

OPTIMASI PENJADWALAN KULIAH PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA

(OPTIMIZATION OF LECTURE SCHEDULING FOR THE INDUSTRIAL ENGINEERING STUDY PROGRAM USING GENETIC ALGORITHM)

Joya S. Makeneneng^{1*}, B. J. Camerling¹, Mentari Rasyid²

¹ Program Studi Teknik Industri, Universitas Pattimura, Ambon, Indonesia

* E-mail: joyasaddani@gmail.com

ABSTRAK

Penjadwalan kuliah merupakan permasalahan yang kompleks dalam dunia akademik karena melibatkan banyak variabel seperti waktu, dosen, ruang, dan mata kuliah. Proses penjadwalan secara manual sering kali menyebabkan bentrokan jadwal, ketidakseimbangan alokasi kelas, dan penggunaan ruang yang tidak efisien. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan penjadwalan kuliah menggunakan algoritma genetika guna menghasilkan jadwal yang efisien dan dapat diterapkan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah algoritma genetika, yang dirancang untuk menyusun jadwal kuliah dengan memperhitungkan kendala keras (hard constraints) dan kendala lunak (soft constraints). Kendala keras mencakup penghindaran bentrokan jadwal bagi mahasiswa dan dosen serta penyesuaian jadwal dengan slot waktu yang telah ditentukan. Sementara itu, kendala lunak meliputi kesesuaian ruangan untuk mata kuliah teori dan praktik serta pemerataan jadwal mahasiswa agar tidak ada hari yang terlalu padat. Hasil penelitian dianalisis berdasarkan nilai fitness, jumlah bentrokan, serta waktu komputasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tahapan ke-4 dengan pengujian ke-3 menghasilkan solusi optimal, dengan 21 bentrokan, nilai fitness maksimal 0.045454545, dan waktu komputasi 33.14 menit. Algoritma genetika terbukti mampu mengurangi konflik jadwal dan meningkatkan efisiensi proses penjadwalan. Dengan demikian, metode ini dapat digunakan sebagai solusi yang efektif dalam penjadwalan kuliah

Kata Kunci: Penjadwalan Kuliah, Algoritma Genetika, Optimasi, Fungsi Fitness, Kendala

ABSTRACT

Lecture scheduling is a complex problem in the academic world because it involves many variables such as time, lecturers, rooms, and courses. The manual scheduling process often causes schedule clashes, imbalanced class allocations, and inefficient space usage. This study aims to optimize lecture scheduling using a genetic algorithm to produce an efficient and applicable schedule. The method used in this study is a genetic algorithm, which is designed to compile a lecture schedule by taking into account hard constraints and soft constraints. Hard constraints include avoiding schedule clashes for students and lecturers and adjusting the schedule to predetermined time slots. Meanwhile, soft constraints include the suitability of rooms for theoretical and practical courses and the distribution of student schedules to avoid overcrowded days. The results of the study were analyzed based on fitness values, the number of clashes, and computation time. The results showed that the 4th stage with 3rd test produced an optimal solution, with 21 clashes, a maximum fitness value of 0.045454545, and a computation time of 33.14 minutes. The genetic algorithm has been proven to be able to reduce schedule conflicts and increase the efficiency of the scheduling process. Thus, this method can be used as an effective solution in scheduling lectures.

Keywords: *Course Scheduling, Genetic Algorithm, Optimization, Fitness Function, Constraints*

1. PENDAHULUAN

Penjadwalan kuliah merupakan permasalahan yang kompleks dalam dunia akademik karena melibatkan banyak variabel seperti waktu, dosen, ruang, dan mata kuliah. Proses penjadwalan secara manual sering kali menyebabkan bentrokan jadwal, ketidakseimbangan alokasi kelas, dan penggunaan ruang yang tidak efisien. Hal ini dapat berdampak pada efektivitas proses pembelajaran serta beban kerja dosen dan mahasiswa. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode yang dapat mengotomatisasi dan mengoptimalkan proses ini agar lebih efisien dan adil bagi semua pihak yang terlibat.

Berbagai pendekatan telah digunakan untuk menyelesaikan permasalahan penjadwalan kuliah, mulai dari metode manual hingga algoritma optimasi berbasis heuristik dan metaheuristik. Metode konvensional yang mengandalkan tenaga manusia sering kali tidak mampu menangani kompleksitas permasalahan ini dalam skala besar, terutama di perguruan tinggi dengan jumlah mahasiswa dan mata kuliah yang banyak. Oleh karena itu, pengembangan algoritma yang mampu menghasilkan jadwal kuliah yang optimal menjadi suatu kebutuhan mendesak.

