

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini berisi penjelasan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan pada laporan tugas akhir ini.

1.1 Latar Belakang

Transformasi digital pada sektor pendidikan terus berkembang seiring meningkatnya kebutuhan layanan akademik yang cepat, akurat, terdokumentasi, dan mudah diakses. Digitalisasi pendidikan tidak lagi hanya dipahami sebagai penyediaan teknologi, tetapi sebagai upaya untuk meningkatkan efisiensi proses akademik, kualitas layanan informasi, dan keteraturan operasional institusi pendidikan secara berkelanjutan (Abad-Segura et al., 2020). Dalam konteks operasional sekolah, sistem informasi akademik berbasis web berperan penting dalam membantu pengelolaan data, penyediaan informasi, serta koordinasi aktivitas akademik yang melibatkan banyak entitas, proses, dan aturan. Hal ini sejalan dengan kajian mengenai sistem informasi pendidikan yang menunjukkan bahwa kualitas sistem, kualitas informasi, dan kualitas layanan berpengaruh terhadap penggunaan sistem informasi akademik (Çelik & Ayaz, 2022). Selain itu, kajian sistematis pada bidang sistem informasi pendidikan juga menunjukkan bahwa layanan administratif digital menjadi bagian penting dalam mendukung proses institusional pendidikan (Mijač et al., 2024).

Di tingkat sekolah menengah, pengelolaan operasional akademik mencakup sejumlah proses yang saling berkaitan, seperti pengelolaan data guru, siswa, rombongan belajar, mata pelajaran, periode akademik, presensi, dan jadwal pelajaran. Proses-proses tersebut tidak berdiri sendiri, karena data guru dan mata pelajaran berkaitan dengan pengampu, data rombongan belajar berkaitan dengan siswa, jadwal pelajaran berkaitan dengan kegiatan pembelajaran, sedangkan presensi berkaitan dengan monitoring kehadiran dan pelaporan. Apabila proses tersebut dikelola secara terpisah atau semi-manual, sekolah tetap dapat menjalankan kegiatan operasionalnya, tetapi risiko keterlambatan informasi,

duplikasi kerja, inkonsistensi data, kesulitan pelacakan, dan ketergantungan pada pihak tertentu akan semakin besar. Oleh karena itu, kebutuhan terhadap sistem informasi akademik berbasis web menjadi relevan sebagai upaya perbaikan proses, bukan semata-mata karena proses manual tidak dapat berjalan.

Kondisi tersebut juga ditemukan di SMAN 1 Hiliran Gumanti Kabupaten Solok. Berdasarkan hasil observasi, wawancara, dan studi dokumentasi yang dilakukan pada penelitian ini, terdapat dua proses operasional yang masih memiliki ruang perbaikan, yaitu penyusunan jadwal pelajaran dan pengelolaan presensi siswa. Penyusunan jadwal pelajaran masih dilakukan secara manual oleh Wakil Kepala Sekolah Bidang Kurikulum menggunakan spreadsheet. Proses ini harus mempertimbangkan banyak komponen secara bersamaan, seperti guru, rombongan belajar, mata pelajaran, alokasi jam pelajaran, dan struktur slot waktu. Kondisi sekolah juga memiliki slot waktu yang tidak selalu seragam antarmhari karena adanya kegiatan pembuka seperti upacara, kultum, atau senam. Selain itu, terdapat guru yang mengajar lebih dari satu rombongan belajar, sehingga potensi bentrok jadwal guru dan rombongan belajar perlu dikendalikan secara cermat.

Permasalahan pada proses penjadwalan tidak terletak pada ketidakmampuan sekolah menyusun jadwal secara manual, melainkan pada besarnya beban proses, panjangnya siklus pengecekan dan revisi, serta risiko bentrok yang harus diperiksa secara berulang. Berdasarkan pemodelan proses bisnis pada penelitian ini, penyusunan jadwal manual membutuhkan estimasi sekitar 135,47 jam kerja efektif per semester. Beban tersebut juga terkonsentrasi pada Wakil Kepala Sekolah Bidang Kurikulum sebagai aktor utama penyusun jadwal. Dalam konteks organisasi, kondisi ini bukan hanya menjadi beban individu, tetapi juga menjadi isu operasional sekolah karena jadwal pelajaran merupakan acuan utama kegiatan belajar mengajar. Keterlambatan penyusunan jadwal, revisi berulang, atau bentrok yang terlambat teridentifikasi dapat berdampak pada kesiapan pelaksanaan pembelajaran, koordinasi guru, dan keteraturan layanan akademik sekolah.

