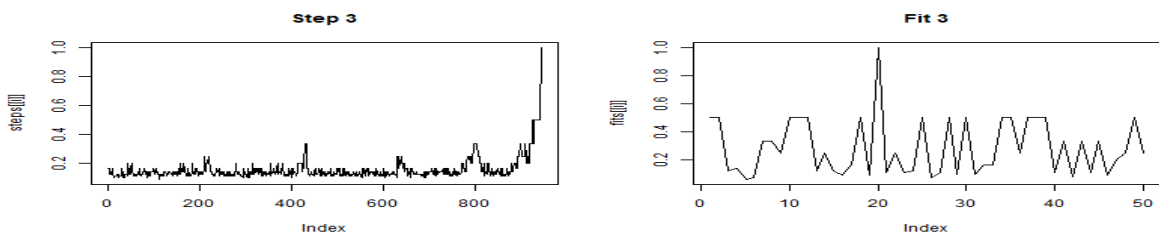
Pada plot terlihat bagaimana proses perjalanan fitness pada setiap individu. Selain individu ke-7, nilai fitness terlihat terdistribusi pada seluruh individu. Namun untuk melihat bagaimana performa algoritma genetika yang sebenarnya, perlu dilakukan beberapa kali percobaan dengan parameter yang sama. Berikut bagaimana performa algoritma genetika setelah 10 kali percobaan:



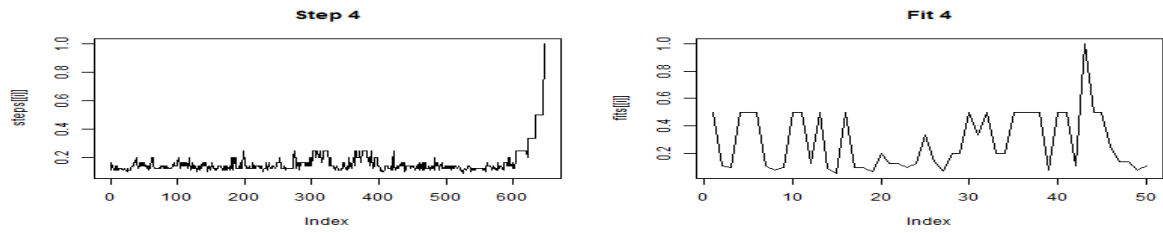
Gambar 7 Percobaan Pertama



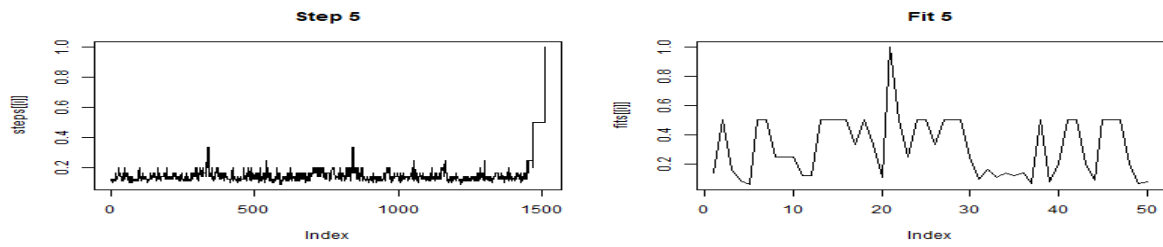
Gambar 8 Percobaan Kedua



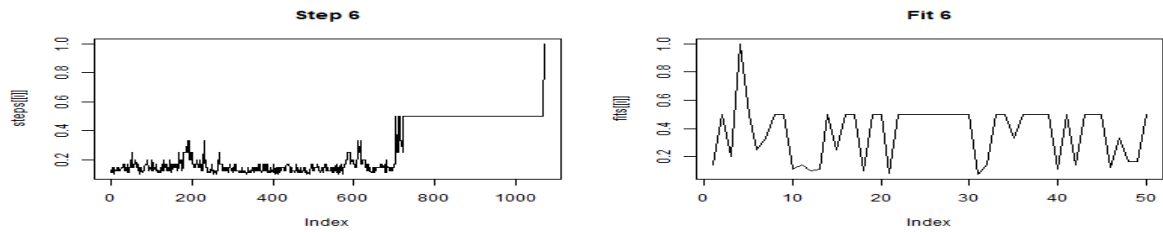
Gambar 9 Percobaan Ketiga



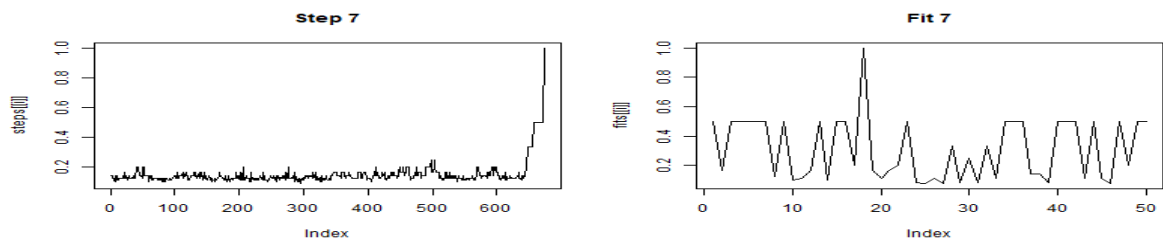
Gambar 10 Percobaan Keempat



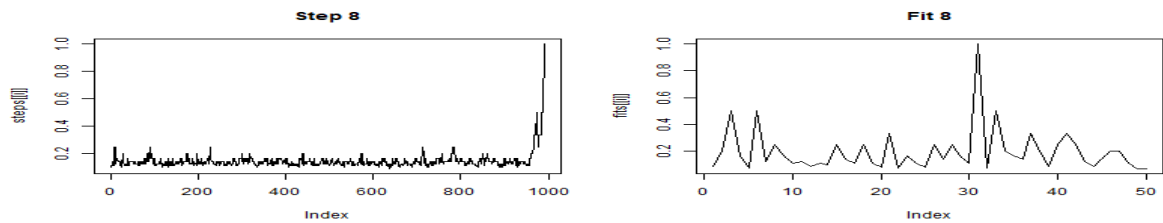
Gambar 11 Percobaan Kelima



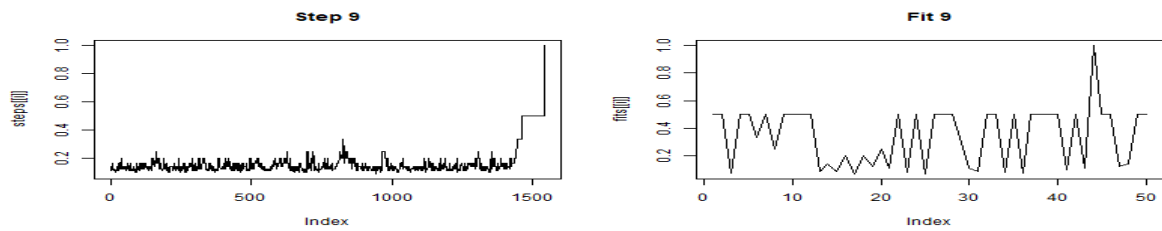
Gambar 12 Percobaan Keenam



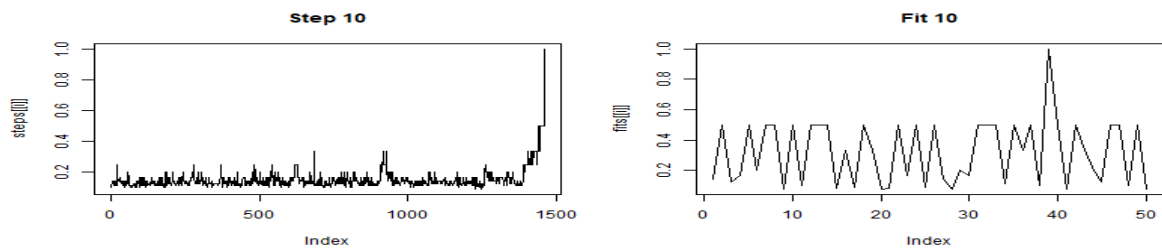
Gambar 13 Percobaan Ketujuh



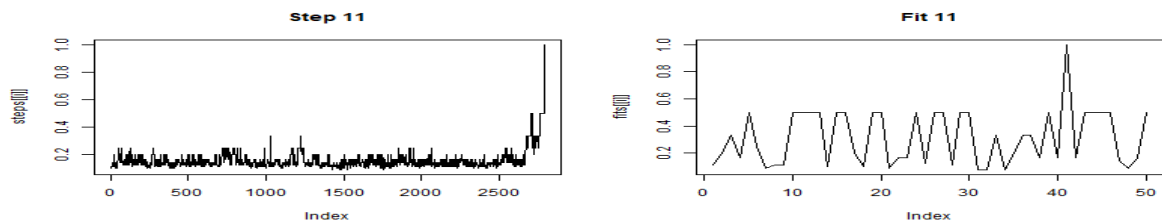
Gambar 14 Percobaan Kedelapan



Gambar 15 Percobaan Kesembilan



Gambar 16 Percobaan Kesepuluh



Gambar 17 Percobaan Kesebelas

Dari seluruh plot percobaan membangkitkan optimasi jadwal terbaik, setiap plot memiliki kesamaan, yakni nilai fitness berangsur menjadi 1 dan semakin lama iterasi, nilai fitness semakin tinggi. Ini menandakan karakteristik algoritma genetika memiliki nilai fitness yang berbanding lurus dengan jumlah generasi.