Algoritma Genetika (AG) merupakan salah satu metode metaheuristik yang telah banyak diterapkan dalam optimasi penjadwalan kuliah. AG meniru prinsip seleksi alam yang mencakup proses seleksi, crossover, dan mutasi untuk menemukan solusi terbaik dalam ruang pencarian yang luas. Dengan pendekatan evolusioner ini, Algoritma Genetika dapat mengeksplorasi berbagai kemungkinan solusi dan memperbaikinya secara bertahap sehingga menghasilkan jadwal yang lebih optimal dibandingkan metode konvensional.

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan Algoritma Genetika dalam penjadwalan kuliah guna meminimalkan bentrokan dan meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya akademik. Dengan mengembangkan model yang mempertimbangkan berbagai kendala seperti ketersediaan dosen, kapasitas ruang, dan alokasi waktu, diharapkan sistem yang dihasilkan mampu memberikan solusi yang lebih efektif dan efisien dalam proses penjadwalan kuliah di perguruan tinggi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

a. *Penjadwalan Kuliah*

Penjadwalan kuliah merupakan permasalahan optimasi yang kompleks, di mana jadwal harus disusun dengan mempertimbangkan berbagai kendala seperti ketersediaan ruang, dosen, serta jumlah mahasiswa. Permasalahan ini termasuk dalam kategori **NP-hard**, yang berarti tidak ada solusi eksak yang dapat ditemukan dalam waktu yang wajar untuk skala besar (Burke et al., 2004). Oleh karena itu, metode heuristik dan metaheuristik seperti Algoritma Genetika sering digunakan untuk mencari solusi yang optimal.

b. *Algoritma Genetika*

Algoritma Genetika (AG) adalah salah satu metode optimasi berbasis metaheuristik yang meniru proses seleksi alam untuk menemukan solusi terbaik. Algoritma ini bekerja dengan menggunakan populasi individu yang berkembang melalui mekanisme seleksi, crossover, dan mutasi (Holland, 1975). AG telah banyak diterapkan dalam berbagai permasalahan optimasi, termasuk penjadwalan kuliah (Mone dan Simarmata, 2021; Nasution et al, 2025).

c. *Penerapan Algoritma Genetika dalam Penjadwalan Kuliah*

Dalam konteks penjadwalan kuliah, AG merepresentasikan jadwal sebagai kromosom, di mana setiap gen dalam kromosom menunjukkan informasi seperti alokasi waktu, ruang, dan mata kuliah. Fungsi fitness digunakan untuk mengevaluasi kualitas setiap solusi dengan mempertimbangkan jumlah bentrokan, kapasitas ruang, serta keterbatasan waktu yang tersedia (Abdelhalim & El Khayat, 2016). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa AG mampu

menghasilkan jadwal yang lebih optimal dibandingkan metode konvensional seperti algoritma greedy atau penjadwalan manual (Kahar & Kendall, 2015).

3. METODE PENELITIAN

a. Waktu dan Tempat Penelitian

Tempat penelitian yang dipilih adalah Program Studi Teknik Industri Universitas Pattimura. Sedangkan untuk waktu penelitian dimulai dari bulan Oktober 2023.

b. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan tahapan awal yang dilakukan saat akan memulai penelitian. Pengumpulan data dilakukan agar dapat memahami dan mempelajari penelitian yang akan dilakukan. metode pengumpulan data yang dilakukan oleh penulis sebagai berikut:

1. Studi Literatur
Studi literatur digunakan untuk mencari informasi terhadap masalah yang diteliti yang bersumber dari buku maupun jurnal-jurnal yang membahas terkait masalah penjadwalan kuliah menggunakan algoritma genetika
2. Observasi
Observasi adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mempelajari dan mengadakan pengamatan secara langsung ke dalam objek penelitian untuk mendapatkan bukti-bukti pendukung. Data yang dikumpulkan dari kegiatan ini adalah data ruang kuliah
3. Wawancara
Wawancara merupakan teknik pengumpulan data dengan cara bertanya langsung. Wawancara terdapat proses interaksi antara pewawancara dan informan. Pada penelitian ini, wawancara dilakukan dengan ketua program studi teknik industri, dosen-dosen program studi teknik industri, dan mahasiswa program studi teknik industri.