Selain penjadwalan, proses presensi siswa juga masih dilakukan secara berlapis. Guru mencatat kehadiran siswa, kemudian data tersebut direkap kembali untuk kebutuhan administrasi dan pelaporan. Mekanisme ini menyebabkan informasi kehadiran tidak langsung tersedia dalam bentuk yang terstruktur dan

mudah ditelusuri. Proses berlapis juga dapat menambah pekerjaan administratif, memperbesar peluang kesalahan rekapitulasi, dan memperlambat ketersediaan informasi kehadiran untuk kebutuhan monitoring oleh wali kelas, staf tata usaha, maupun pimpinan sekolah. Dengan demikian, presensi digital diperlukan bukan untuk mengubah substansi proses kehadiran, tetapi untuk memperbaiki alur pencatatan dan rekapitulasi agar data presensi tersimpan lebih terpusat, lebih cepat diolah, dan lebih mudah digunakan sebagai dasar pelaporan.

Dari dua proses tersebut, penjadwalan pelajaran merupakan proses yang secara teknis paling kompleks. Dalam literatur, penjadwalan sekolah dikategorikan sebagai *School Timetabling Problem* (STP), yaitu permasalahan penugasan kegiatan pembelajaran ke dalam kombinasi guru, rombongan belajar, dan slot waktu berdasarkan seperangkat aturan (Ceschia et al., 2023). STP termasuk masalah optimasi kombinatorial, karena solusi dibentuk dari banyak kombinasi penempatan kegiatan pembelajaran ke slot waktu yang tersedia. Tan menjelaskan bahwa *school timetabling* tergolong permasalahan yang sulit dan bersifat NP-hard, yaitu ruang solusi dapat bertambah sangat besar ketika jumlah guru, kelas, mata pelajaran, dan slot waktu meningkat (Tan et al., 2021). Dalam konteks sekolah, kondisi ini berarti perubahan pada satu bagian jadwal dapat memengaruhi jadwal guru, rombongan belajar, dan pemenuhan alokasi jam pelajaran lainnya. Oleh karena itu, penyusunan jadwal secara manual rentan memerlukan pengecekan dan revisi berulang.

Pada penelitian ini, aturan penjadwalan diklasifikasikan menjadi dua tingkatan, yaitu *hard constraints* dan *soft constraints*. *Hard constraints* merupakan aturan yang wajib dipenuhi agar jadwal dinyatakan layak atau *feasible*, seperti pencegahan bentrok guru, pencegahan bentrok rombongan belajar, pemenuhan alokasi jam pelajaran, validitas slot waktu, dan validitas penugasan mengajar. *Soft constraints* merupakan kriteria kualitas yang diupayakan agar jadwal menjadi lebih baik, seperti preferensi waktu guru, pemerataan beban mengajar harian, pola distribusi jam pelajaran mingguan, dan keterurutan blok jam pelajaran. Pemisahan *hard constraints* dan *soft constraints* umum digunakan dalam pemodelan *timetabling* karena kelayakan jadwal ditentukan oleh terpenuhinya aturan wajib, sedangkan kualitas jadwal dinilai dari tingkat pelanggaran terhadap preferensi atau kriteria

kualitas tertentu (Mikkelsen & Holm, 2022). Ruang lingkup penjadwalan pada penelitian ini dibatasi pada jadwal pelajaran reguler mingguan untuk satu semester, dan tidak mencakup pemodelan konflik ruang kelas agar model tetap sesuai dengan kebutuhan nyata sekolah serta batasan implementasi sistem yang dibangun.

Berbagai pendekatan telah digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *timetabling*, antara lain metode eksak, metaheuristik, dan *constraint programming*. Metode eksak adalah pendekatan penyelesaian yang berusaha mencari solusi secara sistematis berdasarkan model matematis atau model kendala, sehingga dapat memberikan jaminan kelayakan atau optimalitas tertentu sesuai batas model yang dirumuskan. Metode metaheuristik yaitu strategi pencarian tingkat tinggi yang tidak memeriksa seluruh kemungkinan solusi satu per satu, tetapi berusaha menemukan solusi yang baik melalui aturan pencarian tertentu. Dan *Constraint programming* merupakan pendekatan yang menyatakan masalah dalam bentuk variabel, domain nilai, dan *constraints*, sehingga cocok digunakan ketika suatu masalah memiliki banyak aturan yang harus dipenuhi secara eksplisit. Pendekatan berbasis *constraint programming* banyak digunakan pada masalah penjadwalan karena aturan seperti larangan bentrok, pemenuhan alokasi, dan validitas waktu dapat dimodelkan sebagai *constraints* yang harus dipenuhi (Da Col & Teppan, 2022). Geibinger juga menunjukkan bahwa pendekatan berbasis kendala dapat digunakan dalam strategi *hybrid* untuk menangani *feasibility* pada permasalahan penjadwalan yang kompleks (Geibinger et al., 2024).