Untuk fitness setiap individu optimal pada setiap percobaan memiliki nilai yang beragam, hal ini dikarenakan algoritma genetika didasarkan pada randomitas nilai kromosom, sehingga memberikan hasil yang acak untuk setiap generasi. Begitu pun pada generasi individu optimal, pada satu kesempatan percobaan dapat memberikan hasil optimal di bawah 700 generasi, namun pada percobaan lain membutuhkan di atas 1000 generasi.

Algoritma genetika bergantung pada nilai acak, yang mana hasilnya juga acak. Dapat dilihat pada plot bahwa beberapa percobaan memiliki lebih dari 1000 generasi, sementara beberapa yang lain kurang dari 1000 generasi. Banyaknya generasi ini bergantung pada kompleksitas masalah serta jumlah individu dan kromosom. Jumlah kromosom yang banyak mengindikasikan masalah yang kompleks (Oktaria & Hajjah, 2019; Sivanandam & Deepa, 2008). Berikut adalah jadwal pada individu dengan fitness = 1:

Tabel 2 Jadwal Optimal

Kode MK	SKS	Dosen	Ruang	Kelas	Hari	Menit	Kode Prodi
DSI433	2	Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T.; Reni Aryani, S.Kom., M.S.I.; Mohamad Ilhami, S.T., M.Kom.	LAB-ICT-2	R-001/3	SENIN	07:00	59201
DSI454	3	Rudi Nata, S.Si., M.Kom.; Renaldi Yulvianda, M.Kom.; Mutia Fadhila Putri, M.Kom.	FST-B-2-06	R-001/5	SENIN	08:00	59201

LSI334	1	Ulfa Khaira, S.Komp., M.Kom.; Ari Andrianti, S.Kom. M.Kom.; Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T.	LAB-ICT-2	R-003/3	SENIN	09:10	59201
DSI153	2	Miranty Yudistira, S.Si., M.Kom.; Mohamad Ilhami, S.T., M.Kom.; Mauladi, S.Kom., M.Eng	LAB-ICT-2	R-005/5	SENIN	10:50	59201
ESI157	3	Renaldi Yulvianda, M.Kom.; Rudi Nata, S.Si., M.Kom.; Pradita Eko Prasetyo Utomo, S.Pd., M.Cs.	FST-B-3-08	R-001/5	SENIN	11:00	59201
ESI151	3	Miranty Yudistira, S.Si., M.Kom.; Edi Saputra, S.T., M.Sc.; Pradita Eko Prasetyo Utomo, S.Pd., M.Cs.	FST-B-3-02	R-007/5	SENIN	13:20	59201
FST116	2	Rudi Nata, S.Si., M.Kom.; Miranty Yudistira, S.Si., M.Kom.; Reni Aryani, S.Kom., M.S.I.	FST-B-2-02	R-002/1	SENIN	13:20	59201
ESI157	3	Dr. Dedy Setiawan, S.Kom., M.IT.; Budi Hartono, S.ST., M.Si.; Zainil Abidin, S.T., M.Eng.	FST-B-1-10	R-003/5	SENIN	15:00	59201
MBD331	3	Dr. Dedy Setiawan, S.Kom., M.IT.; Benedika Ferdian Hutabarat, S.Komp., M.Kom.; Mohamad Ilhami, S.T., M.Kom.	LAB-ICT-2	R-002/3	SELASA	07:00	61209
DSI456	3	Daniel Arsa, S.Kom., M.S.I.; Edi Saputra, S.T., M.Sc.; Yolla Noverina, S.Kom., M.Kom.	FST-B-3-08	R-003/5	SELASA	08:00	59201
DSI452	2	Daniel Arsa, S.Kom., M.S.I.; Rudi Nata, S.Si., M.Kom.; Mauladi, S.Kom., M.Eng	Lab-Komp-Sains	R-006/5	SELASA	08:20	59201
DSI454	3	Tri Suratno, S.Kom., M.Kom.; Budi Hartono, S.ST., M.Si.; Muhammad Razi A., S.T., MMSI.	FST-B-2-02	R-002/5	SELASA	10:00	59201
ISP111	3	Rudi Nata, S.Si., M.Kom.; Mutia Fadhila Putri, M.Kom.; Mauladi, S.Kom., M.Eng	FST-B-3-08	R-003/1	SELASA	11:00	59201
DSI237	3	Reni Aryani, S.Kom., M.S.I.; Edi Saputra, S.T., M.Sc.; Willy Bima Alfajri, S.Tr.Kom. M.Kom.	FST-B-3-02	R-002/3	SELASA	12:00	59201
LSI433	1	Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T.; Muhammad Razi A., S.T., MMSI.; Mohamad Ilhami, S.T., M.Kom.	LAB-ICT-2	R-001/3	SELASA	12:30	59201
DSI454	3	Renaldi Yulvianda, M.Kom.; Mauladi, S.Kom., M.Eng; Yolla Noverina, S.Kom., M.Kom.	FST-B-2-06	R-005/5	SELASA	13:00	59201
INF117	1	Muhammad Razi A., S.T., MMSI.; Ulfa Khaira, S.Komp., M.Kom.; Mohamad Ilhami, S.T., M.Kom.	Lab-ICT-1	R-001/1	SELASA	13:00	55200
FST116	2	Willy Bima Alfajri, S.Tr.Kom. M.Kom.; Budi Hartono, S.ST., M.Si.; Yolla Noverina, S.Kom., M.Kom.	FST-B-2-02	R-003/1	RABU	07:30	59201
DSI335	3	Dewi Lestari, S.Kom., M.S.I.; Ari Andrianti, S.Kom. M.Kom.; Tri Suratno, S.Kom., M.Kom	FST-B-2-02	R-003/3	RABU	11:00	59201
ESI156	3	Ari Andrianti, S.Kom. M.Kom.; Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T.; Reni Aryani, S.Kom., M.S.I.	FST-B-2-03	R-002/5	RABU	11:40	59201
ESI158	3	Mohamad Ilhami, S.T., M.Kom.; Renaldi Yulvianda, M.Kom.; Ulfa Khaira, S.Komp., M.Kom.	FST-B-3-02	R-005/5	RABU	13:00	59201
ESI154	3	Ulfa Khaira, S.Komp., M.Kom.; Willy Bima Alfajri, S.Tr.Kom. M.Kom.; Dewi Lestari, S.Kom., M.S.I.	FST-B-2-06	R-003/5	RABU	13:20	59201
MBD331	3	Daniel Arsa, S.Kom., M.S.I.; Rizqa Raaiqa Bintana, S.T., M.Kom.; Benedika Ferdian Hutabarat, S.Komp., M.Kom.	Lab-ICT-1	R-003/3	RABU	14:10	61209
ISP212	3	Dr. Dedy Setiawan, S.Kom., M.IT.; Yolla Noverina, S.Kom., M.Kom.; Mutia Fadhila Putri, M.Kom.	FST-B-3-02	R-004/5	KAMIS	07:30	59201
FST115	2	Ari Andrianti, S.Kom. M.Kom.; Pradita Eko Prasetyo Utomo, S.Pd., M.Cs.; Dewi Lestari, S.Kom., M.S.I.	FST-B-2-02	R-003/1	KAMIS	07:30	59201
DSI335	3	Mauladi, S.Kom., M.Eng; Yolla Noverina, S.Kom., M.Kom.; Pradita Eko Prasetyo Utomo, S.Pd., M.Cs.	FST-B-2-03	R-002/3	KAMIS	08:00	59201
LSI153	1	Tri Suratno, S.Kom., M.Kom.; Mauladi, S.Kom., M.Eng; Renaldi Yulvianda, M.Kom.	LAB-ICT-2	R-007/5	KAMIS	08:20	59201
LSI334	1	Mauladi, S.Kom., M.Eng; Edi Saputra, S.T., M.Sc.; Yolla Noverina, S.Kom., M.Kom.	Lab-Komp-Sains	R-001/3	KAMIS	09:00	59201
DSI454	3	Reni Aryani, S.Kom., M.S.I.; Mauladi, S.Kom., M.Eng; Tri Suratno, S.Kom., M.Kom	FST-B-3-08	R-007/5	KAMIS	09:10	59201

