

Sistem Penjadwalan Otomatis Menggunakan Algoritma Genetika pada Lingkungan Sekolah

Sutan Abeng Pratama¹⁾

¹⁾ Universitas Bengkulu

Email: ¹⁾ sutanabeng35@gmail.com

Abstrak

Permasalahan penjadwalan di lingkungan sekolah seringkali menjadi tantangan tersendiri karena melibatkan banyak variabel dan kendala, seperti ketersediaan guru, alokasi ruang kelas, serta distribusi mata pelajaran yang seimbang. Sistem manual cenderung memakan waktu dan rawan kesalahan, sehingga diperlukan solusi yang efisien dan adaptif. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem penjadwalan otomatis berbasis algoritma genetika. Algoritma ini dipilih karena kemampuannya dalam menyelesaikan permasalahan optimasi dengan ruang solusi yang kompleks. Proses pengembangan mencakup representasi kromosom sebagai kombinasi jadwal, seleksi berdasarkan tingkat konflik, serta operator genetika seperti crossover dan mutasi untuk menghasilkan solusi terbaik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan jadwal yang optimal dengan tingkat konflik minimal dalam waktu komputasi yang efisien. Dengan pendekatan ini, sistem penjadwalan di sekolah dapat ditingkatkan secara signifikan dalam hal kecepatan, akurasi, dan fleksibilitas.

Kata kunci: Penjadwalan Otomatis, Algoritma Genetika, Optimasi, Sistem Informasi Sekolah, Jadwal Pelajaran.

Automatic Scheduling System Using Genetic Algorithm in School Environment

Abstract

Scheduling problems in school environments often present significant challenges due to the involvement of numerous variables and constraints, such as teacher availability, classroom allocation, and balanced subject distribution. Manual scheduling tends to be time-consuming and prone to errors, necessitating a more efficient and adaptive solution. This study aims to design and implement an automatic scheduling system using a Genetic Algorithm. This algorithm is chosen for its capability to solve optimization problems with complex solution spaces. The development process involves representing chromosomes as combinations of schedule elements, selecting based on conflict levels, and applying genetic operators such as crossover and mutation to generate optimal solutions. Test results show that the system is capable of producing high-quality schedules with minimal conflicts and efficient computation time. This approach significantly enhances the speed, accuracy, and flexibility of school scheduling systems

Keywords: Automatic Scheduling, Genetic Algorithm, Optimization, School Information System, Class Timetable.

PENDAHULUAN

Penjadwalan merupakan salah satu komponen penting dalam pengelolaan sistem pendidikan, terutama di tingkat sekolah. Proses penyusunan jadwal pelajaran yang efisien, adil, dan sesuai dengan kebutuhan operasional sekolah bukanlah tugas yang mudah. Dalam praktiknya, penyusunan jadwal seringkali dilakukan secara manual oleh pihak administrasi sekolah, yang membutuhkan waktu lama dan rentan terhadap kesalahan. Kompleksitas dalam proses penjadwalan ini timbul dari banyaknya variabel dan batasan yang harus diperhatikan, seperti jumlah guru, jumlah kelas, alokasi ruang, waktu mengajar, serta distribusi mata pelajaran sesuai kurikulum.

Permasalahan penjadwalan pelajaran pada dasarnya merupakan permasalahan optimasi kombinatorial yang memerlukan pendekatan khusus untuk mencapai solusi yang efisien. Semakin besar jumlah elemen yang terlibat dalam sistem (misalnya jumlah guru dan mata pelajaran), maka semakin

besar pula ruang solusi yang harus ditelusuri untuk menemukan jadwal terbaik. Kondisi ini menjadikan metode konvensional kurang efektif, terutama jika sekolah menghadapi kondisi dinamis, seperti perubahan jadwal mendadak atau kekurangan sumber daya pengajar.

Salah satu solusi alternatif yang dapat diterapkan untuk mengatasi tantangan tersebut adalah penggunaan algoritma evolusioner, khususnya algoritma genetika (*genetic algorithm*). Algoritma ini merupakan metode pencarian solusi berdasarkan prinsip seleksi alam dan genetika dalam biologi evolusioner. Algoritma genetika mampu mengeksplorasi ruang solusi yang besar dan kompleks secara efisien, dengan cara mensimulasikan proses evolusi melalui tahapan seleksi, *crossover*, dan mutasi. Dalam konteks penjadwalan, algoritma genetika dapat digunakan untuk menghasilkan kombinasi jadwal yang optimal dengan memperhatikan berbagai kendala yang ada.

Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa algoritma genetika efektif dalam menyelesaikan berbagai permasalahan penjadwalan, baik dalam skala kecil maupun besar. Keunggulan utama dari algoritma ini terletak pada fleksibilitas dan kemampuannya untuk menghindari solusi lokal, sehingga memungkinkan ditemukannya solusi yang mendekati optimal. Selain itu, algoritma genetika juga dapat disesuaikan dengan mudah terhadap jenis dan jumlah kendala yang berbeda, menjadikannya sangat relevan untuk diterapkan di lingkungan pendidikan yang bervariasi.

Implementasi sistem penjadwalan otomatis berbasis algoritma genetika pada lingkungan sekolah diharapkan dapat memberikan sejumlah manfaat, antara lain: mempercepat proses penyusunan jadwal, mengurangi konflik atau bentrokan jadwal, dan meningkatkan kepuasan dari berbagai pihak terkait seperti guru dan siswa. Dengan sistem ini, sekolah dapat melakukan penjadwalan secara lebih responsif terhadap perubahan, sekaligus menghemat sumber daya manusia dan waktu yang biasanya tersita untuk proses manual.

Namun demikian, pengembangan sistem penjadwalan otomatis tidak terlepas dari tantangan. Salah satunya adalah bagaimana merepresentasikan elemen-elemen penjadwalan dalam bentuk kromosom yang dapat dimanipulasi oleh algoritma. Selain itu, perumusan fungsi *fitness* yang mencerminkan kualitas suatu jadwal juga menjadi aspek krusial, karena fungsi ini akan menentukan arah pencarian solusi selama proses evolusi berlangsung.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sebuah sistem penjadwalan pelajaran otomatis berbasis algoritma genetika yang disesuaikan dengan kebutuhan dan karakteristik lingkungan sekolah. Dalam pengembangannya, sistem akan memperhitungkan sejumlah batasan umum seperti ketersediaan guru, jumlah jam pelajaran per mata pelajaran, kapasitas ruang kelas, dan aturan pengajaran. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi performa sistem dari segi akurasi jadwal, jumlah konflik yang dihasilkan, serta waktu komputasi yang dibutuhkan.

Dengan pendekatan ini, diharapkan sistem yang dihasilkan dapat menjadi solusi yang layak dan aplikatif untuk digunakan oleh institusi pendidikan dalam meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas manajemen jadwal secara keseluruhan. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem informasi akademik berbasis kecerdasan buatan yang lebih cerdas dan adaptif di masa mendatang.

LANDASAN TEORI

Penjadwalan dalam Lingkungan Sekolah

Penjadwalan merupakan suatu proses penataan kegiatan agar tersusun secara teratur dalam satuan waktu dan sumber daya tertentu. Di lingkungan sekolah, penjadwalan mengacu pada penyusunan jadwal pelajaran yang melibatkan sejumlah variabel, seperti guru, siswa, ruang kelas, dan mata pelajaran. Penjadwalan yang efektif harus memenuhi berbagai syarat, seperti tidak adanya benturan jadwal guru, distribusi waktu pelajaran yang seimbang, serta pemanfaatan ruang yang optimal. Permasalahan penjadwalan di sekolah termasuk dalam kategori *constraint satisfaction problem*, yaitu permasalahan yang harus diselesaikan dengan memperhatikan sejumlah kendala yang telah ditetapkan.

Permasalahan Optimasi

Permasalahan penjadwalan pelajaran juga merupakan bagian dari permasalahan optimasi, yaitu pencarian solusi terbaik dari sekian banyak kemungkinan yang ada. Dalam konteks ini, solusi yang dicari adalah susunan jadwal yang memenuhi seluruh kendala dan meminimalkan konflik atau pelanggaran aturan. Optimasi dalam penjadwalan bersifat kombinatorial, karena melibatkan kombinasi elemen-elemen seperti waktu, guru, dan kelas. Seiring bertambahnya jumlah elemen, ruang pencarian solusi menjadi sangat besar dan kompleks, sehingga metode pencarian konvensional tidak lagi efisien.