Dalam penelitian ini, algoritma CP-SAT dipilih karena karakteristiknya sesuai untuk menangani aturan penjadwalan yang bersifat wajib dan diskret. Diskret berarti keputusan yang diambil berada pada pilihan yang terbatas dan terpisah, misalnya apakah suatu mata pelajaran ditempatkan pada hari dan slot tertentu atau tidak. CP-SAT pada OR-Tools mendukung pemodelan masalah optimasi dengan variabel, *constraints*, dan *objective function*, sehingga dapat digunakan untuk membangun model penjadwalan berbasis aturan (Google, 2024a). CP-SAT juga menghasilkan status penyelesaian seperti *feasible*, *optimal*, *infeasible*, atau *unknown*, sehingga berguna untuk menilai apakah model dan data penjadwalan memungkinkan terbentuknya jadwal yang layak (Google, 2024b). Selain itu, CP-SAT memanfaatkan mekanisme *constraint propagation*, yaitu proses menyebarkan

konsekuensi dari suatu aturan untuk mempersempit kemungkinan nilai variabel yang masih valid. Algoritma CP-SAT juga memanfaatkan pencarian berbasis SAT, yaitu pencarian kombinasi nilai logis yang dapat memenuhi *constraints*, sehingga *solver* dapat memeriksa konsistensi keputusan penjadwalan secara sistematis. Dengan karakteristik tersebut, algoritma CP-SAT sesuai digunakan sebagai *feasibility engine* untuk menghasilkan draf jadwal awal yang memenuhi *hard constraints*.

Di sisi lain, Algoritma *Genetic Algorithm* (GA) dipilih karena sesuai untuk meningkatkan kualitas jadwal pada ruang solusi yang besar. Algoritma GA termasuk pada metode metaheuristik. Algoritma GA bekerja dengan pendekatan berbasis populasi, yaitu mengevaluasi banyak kandidat solusi dalam beberapa generasi (Katoch et al., 2021). Proses pencarian dilakukan melalui seleksi, *crossover*, dan mutasi. Seleksi berarti memilih kandidat solusi yang lebih baik untuk menjadi dasar pembentukan generasi berikutnya. *Crossover* berarti menggabungkan bagian dari dua kandidat solusi untuk membentuk kandidat baru. Mutasi berarti melakukan perubahan terbatas secara acak agar pencarian tidak terjebak pada pola solusi yang sama. Melalui mekanisme tersebut, GA dapat mengeksplorasi alternatif susunan jadwal tanpa harus menghitung seluruh kemungkinan kombinasi jadwal. Kualitas setiap kandidat solusi dinilai menggunakan fungsi *fitness*, yaitu fungsi penilaian yang mengukur seberapa baik solusi berdasarkan kriteria tertentu. Pada masalah *timetabling*, *fitness* sering dirancang berbasis penalti, sehingga solusi dengan pelanggaran *soft constraints* yang lebih kecil dianggap memiliki kualitas yang lebih baik (Mahlous & Mahlous, 2023). Dengan demikian, algoritma GA relevan digunakan sebagai *optimizer* untuk meningkatkan kualitas jadwal berdasarkan *soft constraints*, seperti preferensi waktu guru, pemerataan beban mengajar, dan pola distribusi jam pelajaran.