PEM252	3	Willy Bima Alfajri, S.Tr.Kom. M.Kom.; Pradita Eko Prasetyo Utomo, S.Pd., M.Cs.; Mohamad Ilhami, S.T., M.Kom.	FST-B-3-02	R-006/5	KAMIS	10:00	65201
DSI334	2	Zainil Abidin, S.T., M.Eng.; Rudi Nata, S.Si., M.Kom.; Miranty Yudistira, S.Si., M.Kom.	LAB-ICT-2	R-001/3	KAMIS	10:50	59201
LSI153	1	Mauladi, S.Kom., M.Eng; Muhammad Razi A., S.T., MMSI.; Rizqa Raaiqa Bintana, S.T., M.Kom.	Lab-ICT-1	R-002/5	KAMIS	11:00	59201
ISP113	3	Renaldi Yulvianda, M.Kom.; Daniel Arsa, S.Kom., M.S.I; Willy Bima Alfajri, S.Tr.Kom. M.Kom.	FST-B-3-08	R-001/1	KAMIS	12:30	59201
DSI452	2	Willy Bima Alfajri, S.Tr.Kom. M.Kom.; Yolla Noverina, S.Kom., M.Kom.; Pradita Eko Prasetyo Utomo, S.Pd., M.Cs.	Lab-ICT-1	R-004/5	KAMIS	12:30	59201
LSI452	1	Mutia Fadhila Putri, M.Kom.; Budi Hartono, S.ST., M.Si.; Renaldi Yulvianda, M.Kom.	Lab-Komp-Sains	R-003/5	KAMIS	13:20	59201
ISP115	3	Rizqa Raaiqa Bintana, S.T., M.Kom.; Pradita Eko Prasetyo Utomo, S.Pd., M.Cs.; Budi Hartono, S.ST., M.Si.	FST-B-3-02	R-003/3	JUMAT	07:00	59201
DSI456	3	Tri Suratno, S.Kom., M.Kom; Miranty Yudistira, S.Si., M.Kom.; Willy Bima Alfajri, S.Tr.Kom. M.Kom.	FST-B-2-03	R-002/5	JUMAT	08:00	59201
ISP212	3	Renaldi Yulvianda, M.Kom.; Budi Hartono, S.ST., M.Si.; Pradita Eko Prasetyo Utomo, S.Pd., M.Cs.	FST-B-2-06	R-006/5	JUMAT	13:20	59201
TEP138	3	Tri Suratno, S.Kom., M.Kom; Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T.; Willy Bima Alfajri, S.Tr.Kom. M.Kom.	FST-B-3-08	R-001/3	JUMAT	14:00	41201
ESI158	3	Yolla Noverina, S.Kom., M.Kom.; Ulfa Khaira, S.Komp., M.Kom.; Miranty Yudistira, S.Si., M.Kom.	FST-B-2-03	R-001/5	JUMAT	14:10	59201

Algoritma Genetika dapat memberikan solusi jadwal yang baik dengan pemetaan fitness yang diberikan berdasarkan tingkat efisiensi dan optimalitas jadwal tersebut. Fitness function akan mengevaluasi setiap individu dalam populasi berdasarkan berbagai kriteria, seperti minimalisasi konflik jadwal, pemanfaatan sumber daya secara efisien, serta penyeimbangan waktu antara tugas-tugas yang dijadwalkan. Dengan iterasi yang cukup, algoritma genetika dapat menghasilkan jadwal yang mendekati optimal, yang memenuhi semua batasan (constraints) dan mendukung efisiensi operasional. Algoritma ini sangat efektif untuk masalah penjadwalan kompleks, seperti jadwal perkuliahan, jadwal kerja karyawan, atau distribusi sumber daya pada proyek besar

BAB IV PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Algoritma Genetika merupakan metode yang efektif dalam menghasilkan solusi penjadwalan yang optimal, terutama untuk permasalahan yang kompleks. Berdasarkan hasil eksperimen, terlihat bahwa nilai fitness individu meningkat seiring bertambahnya generasi, dengan individu terbaik mencapai fitness maksimal ($\text{fitness} = 1$) pada iterasi tertentu. Hal ini menunjukkan kemampuan algoritma genetika untuk mengeksplorasi dan mengeksploitasi ruang solusi secara progresif.

Namun, karena algoritma genetika didasarkan pada nilai acak, hasil optimasi menunjukkan variasi baik dalam jumlah generasi yang dibutuhkan maupun distribusi fitness antar individu. Kompleksitas masalah, jumlah individu, dan kromosom turut memengaruhi performa algoritma, di mana permasalahan dengan jumlah kromosom yang lebih banyak cenderung membutuhkan iterasi lebih panjang.

Secara keseluruhan, algoritma genetika terbukti andal dalam memecahkan masalah penjadwalan dengan mempertimbangkan efisiensi dan optimalitas, meskipun memerlukan parameter yang tepat untuk memastikan hasil yang konsisten.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Fera, "Menganalisis Konsep Dasar Algoritma Genetika," *Bhinneka Journal*, vol. 2, no. 1, 2024.
- [2] R. Oktaria and N. Hajjah, "Penggunaan Algoritma Genetika untuk Penjadwalan," *Jurnal Sistem Informasi*, 2019.
- [3] R. F. Syahputra and Yahfizham, "Menganalisis Konsep Dasar Algoritma Genetika," *Bhinneka: Jurnal Bintang Pendidikan dan Bahasa*, pp. 120-132, 2024.
- [4] K. Setemen, "IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA DALAM PENGEMBANGAN SISTEM APLIKASI PENJADWALAN KULIAH," *Jurnal Ikatan Keluarga Alumni*, pp. 56-68, 2010.
- [5] N. L. G. P. Suwirmayanti, I. M. Sudarsana and S. Darmayasa, "Penerapan Algoritma Genetika Untuk Penjadwalan Mata Pelajaran," *Journal of Applied Intelligent System*, pp. 220-233, 2016.
- [6] S. F. Pane, R. M. Awangga, E. V. Rahmadani and S. Permana, "IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA UNTUK OPTIMALISASI PELAYANAN KEPENDUDUKAN," *Jurnal Tekno Insentif*, pp. 36-43, 2019.
- [7] M. Syawal, P. L. L. Belluano and A. R. Manga, "Implementasi Algoritma Genetika Untuk Penjadwalan Laboratorium Fakultas Ilmu Komputer Universitas Muslim Indonesia," *Indonesian Journal of Data Science*, pp. 29-37, 2021.
- [8] M. D. A. M. Asri, "PENJADWALAN PERKULIAHAN MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA DI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS MATARAM," UNIVERSITAS MATARAM, 2020.
- [9] M. Y. ARSYAD, "IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA DALAM PENJADWALAN MATA PELAJARAN DENGAN PENERAPAN GEN SPESIAL," 2024.
- [10] A. Josi, "Implementasi Algoritma Genetika Pada Aplikasi Penjadwalan Perkuliahan Berbasis Web Dengan Mengadopsi Model Waterfall," *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT (JPIT)*, pp. 77-83, 2017.
- [11] M. Irfan, M. R. Lubis and Z. M. Nasution, "Penerapan Algoritma Genetika Untuk Penjadwalan Mata Pelajaran di SD Taman Cahya Pematangsiantar," *JOMLAI: Journal of Machine Learning and Artificial Intelligence*, pp. 151-158, 2022.
- [12] K. Sari, M. R. Ananda, M. S. Bahri, S. O. Wulandari and H. Prayuda, "Pengoptimalan Algoritma Genetika dengan Multithreading untuk Pencarian Kalimat," *JURNAL SISFOTENIKA*, pp. 1-12, 2024.
- [13] E. Padaka, Y. N. Tetik and D. F. Ledi, "Penerapan Algoritma Genetika Untuk Penjadwalan Mata Pelajaran Di SMK Negeri 1 Kota Tambolaka," *Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi (JPST)*, vol. 2, no. 4, pp. 966-974, 2023.

Submission Artikel ke Jurnal

JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi)Tasks

EnglishView Sitemukhtada

Submissions

My QueueArchives

Help

My Assigned

Search

New Submission

10169

Mukhtada Billah Nasution, Pradita Eko Prasetyo Utomo, Hasanatul Ifrita

Submission

0

Open discussions

View Submission

1 of 1 submissions

Platform & workflow by
OJS / PKP

Analisis Implementasi Algoritma Genetika pada Penjadwalan Mata Kuliah

Mukhtada Billah Nasution^{*1}, Pradita Eko Prasetyo Utomo², Hasanatul Iftita³

^{1,2,3}Universitas Jambi; Jl. Raya Jambi - Muara Bulian KM.15 Mendalo Darat, Jambi Luar Kota, 36361, Indonesia

^{1,2,3}Program Studi Sistem Informasi, FST, UNJA, Jambi

e-mail: ^{*1}mukhtadanasution@gmail.com, ²pradita.eko@unja.ac.id, ³hasanatul.iftitah@unja.ac.id,

Abstrak

Penjadwalan mata kuliah merupakan tantangan kompleks yang melibatkan banyak variabel, seperti alokasi waktu, ruang, ketersediaan dosen, dan kebutuhan mahasiswa. Penelitian ini membahas implementasi algoritma genetika sebagai solusi untuk menghasilkan jadwal yang optimal dan efisien. Algoritma genetika bekerja dengan prinsip seleksi, crossover, dan mutasi untuk mengeksplorasi ruang solusi secara progresif. Eksperimen dilakukan dengan parameter jumlah individu 50 dan jumlah kromosom 40, menghasilkan jadwal optimal pada iterasi ke-124 dengan nilai fitness maksimal (fitness = 1). Hasil menunjukkan bahwa nilai fitness individu meningkat seiring bertambahnya generasi, menegaskan kemampuan algoritma genetika untuk mencapai optimasi secara bertahap. Namun, randomitas algoritma menyebabkan variasi dalam jumlah generasi yang dibutuhkan untuk mencapai hasil optimal, yang dipengaruhi oleh kompleksitas masalah dan jumlah kromosom. Penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma genetika mampu memecahkan permasalahan penjadwalan yang kompleks dengan efisiensi tinggi, menghasilkan solusi yang memenuhi batasan (constraints) dan mendukung operasional yang lebih terstruktur. Algoritma ini memberikan kontribusi signifikan bagi pengembangan sistem penjadwalan otomatis di institusi pendidikan maupun sektor lain.

