

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penjadwalan perkuliahan setiap semester merupakan permasalahan yang kompleks dan multidimensional karena melibatkan berbagai batasan yang saling berkaitan, baik yang bersifat teknis maupun non-teknis. Proses ini tidak hanya berkaitan dengan penetapan waktu dan mata kuliah, tetapi juga harus mempertimbangkan ketersediaan ruang kelas, kapasitas ruangan, distribusi beban mengajar dosen, serta preferensi waktu mengajar. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan komputasional untuk menghasilkan jadwal yang *feasible* dan berkualitas (Chen *et al.*, 2021).

Untuk mengatasi kompleksitas ini, diperlukan pendekatan optimisasi yang sistematis dan cerdas yang berbasis algoritma. Algoritma genetika (GA), yang terinspirasi dari mekanisme evolusi biologis, telah banyak digunakan sebagai pendekatan *metaheuristik* dalam membantu proses optimisasi. Dalam penelitian ini, prinsip GA dimanfaatkan secara terbatas untuk menyederhanakan pembentukan *section* (Koulinas *et al.*, 2022). Namun, karena GA adalah metode *metaheuristik*, itu tidak menjamin bahwa solusi yang dihasilkan 100% sepenuhnya bebas dari pelanggaran batasan keras, seperti konflik waktu.

Sebaliknya, *Constraint Programming* (CP) merupakan pendekatan dalam optimasi kombinatorial yang fokus pada pencarian solusi yang memenuhi seluruh batasan pada ruang solusi yang besar. Solusi yang dihasilkan CP-SAT tidak hanya memenuhi batasan yang ditetapkan (*feasible solution*), tetapi juga sering menunjukkan performa yang sangat kompetitif pada berbagai domain optimasi seperti penjadwalan dan alokasi sumber daya, sehingga menjadikannya alat yang kuat untuk menangani konflik dan memastikan seluruh batasan terpenuhi dalam model yang kompleks (Lan & Berkhout, 2025). Namun, CP saja mungkin kurang efektif dalam mengevaluasi berbagai alternatif untuk menentukan yang "paling baik" dari banyak alternatif yang layak.

Berdasarkan karakteristik tersebut, penelitian ini mengusulkan pendekatan algoritma *hybrid* yang mengombinasikan Algoritma Genetika dan *OR-Tools*. Dalam pendekatan ini, Algoritma Genetika digunakan secara terbatas pada tahap pembentukan *section*, dengan tujuan menghasilkan pembagian *section* yang lebih seimbang. Selanjutnya, hasil pembentukan *section* dari Algoritma Genetika digunakan sebagai *Input* awal bagi *solver* CP-SAT *OR-Tools*, yang bertugas melakukan penjadwalan perkuliahan secara penuh dan menjamin terpenuhinya seluruh *hard constraints*. Pendekatan *hybrid* semacam ini telah terbukti mampu menghasilkan solusi yang lebih baik dibandingkan penggunaan satu metode saja (Vital-Soto *et al.*, 2021).

Jadwal yang ideal tidak hanya berfokus pada penghilangan konflik dan pemenuhan batasan teknis, tetapi juga harus mempertimbangkan aspek kemanusiaan, seperti preferensi waktu mengajar dosen. Sejumlah penelitian terbaru menunjukkan bahwa memasukkan preferensi individu dalam proses optimasi penjadwalan dapat meningkatkan kualitas jadwal serta tingkat kepuasan dosen dan efisiensi operasional institusi pendidikan, terutama ketika preferensi dimodelkan sebagai *soft constraints* dalam algoritma optimasi (Xu *et al.*, 2024). Untuk mengatur proses ini, sistem menggunakan pengendalian akses berbasis peran (*Role-Based Access Control*, atau RBAC). RBAC memisahkan peran Koordinator, yang memiliki wewenang penuh untuk mengelola sistem, dan peran Dosen, yang memiliki kemampuan untuk melacak jadwal pribadi dan mengawasi preferensi mereka.

Cloud computing merupakan model layanan teknologi informasi yang memungkinkan penyediaan sumber daya komputasi seperti *server*, penyimpanan, dan aplikasi melalui internet secara *on-demand* tanpa harus memiliki infrastruktur fisik sendiri. Teknologi ini memberikan keuntungan berupa efisiensi biaya, skalabilitas, dan kemudahan akses dari berbagai lokasi. Namun demikian, penyimpanan data pada pihak ketiga menimbulkan tantangan dalam aspek keamanan dan privasi, sehingga diperlukan mekanisme pengamanan seperti *enkripsi* dan kontrol akses untuk menjaga kerahasiaan serta integritas data (Ula, 2019).