Meskipun masing-masing metode memiliki keunggulan, penggunaan satu pendekatan saja memiliki keterbatasan. CP-SAT kuat dalam menjaga pemenuhan *hard constraints*, tetapi jadwal yang *feasible* belum tentu memiliki distribusi yang paling baik menurut preferensi kualitas yang diharapkan. Sebaliknya, GA fleksibel dalam memperbaiki kualitas solusi, tetapi apabila digunakan langsung untuk membangun jadwal dari awal, diperlukan mekanisme *constraint handling* yang

kuat agar solusi tidak mudah melanggar aturan wajib. Rezaeipannah menekankan bahwa *constraint handling* menjadi aspek penting dalam pendekatan berbasis metaheuristik untuk *timetabling* agar solusi yang diperoleh tetap layak (Rezaeipannah et al., 2021). Kralev dan Kraleva juga menunjukkan bahwa penerapan GA pada masalah penjadwalan membutuhkan rancangan representasi dan pengendalian *constraints* yang sesuai agar pencarian solusi tidak menghasilkan terlalu banyak solusi tidak valid (Kralev & Kraleva, 2024). Oleh karena itu, pendekatan *hybrid sequential* digunakan untuk membagi peran kedua metode secara lebih jelas. Algoritma CP-SAT digunakan terlebih dahulu untuk menghasilkan draf jadwal yang *feasible*, kemudian algoritma GA digunakan untuk memperbaiki kualitas jadwal berdasarkan *soft constraints* tanpa mengabaikan kelayakan jadwal yang telah dibentuk. Pola *feasible-first then optimize* ini sejalan dengan penelitian Mikkelsen dan Holm yang menggunakan pendekatan matheuristik untuk memperbaiki solusi *timetabling* secara bertahap, matheuristik adalah pendekatan menggunakan algoritma optimasi hibrida yang menggabungkan model pemrograman matematika eksak dengan metode metaheuristik. Selain itu Lorenzi juga menunjukkan bahwa kombinasi CP dan GA dapat digunakan untuk menyeimbangkan *feasibility* dan kualitas solusi pada permasalahan scheduling (Lorenzi et al., 2025; Mikkelsen & Holm, 2022).

Walaupun penelitian tentang *timetabling* sudah cukup banyak dikaji, sebagian besar studi berfokus pada konteks perguruan tinggi, ujian, atau penyelesaian algoritmik yang berdiri sendiri. Ceschia menunjukkan bahwa kajian *educational timetabling* mencakup berbagai konteks, termasuk *course timetabling* dan *examination timetabling*, sehingga konteks *school timetabling* pada sekolah menengah memiliki karakteristik yang perlu diposisikan secara spesifik (Ceschia et al., 2023). Romaguera menunjukkan bahwa *engine* penjadwalan dapat diintegrasikan ke dalam sistem berbasis *web*, tetapi penelitian tersebut masih berada pada konteks *course timetabling* (Romaguera et al., 2024). Dengan demikian, penelitian yang menempatkan kebutuhan operasional sekolah menengah sebagai konteks utama sekaligus mengintegrasikan *engine* penjadwalan ke dalam sistem informasi akademik berbasis *web* yang juga mendukung presensi digital masih relatif terbatas. Padahal, pada konteks sekolah, penjadwalan pelajaran dan presensi

siswa merupakan proses yang sama-sama penting dalam menjaga keteraturan operasional akademik. Oleh sebab itu, solusi yang dibutuhkan tidak hanya berupa algoritma penjadwalan, tetapi juga sistem informasi yang mampu mengelola data akademik, mencatat presensi, menjalankan proses *generate* jadwal, menyimpan hasil jadwal, serta menyediakan alur peninjauan dan pengesahan oleh pihak sekolah.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini membangun Sistem Informasi Akademik berbasis *web* dengan modul presensi digital dan penjadwalan pelajaran menggunakan algoritma *hybrid* CP-SAT dan *Genetic Algorithm* pada SMAN 1 Hiliran Gumanti Kabupaten Solok. Sistem ini mengintegrasikan pengelolaan data akademik inti, presensi digital berbasis input guru, dan modul penjadwalan pelajaran dalam satu sistem. Pada modul penjadwalan, CP-SAT berperan sebagai *feasibility engine* untuk menghasilkan draf jadwal yang memenuhi *hard constraints*, sedangkan *Genetic Algorithm* berperan sebagai *optimizer* untuk meningkatkan kualitas jadwal berdasarkan *soft constraints*. Hasil penjadwalan otomatis tidak diposisikan sebagai pengganti mutlak keputusan pihak sekolah, melainkan sebagai draf awal yang dihasilkan secara lebih sistematis, dapat ditinjau, disesuaikan, dan disahkan sebelum digunakan sebagai jadwal resmi. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat membantu sekolah mengelola data akademik secara lebih terpusat, mempercepat rekapitulasi presensi, mengurangi beban penyusunan jadwal manual, serta menghasilkan draf jadwal pelajaran yang lebih terstruktur dan sesuai dengan kebutuhan operasional sekolah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penelitian ini difokuskan pada pembangunan sistem informasi akademik berbasis web yang mendukung pengelolaan data akademik inti, presensi digital, dan penjadwalan pelajaran. Oleh karena itu, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana merancang dan membangun Sistem Informasi Akademik berbasis *web* yang dioperasikan oleh tenaga pendidik dan kependidikan (tendik) untuk mengelola data akademik inti (seperti data guru, siswa, rombongan belajar, dan mata pelajaran) serta mendukung pencatatan

presensi digital berbasis input guru/tendik, sehingga proses rekapitulasi dapat dilakukan secara lebih cepat dan konsisten?