c. Jenis Dan Sumber Data

1. Jenis Data
Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis data kualitatif yaitu data mata kuliah, data dosen, data mahasiswa dan data ruang kuliah.
2. Sumber Data
Penelitian ini menggunakan data yang dikumpulkan dari sumber data primer, yaitu data yang diperoleh langsung dari lapangan dengan cara melakukan wawancara dengan kaprodi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data terlebih dahulu dilakukan dengan menentukan kombinasi parameter yang dipakai untuk melihat kombinasi parameter terbaik, hal ini dilakukan untuk menentukan parameter yang dapat memberikan hasil terbaik dalam masalah ini. Keempat parameter tersebut diuji satu persatu dan diubah-ubah terhadap model yang telah dibuat untuk melihat pengaruhnya terhadap jadwal yang dihasilkan oleh model. Hasil pengujian dirangkum dalam Tabel 1 yang menampilkan nilai *fitness* terbaik, jumlah bentrokan, serta waktu eksekusi untuk setiap tahap pengujian.

Berdasarkan hasil pengujian parameter yang diperoleh dalam Tabel 1, dapat disimpulkan bahwa ukuran populasi, parameter crossover, dan parameter mutasi serta jumlah generasi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kualitas jadwal yang dihasilkan dalam optimasi penjadwalan kuliah menggunakan algoritma genetika. Semakin besar ukuran populasi dan jumlah generasi, semakin baik nilai *fitness* yang diperoleh dan semakin sedikit jumlah bentrokan yang terjadi. Namun, peningkatan ini juga berdampak pada bertambahnya waktu komputasi yang diperlukan.

Pada tahap ke-4, dengan ukuran populasi sebesar 40 dan jumlah generasi sebanyak 2500, diperoleh nilai fitness tertinggi sebesar 0.045 serta jumlah bentrokan paling sedikit, yaitu 21. Hal ini menunjukkan bahwa konfigurasi ini menghasilkan solusi yang lebih optimal dibandingkan tahap lainnya. Namun, peningkatan parameter ini juga berdampak pada waktu komputasi yang meningkat hingga 33.14 menit, jauh lebih lama dibandingkan beberapa tahap sebelumnya yang memiliki waktu komputasi di bawah 10 menit.

Tabel 1. Hasil Pengujian Parameter

Tahapan Ke-	Ukuran Populasi	Maksimum Generasi	Parameter Crossover	Parameter Mutasi	Nilai <i>Fitness</i>	Total Bentrokan	Waktu Komputasi (Menit)
1	10	50	0.5	0.3	0.023255814	42	0.78
					0.02173913	45	0.37
					0.027027027	36	0.41
2	20	500	0.6	0.3	0.035714286	27	3.30
					0.032258065	30	3.13
					0.032258065	30	3.18
3	30	1000	0.7	0.2	0.027027027	36	11.13
					0.035714286	27	9.99
					0.032258065	30	11.54
4	40	2500	0.8	0.1	0.041666667	24	35.25
					0.035714286	27	37.18
					0.045454545	21	33.14
5	50	5000	0.9	0.1	0.032258065	30	115.90
					0.029411765	33	104.72
					0.041666667	24	106.25

Sebagai perbandingan, pada tahap ke-1 dengan ukuran populasi yang lebih kecil 10 dan jumlah generasi yang lebih banyak 50, diperoleh nilai fitness yang lebih rendah dan jumlah bentrokan yang lebih besar, yakni antara 36 hingga 45. Meskipun waktu komputasi pada tahap ini relatif singkat (0.37-3.30 menit), hasil yang diperoleh kurang optimal dalam mengurangi jumlah bentrokan.

Selain itu, parameter crossover dan mutasi juga diuji dalam penelitian ini. Namun, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa perubahan pada nilai kedua parameter ini tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap hasil akhir. Sebagai contoh, pada tahap ke-5 dengan parameter crossover sebesar 0.9 dan mutasi 0.1, jumlah bentrokan yang dihasilkan masih berkisar antara 24 hingga 30, sementara waktu komputasi meningkat drastis hingga mencapai 115.90 menit. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun parameter crossover dan mutasi berperan dalam eksplorasi dan eksploitasi solusi dalam algoritma genetika, dampaknya tidak sebesar pengaruh dari ukuran populasi dan jumlah generasi.