Algoritma Genetika

Algoritma genetika (AG) merupakan salah satu metode dalam kecerdasan buatan yang meniru proses evolusi biologis. Konsep dasarnya adalah memilih, menggabungkan, dan memodifikasi solusi yang ada (disebut kromosom) untuk menghasilkan solusi baru yang lebih baik. Proses utama dalam algoritma genetika meliputi inisialisasi populasi awal, evaluasi menggunakan fungsi fitness, seleksi kromosom terbaik, operasi crossover (pertukaran bagian dari dua kromosom), dan mutasi (perubahan acak). Proses ini berulang dalam beberapa generasi hingga ditemukan solusi optimal atau mendekati optimal. AG cocok diterapkan untuk permasalahan penjadwalan karena mampu menangani banyak kendala sekaligus dan mengeksplorasi ruang solusi secara luas. Representasi kromosom dalam konteks penjadwalan dapat berupa struktur jadwal, di mana setiap gen mencerminkan elemen seperti guru, mata pelajaran, dan waktu. Fungsi fitness digunakan untuk menilai sejauh mana jadwal memenuhi semua ketentuan, seperti tidak adanya konflik jadwal atau pelanggaran batas waktu.

Sistem Penjadwalan Otomatis

Sistem penjadwalan otomatis berbasis algoritma genetika dirancang untuk membantu sekolah dalam menyusun jadwal pelajaran secara cepat dan efisien. Sistem ini akan mengotomatiskan proses pencarian solusi, sehingga mengurangi intervensi manual. Dengan demikian, waktu penyusunan jadwal dapat dipersingkat, kesalahan dapat diminimalkan, dan hasil akhir lebih sesuai dengan kebutuhan operasional sekolah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen untuk mengembangkan dan menguji sistem penjadwalan otomatis berbasis algoritma genetika. Metode penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan utama, yaitu analisis kebutuhan, pengembangan sistem, pengujian, dan evaluasi hasil.

Analisis Kebutuhan

Tahap pertama dalam penelitian ini adalah melakukan analisis terhadap kebutuhan sistem penjadwalan di lingkungan sekolah. Data yang dikumpulkan meliputi jumlah guru, mata pelajaran, ruang kelas, serta batasan-batasan lainnya, seperti waktu mengajar, durasi pelajaran, dan aturan distribusi jadwal. Analisis ini dilakukan dengan cara wawancara dan observasi terhadap pihak terkait, seperti kepala sekolah dan staf administrasi.

Pengembangan Sistem

Setelah analisis kebutuhan dilakukan, tahap selanjutnya adalah merancang dan mengembangkan sistem penjadwalan otomatis menggunakan algoritma genetika. Sistem ini dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrograman Python dan pustaka terkait untuk implementasi algoritma genetika. Representasi kromosom dalam sistem ini berupa struktur jadwal, di mana setiap gen mewakili kombinasi antara guru, mata pelajaran, dan waktu. Algoritma genetika yang digunakan meliputi langkah-langkah seleksi, crossover, mutasi, dan evaluasi berdasarkan fungsi fitness yang meminimalkan konflik jadwal.

Pengujian Sistem

Setelah sistem selesai dikembangkan, tahap selanjutnya adalah pengujian untuk menilai kinerja dan efektivitasnya. Pengujian dilakukan dengan menggunakan data jadwal dari sekolah yang menjadi objek penelitian. Sistem diuji untuk menghasilkan jadwal dengan mempertimbangkan berbagai kendala yang telah dianalisis sebelumnya. Kriteria pengujian mencakup jumlah konflik jadwal yang terjadi, waktu komputasi yang dibutuhkan, serta tingkat keberhasilan dalam memenuhi kebutuhan jadwal yang diinginkan.

Evaluasi Hasil

Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil penjadwalan otomatis yang dihasilkan oleh sistem dengan jadwal manual yang sudah ada. Hasil evaluasi meliputi analisis tentang efektivitas sistem dalam mengurangi konflik, waktu komputasi, dan kepuasan pengguna terhadap hasil jadwal yang dihasilkan. Data evaluasi dikumpulkan melalui kuesioner dan wawancara dengan pihak-pihak terkait, seperti guru dan staf administrasi, untuk mengukur kualitas jadwal yang dihasilkan oleh sistem.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji sistem penjadwalan otomatis berbasis algoritma genetika (GA) pada lingkungan sekolah. Sistem yang dikembangkan diujikan untuk menghasilkan jadwal pelajaran dengan meminimalkan konflik jadwal, memenuhi batasan waktu dan ruang, serta memaksimalkan pemanfaatan sumber daya yang ada. Berikut adalah hasil yang diperoleh selama pengujian dan pembahasan mengenai kinerja sistem.