Penelitian ini akan mengimplementasikan sistem dengan menggunakan *Platform cloud computing*, khususnya *Azure App Service*, untuk memastikan solusi yang dikembangkan tidak hanya efektif secara algoritmik tetapi juga andal dan mudah diakses. Skalabilitas, yang dijamin oleh penyedia layanan untuk ketersediaan tinggi (*high availability*), dan aksesibilitas ke *Microsoft Azure App Service* yang merupakan layanan *Platform-as-a-Service* (PaaS) yang membuat *deployment* dan pengelolaan aplikasi web lebih mudah. Dengan *App Service*, peneliti dapat fokus pada pengembangan logika algoritma dan fitur aplikasi, sementara Azure secara otomatis menangani masalah manajemen *server*, sistem operasi, dan *patching* keamanan. Hal ini tidak hanya mempercepat proses pengembangan tetapi juga menciptakan lingkungan yang stabil dan profesional yang mendukung transformasi digital di kampus, yang merupakan bagian dari komitmen Universitas Malikussaleh untuk menggunakan teknologi terbaru.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat aplikasi penjadwalan perkuliahan berbasis algoritma *hybrid* (GA dan *OR-Tools*) yang dapat digunakan sebagai sistem berbasis web. Dengan menggunakan aplikasi ini, proses penjadwalan dapat dilakukan secara otomatis. Data seperti mata kuliah, dosen, waktu, dan ruang kelas dapat dimasukkan, dan kemudian diproses untuk membuat jadwal yang layak dan optimal yang mempertimbangkan preferensi dan tidak ada konflik. Aplikasi ini diharapkan dapat menyelesaikan masalah klasik penjadwalan kuliah dengan menggabungkan metode optimisasi cerdas, fitur interaktif, dan teknologi web.

Kondisi ini sangat sesuai dengan keadaan nyata di Program Studi Teknik Informatika Universitas Malikussaleh. Menurut wawancara awal dengan Koordinator Program Studi dan staf administrasi, proses penjadwalan manual saat ini membutuhkan waktu hingga tiga hingga 7 hari setiap semester. Dengan jumlah mahasiswa yang terus meningkat setiap tahunnya, Teknik Informatika adalah contoh yang bagus untuk menerapkan sistem otomatis berbasis *cloud* yang membantu mengatasi masalah akademik dan mendukung transformasi digital di lingkungan kampus.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut berdasarkan latar belakang:

1. Bagaimana menerapkan algoritma *hybrid* (Algoritma Genetika dan *OR-Tools*) untuk mengoptimalkan penjadwalan perkuliahan di Program Studi Teknik Informatika agar terbebas dari konflik antara dosen, ruang, dan waktu kuliah?
2. Bagaimana rancangan dan implementasi sistem penjadwalan perkuliahan berbasis web dengan fitur preferensi dosen dan akses multi-peran?
3. Bagaimana kinerja sistem penjadwalan otomatis berbasis algoritma *hybrid* dalam meningkatkan efisiensi waktu dan meminimalkan konflik jadwal perkuliahan?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Menerapkan algoritma *hybrid* (Algoritma Genetika dan *OR-Tools*) dalam mengoptimalkan penjadwalan perkuliahan di Program Studi Teknik Informatika agar jadwal terbebas dari konflik dosen, ruang, dan waktu.
2. Merancang dan mengimplementasikan sistem penjadwalan perkuliahan berbasis web dengan fitur preferensi dosen dan akses multi-peran.
3. Menganalisis hasil kinerja sistem penjadwalan otomatis berbasis algoritma *hybrid* dalam meningkatkan efisiensi waktu dan meminimalkan tingkat konflik jadwal.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Bagi institusi pendidikan: Penelitian ini memberikan solusi praktis yang tidak hanya meningkatkan efisiensi pengelolaan penjadwalan perkuliahan tetapi juga menghasilkan jadwal yang lebih robust dan bebas konflik melalui pendekatan *hybrid*. Fitur manajemen preferensi dan akses multi-peran juga meningkatkan partisipasi dan kepuasan dosen, serta menyederhanakan alur kerja koordinator.

2. Bagi pengembang aplikasi: Penelitian ini menjadi referensi penting bagi pengembang perangkat lunak yang ingin menerapkan algoritma optimisasi *hybrid* dalam pengembangan aplikasi berbasis web, terutama dalam konteks pendidikan.
3. Bagi pengguna aplikasi: Dengan penggunaan aplikasi berbasis web, pengelolaan jadwal perkuliahan menjadi lebih mudah, cepat, dan dapat diakses kapan saja. Pengguna seperti dosen dapat memberikan masukan preferensi, sementara koordinator dapat mengelola seluruh proses penjadwalan secara efisien melalui antarmuka yang sesuai perannya.

1.5. Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Penelitian ini akan membatasi cakupan pada pengembangan aplikasi penjadwalan perkuliahan berbasis algoritma *hybrid* yang diimplementasikan sebagai sistem berbasis web. Adapun batasan-batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi akan mengelola data penjadwalan perkuliahan yang di *Input* melalui file terstruktur seperti CSV atau Excel.
2. Penjadwalan hanya mencakup pengelolaan jadwal perkuliahan reguler (teori dan praktikum), dan tidak mencakup proses administrasi lainnya seperti registrasi mahasiswa atau ujian.
3. Sistem berdiri sendiri (*standalone*) dan tidak melakukan integrasi dengan sistem manajemen akademik lain yang mungkin digunakan oleh institusi pendidikan.
4. Optimasi jadwal berfokus pada batasan yang telah didefinisikan dalam sistem, seperti konflik waktu/ruang/dosen, beban SKS per dosen, dan preferensi waktu mengajar.