Kata kunci— Algoritma Genetika, Fitness Function, Seleksi, Crossover, Mutasi,

Abstract

Scheduling university courses is a complex challenge involving multiple variables, such as time allocation, room assignment, lecturer availability, and student requirements. This study explores the implementation of a genetic algorithm as a solution for generating optimal and efficient schedules. The genetic algorithm operates through the principles of selection, crossover, and mutation to progressively explore the solution space. Experiments were conducted using parameters of 50 individuals and 40 chromosomes, yielding an optimal schedule at the 124th iteration with a maximum fitness value (fitness = 1). The results indicate that the fitness value of individuals increases as generations progress, affirming the genetic algorithm's capability to achieve optimization iteratively. However, the stochastic nature of the algorithm leads to variations in the number of generations required to reach optimal results, influenced by the problem's complexity and the number of chromosomes. This study demonstrates that genetic algorithms are highly effective in solving complex scheduling problems with significant efficiency, producing solutions that meet constraints and support more structured operations. The algorithm contributes substantially to the development of automated scheduling systems in educational institutions and other sectors.

Keywords—Genetic Algorithm, Fitness Function, Selection, Crossover, Mutation

1. PENDAHULUAN

Implementasi algoritma genetika dalam penjadwalan mata kuliah telah menjadi fokus penelitian yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Dengan meningkatnya kompleksitas dalam pengelolaan jadwal di institusi pendidikan, algoritma ini menawarkan solusi yang efisien untuk mengatasi berbagai kendala yang ada. Penjadwalan mata kuliah tidak hanya melibatkan penempatan

waktu dan ruang yang tepat, tetapi juga mempertimbangkan ketersediaan dosen dan kebutuhan mahasiswa, sehingga memerlukan pendekatan yang sistematis dan terstruktur.

Menurut penelitian oleh Setemen (2010), penggunaan algoritma genetika dalam sistem penjadwalan otomatis dapat mengurangi konflik jadwal dan meningkatkan efisiensi penggunaan ruang kelas. Penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma genetika mampu menghasilkan jadwal yang efektif dengan tingkat konflik yang rendah, serta memenuhi persyaratan praktikum dan teori. Selain itu, Irfan et al. (2022) menekankan bahwa penerapan algoritma ini tidak hanya mempercepat proses penjadwalan tetapi juga meningkatkan kualitas jadwal yang dihasilkan, sehingga mengurangi beban kerja staf akademik.

Lebih lanjut, penelitian oleh Suwirmayanti, Sudarsana, & Darmayasa (2016), mengevaluasi berbagai metode crossover, mutasi, dan seleksi dalam algoritma genetika untuk penjadwalan mata kuliah. Hasilnya menunjukkan bahwa kombinasi metode tertentu dapat menghasilkan waktu eksekusi yang lebih cepat dan performa yang lebih baik dalam penjadwalan. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan sistem penjadwalan yang lebih cerdas dan efisien di perguruan tinggi.

Artikel ini akan membahas secara mendalam mengenai analisis implementasi algoritma genetika dalam penjadwalan mata kuliah, termasuk metodologi yang digunakan, hasil yang dicapai, serta tantangan yang dihadapi selama proses implementasi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru bagi pengembangan sistem penjadwalan yang lebih efektif dan efisien di institusi pendidikan.

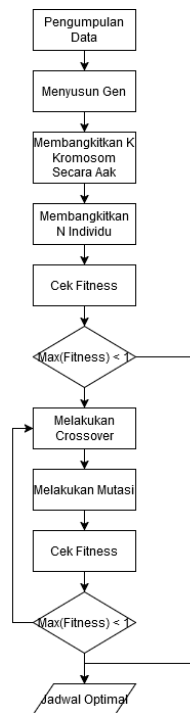
2. METODE PENELITIAN

3.1. Algoritma Genetika

Algoritma genetika (AG) adalah teknik komputasi yang terinspirasi oleh proses evolusi dan seleksi alam. Dikenalkan oleh John Holland pada tahun 1970-an, algoritma ini digunakan untuk menemukan solusi optimal dalam masalah pencarian dan optimasi. AG bekerja dengan cara menciptakan populasi solusi yang disebut individu, yang direpresentasikan dalam bentuk kromosom. Setiap individu dievaluasi berdasarkan fungsi kecocokan (fitness function) untuk menentukan seberapa baik solusi tersebut dalam memenuhi kriteria yang ditetapkan (Fera et al., 2024).

3.2. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang akan dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. Tahapan penelitian ini sejalan dengan tahapan yang dilakukan oleh Padaka, Tetik, & Ledi (2023).



Gambar 18 Tahapan Penelitian

3.3. Mengumpulkan Data

Data dikumpulkan melalui webscrapping pada website Sistem Informasi Akademik Universitas Jambi. Data hanya bersifat sebagai sampel dan dilakukan pengacakan pada data untuk melakukan analisis lebih lanjut mengenai Implementasi Algoritma Genetika pada Penentuan Jadwal Kuliah.

3.4. Membuat Struktur Jadwal

Pada struktur jadwal yang akan dibangkitkan, terlebih dahulu membuat kelas-kelas untuk menyimpan struktur data pada kromosom. Struktur Data yang akan dibuat adalah sebagai berikut:

7. Matakuliah

- Kode Mata Kuliah, adalah kode yang unik yang diberikan pada mata kuliah.
- Total SKS, adalah Satuan Kredit Semester yang diberikan pada mata kuliah.
- Semester, merupakan Semester di mana mata kuliah diadakan.
- Model, merupakan model belajar mata kuliah, yakni antara Teori dan Praktikum.
- Bidang, yakni merupakan Bidang yang dimiliki mata kuliah, sebagai contoh statistika, data, kewirausahaan, manajemen, dan lain-lain.
- Prodi Asal, merupakan Program Studi mata kuliah diadakan.
- Nama Mata Kuliah, merupakan nama yang diberikan pada mata kuliah

8. Prodi

- Kode Program Studi, adalah kode yang unik yang diberikan pada program studi.
- Nama Program Studi, adalah nama yang diberikan pada program studi.
- Fakultas, merupakan fakultas tempat program studi berasal.

9. Dosen

- NIP, merupakan Nomor Induk Pegawai yang dimiliki oleh dosen bersangkutan.
- Nama, merupakan nama dari dosen yang bersangkutan.
- Bidang Keilmuan, merupakan bidang yang ditekuni oleh dosen dan menjadikan dasar pencocokan pada mata kuliah yang diampu.
- Prodi, merupakan program studi dosen berasal.
- Fakultas, merupakan fakultas dosen berasal.

10. Ruang

- Kode, merupakan kode ruangan yang bersifat unik yang dimiliki oleh ruangan.
- Model, merupakan model belajar yang dilakukan pada ruangan tersebut, yakni Teori dan Praktikum.

- Prodi, merupakan program studi tempat ruang berada.
- Fakultas, merupakan fakultas ruang berada.

11. Waktu

- Hari, merupakan satuan waktu hari dalam minggu, yakni Senin, Selasa, ..., Minggu.
- Menit, merupakan satuan waktu menit.

12. Kelas

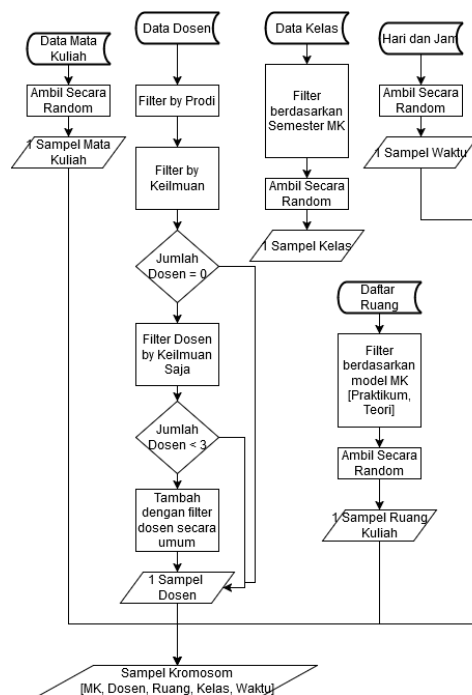
- Kelas, merupakan kelompok belajar yang akan melaksanakan proses belajar.
- Semester, merupakan semester dari kelas.

3.5. Seeding Kromosom

Kromosom dalam algoritma genetika merupakan representasi dari solusi potensial untuk masalah yang sedang dipecahkan. Setiap kromosom terdiri dari gen-gen yang menyimpan informasi penting mengenai solusi tersebut. Dalam konteks penjadwalan mata kuliah, kromosom dapat merepresentasikan urutan pelajaran dan waktu pengajaran (Asri, 2020). Kromosom biasanya direpresentasikan dalam format biner atau bentuk lain sesuai dengan kebutuhan masalah spesifik. Pada struktur data yang telah ditentukan, gen-gen yang akan dimasukkan ke kromosom tidak berbeda dari struktur data. Adapun gen-gen yang akan disusun ke dalam kromosom adalah MK (Mata Kuliah), Dosen, Ruang, Kelas, dan Waktu.

$$\text{Kromosom} = \{MK, \text{Dosen}, \text{Ruang}, \text{Kelas}, \text{Waktu}\}$$

Sehingga terdapat lima gen penting dalam kromosom ini yang akan menjadi penentu dalam optimasi jadwal mata kuliah. Sebelum melanjutkan ke pembuatan individu, kromosom perlu dibangkitkan terlebih dahulu. Proses pembangkitan kromosom dilakukan seperti pada Gambar 2.