Hasil Pengujian Sistem

Sistem penjadwalan otomatis yang dikembangkan berhasil menghasilkan jadwal yang sesuai dengan kendala yang telah ditentukan sebelumnya, seperti jumlah jam pelajaran yang ditetapkan, ketersediaan guru, serta alokasi ruang kelas. Proses penjadwalan dilakukan dalam beberapa generasi, dengan penggunaan algoritma genetika yang meliputi langkah-langkah seleksi, crossover, dan mutasi. Setelah beberapa siklus generasi, sistem mampu menghasilkan jadwal yang hampir bebas dari konflik, dengan tingkat pelanggaran batas waktu yang minimal.

Dalam pengujian yang dilakukan pada data sekolah X dengan 20 guru dan 15 ruang kelas, sistem berhasil menyusun jadwal yang memenuhi 95% dari seluruh kendala yang ada. Dalam hal ini, kendala utama yang diuji adalah pengalokasian waktu dan ruang yang optimal, serta penghindaran konflik antara jadwal mata pelajaran yang diajarkan oleh guru yang sama. Waktu komputasi yang diperlukan untuk menghasilkan solusi optimal pada data ini adalah sekitar 2-5 menit, tergantung pada kompleksitas parameter yang digunakan dalam algoritma genetika.

Evaluasi Kinerja Sistem

Berdasarkan hasil pengujian, dapat dilihat bahwa algoritma genetika memiliki keunggulan dalam menyelesaikan permasalahan penjadwalan dengan ruang solusi yang besar dan kompleks. Keberhasilan sistem dalam menghasilkan jadwal yang optimal menunjukkan bahwa algoritma genetika dapat mengeksplorasi ruang solusi secara lebih efisien dibandingkan dengan metode tradisional. Dalam hal ini, algoritma genetika mampu mencari solusi yang mendekati optimal dalam waktu yang relatif singkat.

Namun demikian, meskipun hasil yang diperoleh cukup memuaskan, terdapat beberapa keterbatasan dalam sistem ini. Salah satunya adalah pengaruh parameter yang digunakan dalam algoritma genetika, seperti ukuran populasi, tingkat mutasi, dan probabilitas crossover. Pengaturan parameter yang tidak tepat dapat mempengaruhi kualitas solusi yang dihasilkan. Oleh karena itu, diperlukan eksperimen lebih lanjut untuk mengoptimalkan nilai-nilai parameter tersebut agar sistem dapat bekerja secara maksimal dalam berbagai kondisi.

Selain itu, sistem ini juga perlu diuji pada kondisi yang lebih bervariasi, seperti perubahan mendadak dalam jumlah guru atau kelas, atau perubahan jadwal akibat adanya kegiatan lain di sekolah. Pengujian dalam skenario dinamis ini akan memberikan gambaran lebih jelas tentang sejauh mana sistem dapat beradaptasi dengan perubahan yang terjadi.

Perbandingan dengan Metode Manual

Salah satu aspek penting dalam penelitian ini adalah perbandingan antara hasil sistem penjadwalan otomatis dengan metode manual yang biasa digunakan oleh sekolah. Berdasarkan wawancara dengan staf administrasi sekolah, metode manual cenderung memakan waktu yang lebih lama dan rentan terhadap kesalahan dalam alokasi jadwal. Dengan menggunakan sistem penjadwalan otomatis, proses penyusunan jadwal menjadi lebih cepat, akurat, dan lebih efisien. Hal ini dapat menghemat waktu staf administrasi, yang sebelumnya harus melakukan pengecekan berulang kali untuk memastikan tidak ada konflik dalam jadwal.

Meskipun sistem penjadwalan otomatis ini memiliki keunggulan dalam hal kecepatan dan efisiensi, beberapa tantangan masih perlu diatasi, terutama terkait dengan kompleksitas dan keterbatasan dalam pengaturan parameter algoritma. Selain itu, meskipun sistem ini dapat menangani sebagian besar kendala penjadwalan, beberapa kasus yang sangat spesifik masih memerlukan penyesuaian manual.

Kepuasan Pengguna

Berdasarkan hasil kuesioner yang dibagikan kepada guru dan staf administrasi, mayoritas responden merasa puas dengan hasil jadwal yang dihasilkan oleh sistem penjadwalan otomatis. Mereka menilai bahwa sistem ini memberikan kemudahan dalam pengaturan jadwal pelajaran tanpa harus mengorbankan kualitas dan fleksibilitas. Selain itu, sistem ini juga memungkinkan adanya perubahan jadwal yang lebih cepat dan efisien apabila diperlukan, seperti saat ada kegiatan ekstrakurikuler atau ujian.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem penjadwalan otomatis berbasis algoritma genetika yang mampu mengoptimalkan penyusunan jadwal pelajaran di lingkungan sekolah. Berdasarkan hasil pengujian, sistem ini menunjukkan kemampuan yang baik dalam menghasilkan jadwal yang memenuhi berbagai kendala, seperti ketersediaan guru, jumlah jam pelajaran, alokasi ruang, dan penghindaran konflik jadwal. Keberhasilan sistem dalam menghasilkan jadwal yang hampir bebas dari konflik, dengan tingkat pelanggaran yang minimal, menunjukkan bahwa algoritma genetika adalah metode yang efektif untuk menyelesaikan masalah penjadwalan yang kompleks dan dinamis.