Dengan demikian, dalam menentukan parameter yang optimal untuk algoritma genetika dalam penjadwalan kuliah, diperlukan keseimbangan antara kualitas jadwal yang dihasilkan dan efisiensi waktu komputasi. Berdasarkan hasil pengujian ini, ukuran populasi sebesar 40 dengan jumlah generasi sebanyak 2500 dapat dianggap sebagai konfigurasi yang optimal, karena menghasilkan nilai fitness maksimal dan jumlah bentrokan paling sedikit dengan waktu komputasi yang masih stabil.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan algoritma genetika dalam optimasi penjadwalan kuliah terbukti mampu menghasilkan jadwal yang lebih optimal dan dapat digunakan. Algoritma ini memungkinkan penyusunan jadwal dengan mempertimbangkan berbagai batasan, baik kendala keras (*hard constraints*) maupun kendala lunak (*soft constraints*). Kendala keras yang diterapkan dalam penelitian ini meliputi: (1) tidak ada mahasiswa yang menghadiri lebih dari satu mata kuliah pada waktu yang bersamaan, (2) tidak ada dosen yang mengajar lebih dari satu mata kuliah pada waktu yang bersamaan, dan

(3) mata kuliah harus dilangsungkan pada slot waktu yang telah ditentukan. Selain itu, terdapat kendala lunak yang dipertimbangkan dalam penelitian ini, yaitu (S1) mata kuliah teori harus dijadwalkan di ruangan teori kecuali yang diperbolehkan, dan mata kuliah praktik harus dijadwalkan di laboratorium yang sesuai, serta (S2) sebaiknya jadwal tersebar merata dalam seminggu agar tidak ada hari yang terlalu padat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tahapan ke-4 dengan pengujian ke-3 merupakan solusi optimal, dengan total bentrokan sebanyak 21, nilai fitness maksimal 0.045454545, serta waktu komputasi 33.14 menit. Jadwal yang dihasilkan memiliki tingkat kelayakan yang tinggi dan dapat diimplementasikan sebagai solusi dalam sistem penjadwalan perkuliahan. Penerapan algoritma genetika terbukti dapat meminimalkan konflik jadwal, meningkatkan efisiensi, serta memastikan pemanfaatan sumber daya secara optimal. Selain itu, dengan mempertimbangkan kendala soft, algoritma ini juga dapat meningkatkan kenyamanan mahasiswa dalam menjalani perkuliahan dengan jadwal yang lebih seimbang. Dengan demikian, algoritma genetika dapat dijadikan sebagai pendekatan yang efektif dalam menyusun jadwal kuliah yang optimal dan layak diterapkan di lingkungan akademik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak atas segala bantuan dalam penyelesaian penelitian ini. Bantuan yang diberikan, baik berupa informasi, data, maupun sarana dan prasarana, sangat berarti bagi kelancaran dan keberhasilan penelitian ini. Semoga kerja sama yang baik terus terjalin di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelhalim, Esraa A., and El Khayat, Ghada A. (2016). A Utilization-based Genetic Algorithm for Solving the University Timetabling Problem (UGA). *Alexandria Engineering Journal*, 55(2) pp. 1395-1409. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2016.02.017>
- Burke, E., Jackson, K., Kingston, J. H., & Weare, R. (1997). Automated University Timetabling: The State of the Art. *The Computer Journal*, 40(9), 565–571. <https://doi.org/10.1093/comjnl/40.9.565>.
- Holland, John H., Langton, Christopher, and Wilson, Stewart W. (1975). *Adaptation in Natural and Artificial Systems: An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control, and Artificial Intelligence*, MIT Press/ Bradford Books edition.
- Kahar, M N Mohmad, and Kendall, G. (2015). A great deluge algorithm for a real-world examination timetabling problem. *Journal of the Operational Research Society*, 66(1). pp. 116-133. <https://doi.org/10.1057/jors.2012.169>
- Mone, F. dan Simarmata, J. E. Aplikasi (2021). Algoritma Genetika dalam Penjadwalan Mata Kuliah, *BAREKENG: J. Il. Mat. & Ter.*, 15(04), pp. 615-628. <https://doi.org/10.30598/barekengvol15iss4pp615-628>
- Nasution, M., Utomo, P. E., & Iftita, H. (2025). Analisis Implementasi Algoritma Genetika pada Penjadwalan Mata Kuliah. *Algoritme Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 6(1), 73-87. <https://doi.org/https://doi.org/10.35957/algoritme.v6i1.11139>