Gambar 19 Seeding Kromosom

Dapat dilihat bahwa proses pembangkitan kromosom dilakukan secara random, namun tetap memerhatikan hal-hal struktural yang krusial bagi penjadwalan, yakni Ruang yang dipakai untuk MK, Kelas dengan semester yang sama dengan MK, dan perbedaan waktu pada hari Jumat dengan hari lain di mana terdapat gap kosong antara jam 12.00 – 13.00.

Setelah membangkitkan kromosom, hal tersebut perlu diulang-ulang untuk menyusun kromosom-kromosom pada suatu individu. Dan individu akan dibangkitkan sebanyak N individu sesuai dengan kompleksitas penjadwalan.

3.6. Cek Fitness

Setelah membangkitkan tiap individu yang diperlukan, perlu dicek satu-persatu score fitness dari setiap individu tersebut. Adapun formulasi penghitungan fitness adalah sebagai berikut:

$$\text{Score Fitness} = \frac{1}{1 + \text{Total_Fitness}}$$

Yang mana, total fitness merujuk pada jumlah bentrok yang terjadi pada individu. Kategori suatu jadwal bentrok dapat ditentukan sendiri sesuai kebutuhan penjadwalan. Dalam penelitian ini, kategori bentrok pada fitness adalah sebagai berikut:

Tabel 3 Kategori Bentrok Fitness

Jenis Bentrok	Ketentuan
Bentrok Mata Kuliah	<ul style="list-style-type: none">• Mata Kuliah yang sama dengan Kelas yang sama terulang lebih dari 1 kali• Mata Kuliah yang sama pada Hari yang sama dilaksanakan di Waktu yang bersamaan
Bentrok Ruang	<ul style="list-style-type: none">• Terjadi dua atau lebih aktivitas pada Ruang yang sama di Hari yang sama dan di Waktu yang bersamaan
Bentrok Dosen	<ul style="list-style-type: none">• Dosen mengampu lebih dari 4 MK pada Hari yang sama
Bentrok Kelas	<ul style="list-style-type: none">• Kelas yang sama mengadakan dua aktivitas yang di Waktu bersamaan pada Hari yang sama

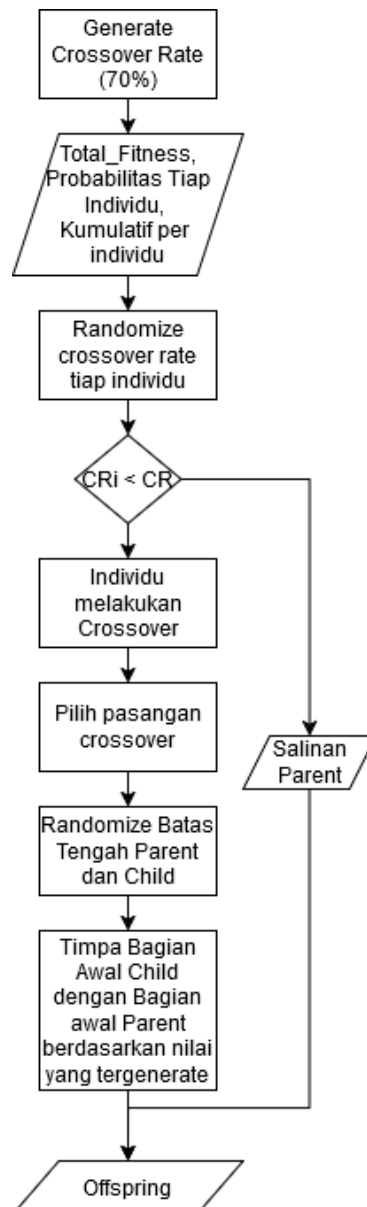
Terdapat empat bentrok yang diperhatikan pada penelitian ini, yakni CMK (Crash Mata Kuliah), CR (Crash Ruang), CD (Crash Dosen), dan CK (Crash Kelas). Dengan demikian, rumus penghitungan fitness adalah sebagai berikut:

$$\text{Score Fitness} = \frac{1}{1 + (CMK + CR + CD + CK)}$$

3.7. Melakukan Crossover

Crossover adalah proses dalam algoritma genetika di mana dua individu (orang tua) bertukar informasi genetik untuk menghasilkan keturunan baru. Proses ini bertujuan untuk mengkombinasikan sifat-sifat terbaik dari kedua orang tua sehingga diharapkan menghasilkan individu baru dengan kualitas lebih baik (Sari et al., 2024). Dalam penjadwalan mata kuliah, crossover dapat dilakukan dengan menggabungkan dua jadwal berbeda untuk menciptakan jadwal baru yang lebih optimal.

Crossover dilakukan jika fitness maksimal pada grup individu tidak mencapai nilai yang diinginkan, yakni satu atau mendekati satu. Karena semakin fitness mendekati satu, maka semakin optimal pula jadwal yang dibangkitkan. Sebagai contoh, jika tidak terdapat bentrok di setiap kateri CMK, CR, CD, dan CK, maka setiap kategori tersebut akan bernilai 0. Dengan demikian, akumulasi dari setiap kategori pun akan menghasilkan nilai 0, yang jika dimasukkan ke formula akan menjadikannya $\frac{1}{1}$, yang berarti nilai yang dihasilkan adalah 1 sebagai nilai paling optimal.

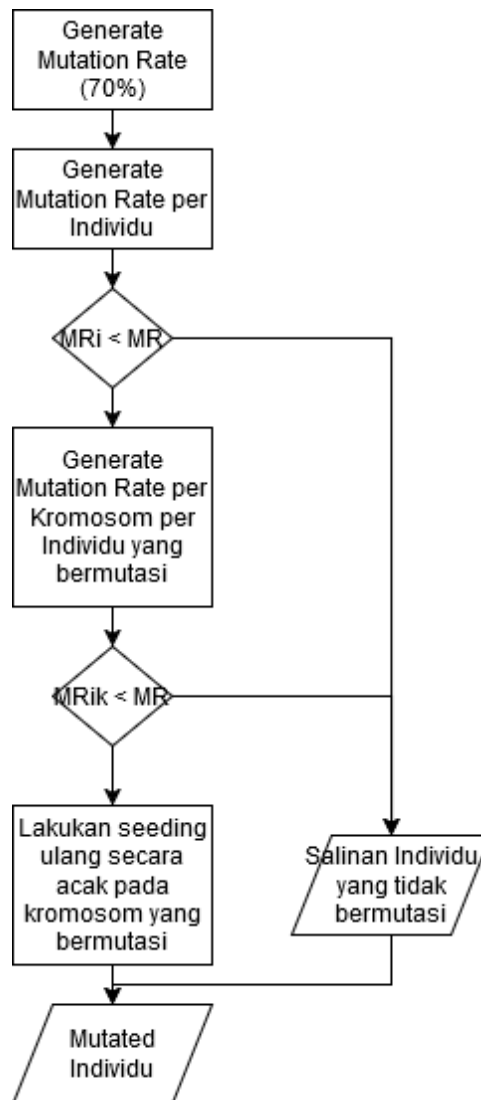


Gambar 20 Crossover Function

3.8. Melakukan Mutasi

Mutasi adalah proses acak yang dilakukan pada kromosom individu dalam populasi untuk menambah variasi genetik dan mencegah konvergensi prematur pada solusi suboptimal. Proses ini melibatkan perubahan acak pada satu atau beberapa gen di dalam kromosom (Oktaria & Hajjah, 2019). Dalam konteks penjadwalan mata kuliah, mutasi bisa berupa perubahan waktu atau ruang kelas dari suatu mata pelajaran untuk menciptakan variasi baru dalam jadwal.

Mutasi merupakan tahap lanjutan setelah melakukan crossover. Produk dari crossover, yakni offspring dari berbagai proses persilangan akan dimutasi berdasarkan probabilitas yang dibangkitkan untuk setiap individu, sehingga akan terdapat individu yang tidak termutasi dan termutasi. Mutasi umumnya memiliki rate yang lebih kecil dari crossover.