2. Bagaimana memodelkan permasalahan penjadwalan pelajaran (*school timetabling*) di SMAN 1 Hiliran Gumanti ke dalam bentuk kendala (*constraints*) yang sesuai dengan aturan sekolah, termasuk pemisahan antara *hard constraints* (wajib terpenuhi agar jadwal valid) dan *soft constraints* (untuk meningkatkan kualitas jadwal)?
3. Bagaimana merancang, mengimplementasikan, dan mengintegrasikan algoritma *hybrid* CP-SAT + GA pada sistem yang dibangun, sehingga CP-SAT berperan sebagai *feasibility engine* untuk memastikan pemenuhan *hard constraints*, dan GA berperan sebagai *optimizer* untuk meningkatkan kualitas jadwal berdasarkan *soft constraints*?
4. Bagaimana mengevaluasi kinerja solusi penjadwalan yang dihasilkan oleh pendekatan algoritma *hybrid* CP-SAT + GA secara terukur pada data nyata sekolah ditinjau dari tingkat kelayakan jadwal (*feasibility*/keterpenuhan *hard constraints*), kualitas jadwal (total penalti/*fitness* terhadap *soft constraints*), kepatuhan distribusi, serta waktu komputasi (*runtime*)?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian tidak menyimpang dari fokus utama dan ruang lingkup sistem yang dibangun tetap terarah, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Ruang lingkup pengguna (user) sistem dibatasi hanya untuk tenaga pendidik dan kependidikan (tendik). Siswa tidak memiliki akun dan tidak mengakses sistem, sesuai dengan kebijakan sekolah yang membatasi penggunaan gawai/HP oleh siswa di lingkungan sekolah.
2. Cakupan modul yang dibangun adalah pengelolaan data siswa dan tendik, rombongan belajar, presensi digital, dan penjadwalan. Sedangkan modul nilai/rapor, keuangan, sarpras, perpustakaan, ekstrakurikuler, dan ujian di luar cakupan.
3. Presensi yang dibahas bukan presensi otomatis berbasis perangkat siswa (misalnya QR *scan* dari HP siswa atau aplikasi siswa), melainkan pencatatan

presensi langsung oleh guru/tendik ke dalam sistem agar rekap dan pelaporan terbentuk otomatis tanpa proses pemindahan data manual dari kertas ke *spreadsheet*.

4. Ruang lingkup penjadwalan dibatasi pada jadwal pembelajaran reguler mingguan untuk satu semester pada tingkat SMA. Penjadwalan yang termasuk dalam penelitian ini hanya mencakup kegiatan pembelajaran rutin dan tidak mencakup penjadwalan ujian, kegiatan ekstrakurikuler, maupun agenda insidental sekolah.
5. Model algoritma penjadwalan yang digunakan adalah *hybrid* CP-SAT + GA, dengan ketentuan CP-SAT digunakan untuk memastikan pemenuhan *hard constraints* (larangan bentrok guru dan rombongan belajar pada slot waktu yang sama, dan pemenuhan jam mengajar), dan GA digunakan untuk mengoptimalkan *soft constraints* (preferensi jam tertentu, pemerataan beban mengajar).
6. Tahap pengembangan sistem dibatasi sampai sistem selesai dibangun dan diuji. Penelitian ini tidak mencakup implementasi operasional jangka panjang di sekolah seperti evaluasi penggunaan selama beberapa semester.
7. Metode pengujian sistem pada penelitian ini dibatasi pada pengujian unit (*unit testing*) dan fungsional (*black-box testing*) untuk memastikan fitur utama berjalan sesuai kebutuhan, serta evaluasi performa algoritma penjadwalan menggunakan metrik yang ditetapkan (*feasibility*, penalti, kepatuhan distribusi, dan *runtime*).