Sistem ini dapat menghasilkan solusi dalam waktu komputasi yang relatif singkat, dengan efisiensi yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan metode manual. Selain itu, hasil evaluasi menunjukkan bahwa pengguna merasa puas dengan hasil jadwal yang dihasilkan, karena sistem ini mempermudah pekerjaan administrasi dan memungkinkan perubahan jadwal dilakukan dengan lebih cepat dan tepat.

Namun, penelitian ini juga mengidentifikasi beberapa tantangan yang perlu diperbaiki, terutama dalam pengaturan parameter algoritma genetika yang memengaruhi kualitas hasil jadwal. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengoptimalkan parameter tersebut agar sistem dapat bekerja lebih baik dalam kondisi yang lebih bervariasi, serta lebih responsif terhadap perubahan mendadak.

Secara keseluruhan, sistem penjadwalan otomatis berbasis algoritma genetika menawarkan solusi yang efisien dan praktis untuk permasalahan penjadwalan di sekolah. Dengan pengembangan lebih lanjut, sistem ini dapat menjadi alat yang sangat berguna dalam meningkatkan efisiensi operasional dan manajemen jadwal di institusi pendidikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S., Turabieh, H., & Rais, H. M. (2020). An effective genetic algorithm for high school exam timetabling problems. *Applied Soft Computing*, 87, 106010.
- Ardiansyah, S., Sari, H. L., & Sartika, D. (2002). Application of Fuzzy C-Means Algorithm in Grouping Population Status in Nanjungan Village. *Jurnal Komputer*, 1(1), 29–36. Retrieved from <https://jurnal.geinrafflesia.com/index.php/JK/article/view/10>
- Burke, E. K., & Newall, J. P. (2004). Solving examination timetabling problems through adaptation of heuristic orderings. *Annals of Operations Research*, 129(1-4), 107–134.
- Carter, M. W., Laporte, G., & Lee, S. Y. (1996). Examination timetabling: Algorithmic strategies and applications. *Journal of the Operational Research Society*, 47(3), 373–383.
- Davis, L. (1991). *Handbook of Genetic Algorithms*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Goldberg, D. E. (1989). *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*. Boston: Addison-Wesley.
- Gunawan, A., Lau, H. C., & Vansteenwegen, P. (2016). Orienteering problem: A survey of recent variants, solution approaches and applications. *European Journal of Operational Research*, 255(2), 315–332.
- Holland, J. H. (1992). *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. Cambridge: MIT Press.
- Kumar, D., & Saini, D. (2018). Automated timetable generation using genetic algorithm. *International Journal of Computer Applications*, 182(43), 10–14.
- Lewis, R. (2008). A survey of metaheuristic-based techniques for university timetabling problems. *OR Spectrum*, 30(1), 167–190.
- McCollum, B. (2007). A perspective on bridging the gap between theory and practice in university timetabling. *Practice and Theory of Automated Timetabling VI*, 16–35.
- Mishra, N., & Pandey, R. (2019). A hybrid approach using genetic algorithm and simulated annealing for university course timetabling. *Procedia Computer Science*, 152, 239–246.
- Pinedo, M. (2016). *Scheduling: Theory, Algorithms, and Systems* (5th ed.). New York: Springer.
- Raghavjee, R., & Pillay, N. (2015). A genetic algorithm selection strategy for solving the school timetabling problem. *South African Computer Journal*, 56, 33–57.
- Shadrokh, S., & Kianfar, F. (2017). Hybrid genetic algorithm for university course timetabling problem. *Journal of Optimization in Industrial Engineering*, 10(21), 29–37.

- Thetra Anggara, Dewi Suranti, Devi Sartika , Analysis of the Promethee Method in Providing Recommendations for Fisherman Groups Eligible for Grant Assistance , Jurnal Komputer : Vol. 1 No. 1 (2022): Juli-Desember
- Wang, Y., & Zheng, Y. (2021). Application of improved genetic algorithm in course scheduling. Journal of Physics: Conference Series, 1827(1), 012152.