Gambar 21 Mutation Function

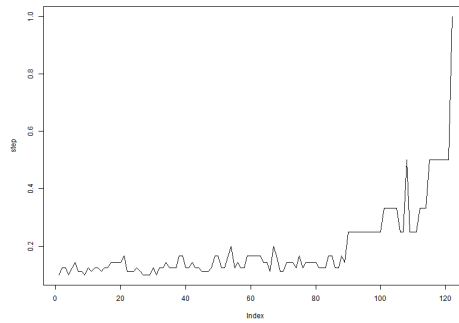
3.9. Evaluasi Model

Setelah melakukan berbagai tahap yang melibatkan probabilitas, selanjutnya adalah melakukan evaluasi model. Pada tahap ini akan dilakukan proses cek fitness ulang untuk mengevaluasi produk individu yang termutasi. Jika hasil tidak sesuai harapan maka dapat dilakukan proses crossover dan mutase kembali untuk mencari nilai paling optimal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

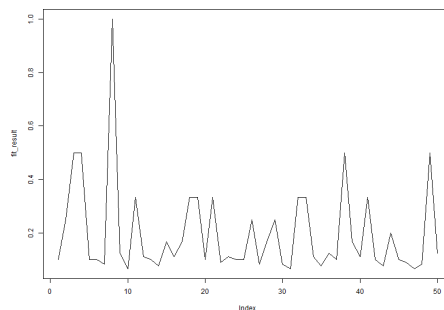
3.1. Hasil Optimasi Jadwal

Pada pembangkitan jadwal yang teroptimasi dengan parameter jumlah individu 50 dan jumlah kromosom 40, berikut performa yang diberikan:



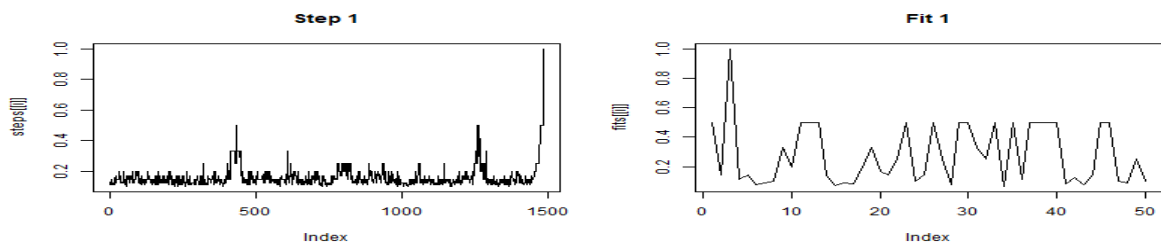
Gambar 22 Performa Algoritma Gentika

Jadwal yang teroptimasi ditemukan pada iterasi ke-124. Plot PLOT_STEP merupakan nilai maksimal fitness pada seluruh iterasi individu. Pada plot terlihat bahwa semakin lama iterasi berlangsung, semakin tinggi pula fitness yang dimiliki oleh individu termutasi. Pada 40 individu yang di-*crossover* dan mutase, didapatkan bahwa individu ke-7 merupakan individu dengan fitness = 1.

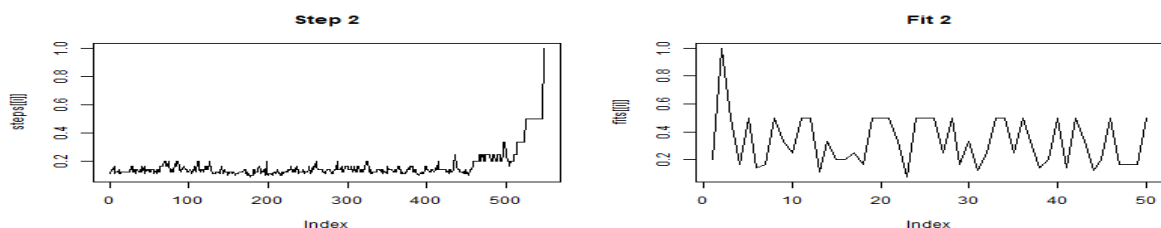


Gambar 23 Nilai Fitness Pada Grup Individu

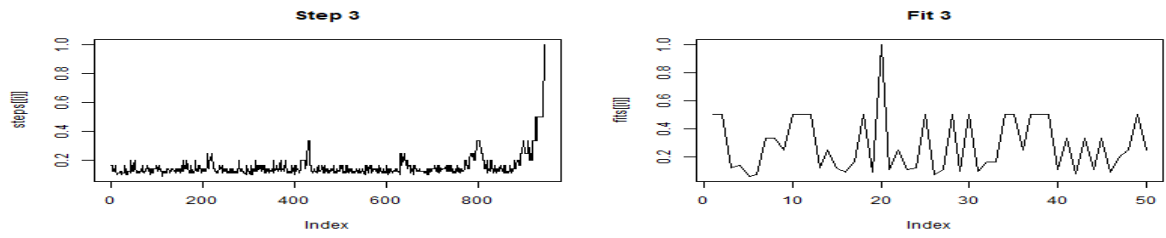
Pada plot terlihat bagaimana proses perjalanan fitness pada setiap individu. Selain individu ke-7, nilai fitness terlihat terdistribusi pada seluruh individu. Namun untuk melihat bagaimana performa algoritma genetika yang sebenarnya, perlu dilakukan beberapa kali percobaan dengan parameter yang sama. Berikut bagaimana performa algoritma genetika setelah 10 kali percobaan:



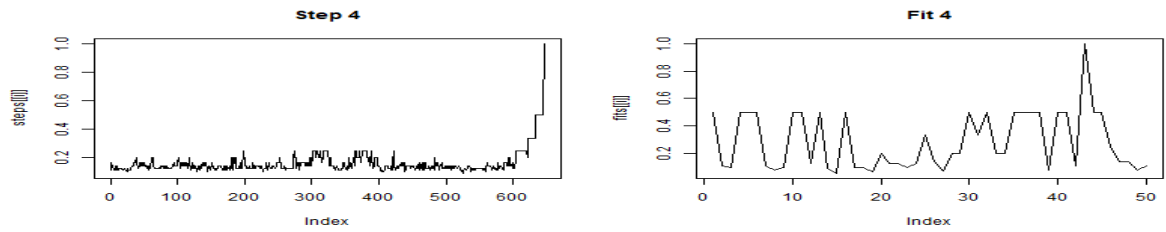
Gambar 24 Percobaan Pertama



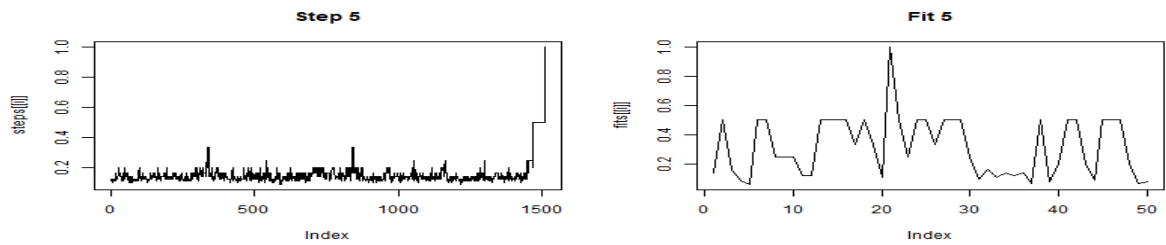
Gambar 25 Percobaan Kedua



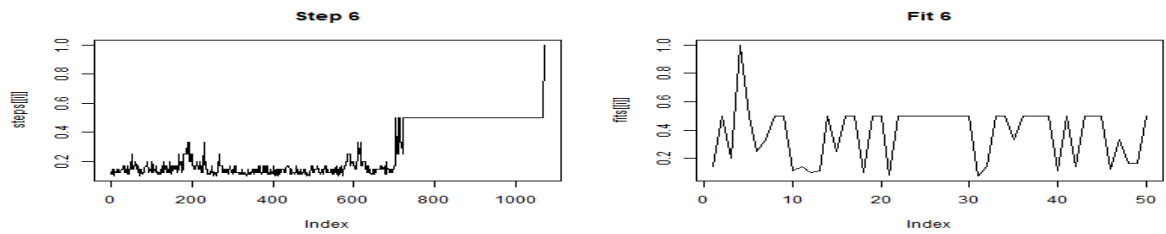
Gambar 26 Percobaan Ketiga



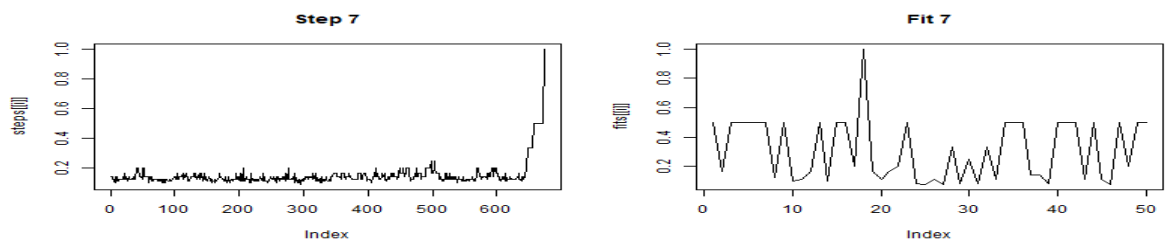
Gambar 27 Percobaan Keempat



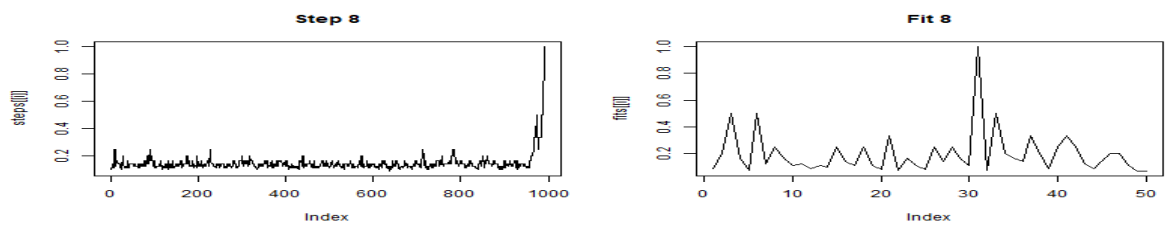
Gambar 28 Percobaan Kelima



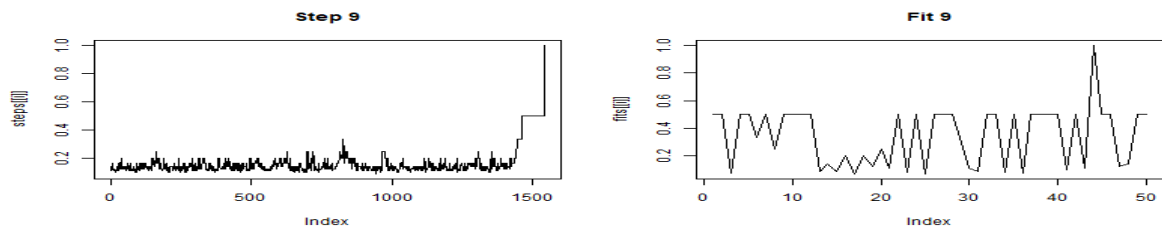
Gambar 29 Percobaan Keenam



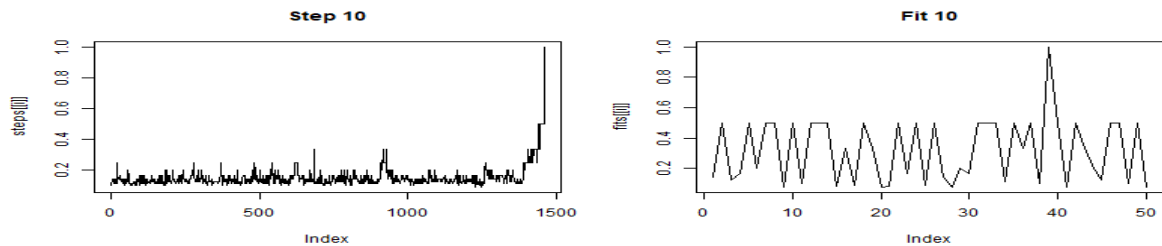
Gambar 30 Percobaan Ketujuh



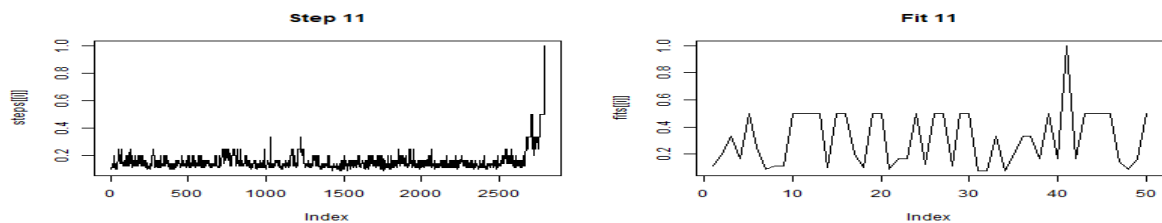
Gambar 31 Percobaan Kedelapan



Gambar 32 Percobaan Kesembilan



Gambar 33 Percobaan Kesepuluh



Gambar 34 Percobaan Kesebelas

Dari seluruh plot percobaan membangkitkan optimasi jadwal terbaik, setiap plot memiliki kesamaan, yakni nilai fitness berangsur menjadi 1 dan semakin lama iterasi, nilai fitness semakin tinggi. Ini menandakan karakteristik algoritma genetika memiliki nilai fitness yang berbanding lurus dengan jumlah generasi.

Untuk fitness setiap individu optimal pada setiap percobaan memiliki nilai yang beragam, hal ini dikarenakan algoritma genetika didasarkan pada randomitas nilai kromosom, sehingga memberikan hasil yang acak untuk setiap generasi. Begitu pun pada generasi individu optimal, pada satu kesempatan percobaan dapat memberikan hasil optimal di bawah 700 generasi, namun pada percobaan lain membutuhkan di atas 1000 generasi.

Algoritma genetika bergantung pada nilai acak, yang mana hasilnya juga acak. Dapat dilihat pada plot bahwa beberapa percobaan memiliki lebih dari 1000 generasi, sementara beberapa yang lain kurang dari 1000 generasi. Banyaknya generasi ini bergantung pada kompleksitas masalah serta jumlah individu dan kromosom. Jumlah kromosom yang banyak mengindikasikan masalah yang kompleks (Oktaria & Hajjah, 2019; Sivanandam & Deepa, 2008). Berikut adalah jadwal pada individu dengan fitness = 1:

Tabel 4 Jadwal Optimal

Kode MK	SKS	Dosen	Ruang	Kelas	Hari	Menit	Kode Prodi
DSI433	2	Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T.; Reni Aryani, S.Kom., M.S.I.; Mohamad Ilhami, S.T., M.Kom.	LAB-ICT-2	R-001/3	SENIN	07:00	59201
DSI454	3	Rudi Nata, S.Si., M.Kom.; Renaldi Yulvianda, M.Kom.; Mutia Fadhila Putri, M.Kom.	FST-B-2-06	R-001/5	SENIN	08:00	59201
LSI334	1	Ulfa Khaira, S.Komp., M.Kom.; Ari Andrianti, S.Kom. M.Kom.; Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T.	LAB-ICT-2	R-003/3	SENIN	09:10	59201
DSI153	2	Miranty Yudistira, S.Si., M.Kom.; Mohamad Ilhami, S.T., M.Kom.; Mauladi, S.Kom., M.Eng	LAB-ICT-2	R-005/5	SENIN	10:50	59201

ESI157	3	Renaldi Yulvianda, M.Kom.; Rudi Nata, S.Si., M.Kom.; Pradita Eko Prasetyo Utomo, S.Pd., M.Cs.	FST-B-3-08	R-001/5	SENIN	11:00	59201
ESI151	3	Miranty Yudistira, S.Si., M.Kom.; Edi Saputra, S.T., M.Sc.; Pradita Eko Prasetyo Utomo, S.Pd., M.Cs.	FST-B-3-02	R-007/5	SENIN	13:20	59201
FST116	2	Rudi Nata, S.Si., M.Kom.; Miranty Yudistira, S.Si., M.Kom.; Reni Aryani, S.Kom., M.S.I.	FST-B-2-02	R-002/1	SENIN	13:20	59201
ESI157	3	Dr. Dedy Setiawan, S.Kom., M.IT.; Budi Hartono, S.ST., M.Si.; Zainil Abidin, S.T., M.Eng.	FST-B-1-10	R-003/5	SENIN	15:00	59201
MBD331	3	Dr. Dedy Setiawan, S.Kom., M.IT.; Benedika Ferdian Hutabarat, S.Komp., M.Kom.; Mohamad Ilhami, S.T., M.Kom.	LAB-ICT-2	R-002/3	SELASA	07:00	61209
DSI456	3	Daniel Arsa, S.Kom., M.S.I.; Edi Saputra, S.T., M.Sc.; Yolla Noverina, S.Kom., M.Kom.	FST-B-3-08	R-003/5	SELASA	08:00	59201
DSI452	2	Daniel Arsa, S.Kom., M.S.I.; Rudi Nata, S.Si., M.Kom.; Mauladi, S.Kom., M.Eng	Lab-Komp-Sains	R-006/5	SELASA	08:20	59201
DSI454	3	Tri Suratno, S.Kom., M.Kom; Budi Hartono, S.ST., M.Si.; Muhammad Razi A., S.T., MMSI.	FST-B-2-02	R-002/5	SELASA	10:00	59201
ISP111	3	Rudi Nata, S.Si., M.Kom.; Mutia Fadhila Putri, M.Kom.; Mauladi, S.Kom., M.Eng	FST-B-3-08	R-003/1	SELASA	11:00	59201
DSI237	3	Reni Aryani, S.Kom., M.S.I.; Edi Saputra, S.T., M.Sc.; Willy Bima Alfajri, S.Tr.Kom. M.Kom.	FST-B-3-02	R-002/3	SELASA	12:00	59201
LSI433	1	Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T.; Muhammad Razi A., S.T., MMSI.; Mohamad Ilhami, S.T., M.Kom.	LAB-ICT-2	R-001/3	SELASA	12:30	59201
DSI454	3	Renaldi Yulvianda, M.Kom.; Mauladi, S.Kom., M.Eng; Yolla Noverina, S.Kom., M.Kom.	FST-B-2-06	R-005/5	SELASA	13:00	59201
INF117	1	Muhammad Razi A., S.T., MMSI.; Ulfa Khaira, S.Komp., M.Kom.; Mohamad Ilhami, S.T., M.Kom.	Lab-ICT-1	R-001/1	SELASA	13:00	55200
FST116	2	Willy Bima Alfajri, S.Tr.Kom. M.Kom.; Budi Hartono, S.ST., M.Si.; Yolla Noverina, S.Kom., M.Kom.	FST-B-2-02	R-003/1	RABU	07:30	59201
DSI335	3	Dewi Lestari, S.Kom., M.S.I.; Ari Andrianti, S.Kom. M.Kom.; Tri Suratno, S.Kom., M.Kom	FST-B-2-02	R-003/3	RABU	11:00	59201
ESI156	3	Ari Andrianti, S.Kom. M.Kom.; Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T.; Reni Aryani, S.Kom., M.S.I.	FST-B-2-03	R-002/5	RABU	11:40	59201
ESI158	3	Mohamad Ilhami, S.T., M.Kom.; Renaldi Yulvianda, M.Kom.; Ulfa Khaira, S.Komp., M.Kom.	FST-B-3-02	R-005/5	RABU	13:00	59201
ESI154	3	Ulfa Khaira, S.Komp., M.Kom.; Willy Bima Alfajri, S.Tr.Kom. M.Kom.; Dewi Lestari, S.Kom., M.S.I.	FST-B-2-06	R-003/5	RABU	13:20	59201
MBD331	3	Daniel Arsa, S.Kom., M.S.I.; Rizqa Raaqqa Bintana, S.T., M.Kom.; Benedika Ferdian Hutabarat, S.Komp., M.Kom.	Lab-ICT-1	R-003/3	RABU	14:10	61209
ISP212	3	Dr. Dedy Setiawan, S.Kom., M.IT.; Yolla Noverina, S.Kom., M.Kom.; Mutia Fadhila Putri, M.Kom.	FST-B-3-02	R-004/5	KAMIS	07:30	59201
FST115	2	Ari Andrianti, S.Kom. M.Kom.; Pradita Eko Prasetyo Utomo, S.Pd., M.Cs.; Dewi Lestari, S.Kom., M.S.I.	FST-B-2-02	R-003/1	KAMIS	07:30	59201
DSI335	3	Mauladi, S.Kom., M.Eng; Yolla Noverina, S.Kom., M.Kom.; Pradita Eko Prasetyo Utomo, S.Pd., M.Cs.	FST-B-2-03	R-002/3	KAMIS	08:00	59201
LSI153	1	Tri Suratno, S.Kom., M.Kom; Mauladi, S.Kom., M.Eng; Renaldi Yulvianda, M.Kom.	LAB-ICT-2	R-007/5	KAMIS	08:20	59201
LSI334	1	Mauladi, S.Kom., M.Eng; Edi Saputra, S.T., M.Sc.; Yolla Noverina, S.Kom., M.Kom.	Lab-Komp-Sains	R-001/3	KAMIS	09:00	59201
DSI454	3	Reni Aryani, S.Kom., M.S.I.; Mauladi, S.Kom., M.Eng; Tri Suratno, S.Kom., M.Kom	FST-B-3-08	R-007/5	KAMIS	09:10	59201
PEM252	3	Willy Bima Alfajri, S.Tr.Kom. M.Kom.; Pradita Eko Prasetyo Utomo, S.Pd., M.Cs.; Mohamad Ilhami, S.T., M.Kom.	FST-B-3-02	R-006/5	KAMIS	10:00	65201
DSI334	2	Zainil Abidin, S.T., M.Eng.; Rudi Nata, S.Si., M.Kom.; Miranty Yudistira, S.Si., M.Kom.	LAB-ICT-2	R-001/3	KAMIS	10:50	59201

LSI153	1	Mauladi, S.Kom., M.Eng; Muhammad Razi A., S.T., MMSI.; Rizqa Raaiqa Bintana, S.T., M.Kom.	Lab-ICT-1	R-002/5	KAMIS	11:00	59201
ISP113	3	Renaldi Yulvianda, M.Kom.; Daniel Arsa, S.Kom., M.S.I.; Willy Bima Alfajri, S.Tr.Kom. M.Kom.	FST-B-3-08	R-001/1	KAMIS	12:30	59201
DSI452	2	Willy Bima Alfajri, S.Tr.Kom. M.Kom.; Yolla Noverina, S.Kom., M.Kom.; Pradita Eko Prasetyo Utomo, S.Pd., M.Cs.	Lab-ICT-1	R-004/5	KAMIS	12:30	59201
LSI452	1	Mutia Fadhila Putri, M.Kom.; Budi Hartono, S.ST., M.Si.; Renaldi Yulvianda, M.Kom.	Lab-Komp-Sains	R-003/5	KAMIS	13:20	59201
ISP115	3	Rizqa Raaiqa Bintana, S.T., M.Kom.; Pradita Eko Prasetyo Utomo, S.Pd., M.Cs.; Budi Hartono, S.ST., M.Si.	FST-B-3-02	R-003/3	JUMAT	07:00	59201
DSI456	3	Tri Suratno, S.Kom., M.Kom; Miranty Yudistira, S.Si., M.Kom.; Willy Bima Alfajri, S.Tr.Kom. M.Kom.	FST-B-2-03	R-002/5	JUMAT	08:00	59201
ISP212	3	Renaldi Yulvianda, M.Kom.; Budi Hartono, S.ST., M.Si.; Pradita Eko Prasetyo Utomo, S.Pd., M.Cs.	FST-B-2-06	R-006/5	JUMAT	13:20	59201
TEP138	3	Tri Suratno, S.Kom., M.Kom; Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T.; Willy Bima Alfajri, S.Tr.Kom. M.Kom.	FST-B-3-08	R-001/3	JUMAT	14:00	41201
ESI158	3	Yolla Noverina, S.Kom., M.Kom.; Ulfa Khaira, S.Komp., M.Kom.; Miranty Yudistira, S.Si., M.Kom.	FST-B-2-03	R-001/5	JUMAT	14:10	59201

Algoritma Genetika dapat memberikan solusi jadwal yang baik dengan pemetaan fitness yang diberikan berdasarkan tingkat efisiensi dan optimalitas jadwal tersebut. Fitness function akan mengevaluasi setiap individu dalam populasi berdasarkan berbagai kriteria, seperti minimalisasi konflik jadwal, pemanfaatan sumber daya secara efisien, serta penyeimbangan waktu antara tugas-tugas yang dijadwalkan. Dengan iterasi yang cukup, algoritma genetika dapat menghasilkan jadwal yang mendekati optimal, yang memenuhi semua batasan (constraints) dan mendukung efisiensi operasional. Algoritma ini sangat efektif untuk masalah penjadwalan kompleks, seperti jadwal perkuliahan, jadwal kerja karyawan, atau distribusi sumber daya pada proyek besar

4. KESIMPULAN

Algoritma Genetika merupakan metode yang efektif dalam menghasilkan solusi penjadwalan yang optimal, terutama untuk permasalahan yang kompleks. Berdasarkan hasil eksperimen, terlihat bahwa nilai fitness individu meningkat seiring bertambahnya generasi, dengan individu terbaik mencapai fitness maksimal (fitness = 1) pada iterasi tertentu. Hal ini menunjukkan kemampuan algoritma genetika untuk mengeksplorasi dan mengeksploitasi ruang solusi secara progresif.

Namun, karena algoritma genetika didasarkan pada nilai acak, hasil optimasi menunjukkan variasi baik dalam jumlah generasi yang dibutuhkan maupun distribusi fitness antar individu. Kompleksitas masalah, jumlah individu, dan kromosom turut memengaruhi performa algoritma, di mana permasalahan dengan jumlah kromosom yang lebih banyak cenderung membutuhkan iterasi lebih panjang.

Secara keseluruhan, algoritma genetika terbukti andal dalam memecahkan masalah penjadwalan dengan mempertimbangkan efisiensi dan optimalitas, meskipun memerlukan parameter yang tepat untuk memastikan hasil yang konsisten.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Fera, "Menganalisis Konsep Dasar Algoritma Genetika," *Bhinneka Journal*, vol. 2, no. 1, 2024.
- [2] R. Oktaria and N. Hajjah, "Penggunaan Algoritma Genetika untuk Penjadwalan," *Jurnal Sistem Informasi*, 2019.
- [3] R. F. Syahputra and Yahfizham, "Menganalisis Konsep Dasar Algoritma Genetika," *Bhinneka: Jurnal Bintang Pendidikan dan Bahasa*, pp. 120-132, 2024.

- [4] K. Setemen, "IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA DALAM PENGEMBANGAN SISTEM APLIKASI PENJADWALAN KULIAH," *Jurnal Ikatan Keluarga Alumni*, pp. 56-68, 2010.
- [5] N. L. G. P. Suwirmayanti, I. M. Sudarsana and S. Darmayasa, "Penerapan Algoritma Genetika Untuk Penjadwalan Mata Pelajaran," *Journal of Applied Intelligent System*, pp. 220-233, 2016.
- [6] S. F. Pane, R. M. Awangga, E. V. Rahmadani and S. Permana, "IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA UNTUK OPTIMALISASI PELAYANAN KEPENDUDUKAN," *Jurnal Tekno Insentif*, pp. 36-43, 2019.
- [7] M. Syawal, P. L. L. Belluano and A. R. Manga, " Implementasi Algoritma Genetika Untuk Penjadwalan Laboratorium Fakultas Ilmu Komputer Universitas Muslim Indonesia," *Indonesian Journal of Data Science*, pp. 29-37, 2021.
- [8] M. D. A. M. Asri, "PENJADWALAN PERKULIAHAN MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA DI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS MATARAM," UNIVERSITAS MATARAM, 2020.
- [9] M. Y. ARSYAD, "IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA DALAM PENJADWALAN MATA PELAJARAN DENGAN PENERAPAN GEN SPESIAL," 2024.
- [10] A. Josi, "Implementasi Algoritma Genetika Pada Aplikasi Penjadwalan Perkuliahan Berbasis Web Dengan Mengadopsi Model Waterfall," *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT (JPIT)*, pp. 77-83, 2017.
- [11] M. Irfan, M. R. Lubis and Z. M. Nasution, "Penerapan Algoritma Genetika Untuk Penjadwalan Mata Pelajaran di SD Taman Cahya Pematangsiantar," *JOMLAI: Journal of Machine Learning and Artificial Intelligence*, pp. 151-158, 2022.
- [12] K. Sari, M. R. Ananda, M. S. Bahri, S. O. Wulandari and H. Prayuda, "Pengoptimalan Algoritma Genetika dengan Multithreading untuk Pencarian Kalimat," *JURNAL SISFOTENIKA*, pp. 1-12, 2024.