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Merancang dan membangun Sistem Informasi Akademik berbasis *web* yang dioperasikan oleh tenaga pendidik dan kependidikan (tendik) di SMAN 1 Hiliran Gumanti, untuk mendukung pengelolaan data akademik inti (siswa, guru/tendik, mata pelajaran, dan rombongan belajar) serta pencatatan presensi digital berbasis input guru/tendik dengan rekapitulasi otomatis.

2. Merancang dan mengimplementasikan mekanisme penjadwalan pelajaran otomatis menggunakan algoritma *hybrid* CP-SAT + GA, dengan tujuan menghasilkan jadwal yang memenuhi seluruh *hard constraints* dan memiliki kualitas yang lebih baik berdasarkan *soft constraints*.
3. Menguji dan mengevaluasi kinerja solusi penjadwalan yang dihasilkan oleh pendekatan *hybrid* CP-SAT + GA pada data nyata sekolah, menggunakan metrik terukur seperti tingkat kelayakan jadwal (*feasibility*/keterpenuhan *hard constraints*), nilai kualitas jadwal (total penalti/*fitness* terhadap *soft constraints*), serta waktu komputasi (*runtime*).

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat praktis bagi SMAN 1 Hiliran Gumanti serta manfaat ilmiah bagi pengembangan kajian sistem informasi dan optimasi penjadwalan pendidikan.

Manfaat praktis yang diharapkan dari penelitian ini bagi SMAN 1 Hiliran Gumanti adalah sebagai berikut.

1. Meningkatkan efisiensi operasional akademik melalui sistem terpusat untuk pengelolaan data akademik inti (guru, siswa, rombongan belajar, dan mata pelajaran), sehingga proses administrasi menjadi lebih tertib dan mudah ditelusuri.
2. Mempercepat dan menertibkan proses presensi karena pencatatan kehadiran dilakukan langsung melalui sistem oleh guru/tendik dan rekapitulasi terbentuk secara otomatis, sehingga mengurangi pekerjaan ganda, mengurangi potensi kesalahan input, dan memudahkan penyusunan laporan kehadiran.
3. Mengurangi waktu penyusunan dan revisi jadwal melalui penjadwalan otomatis, sehingga risiko bentrok guru dan rombongan belajar dapat ditekan.
4. Mendukung jadwal yang lebih stabil dan berkualitas, lebih merata dalam pembagian beban mengajar serta distribusi jadwal yang lebih teratur, sehingga pelaksanaan pembelajaran menjadi lebih nyaman.

5. Menyediakan informasi akademik yang lebih cepat dan lebih terstruktur untuk kebutuhan monitoring dan pengambilan keputusan, seperti rekap kehadiran, distribusi beban mengajar, dan hasil penjadwalan.

Manfaat ilmiah yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memberikan kontribusi pada kajian penerapan optimasi penjadwalan pendidikan, khususnya pada konteks *school timetabling* di tingkat SMA yang memiliki karakteristik aturan dan kendala nyata di lapangan.
2. Menyediakan contoh penerapan pendekatan *hybrid* CP-SAT dan *Genetic Algorithm* dalam pemodelan dan penyelesaian masalah penjadwalan pelajaran, terutama dalam memisahkan peran CP-SAT sebagai *feasibility engine* dan *Genetic Algorithm* sebagai *optimizer* kualitas jadwal.
3. Menyajikan evaluasi kinerja algoritma yang terukur, sehingga penelitian ini dapat digunakan sebagai baseline untuk riset lanjutan.
4. Menjadi referensi pengembangan sistem informasi akademik berbasis *web* yang menggabungkan kebutuhan rekayasa sistem (kesiapan operasional) dan kebutuhan komputasi (penjadwalan otomatis), sehingga memperkuat keterkaitan antara aspek sistem informasi dan optimasi dalam penelitian terapan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini dibagi menjadi enam bab yaitu sebagai berikut.

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan laporan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi landasan teori dan kajian penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian, meliputi sistem informasi akademik berbasis *web*, presensi digital, *school timetabling*, *Constraint Programming* dan CP-SAT, *Genetic Algorithm*, pendekatan *hybrid* CP-SAT dan *Genetic Algorithm*, metode pengembangan sistem, sintesis gap penelitian, serta kerangka pemikiran.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi jenis dan pendekatan penelitian, lokasi, objek kajian, dan subjek penelitian, metode pengumpulan data, metode pengembangan sistem, teknik analisis data, metode perancangan dan evaluasi penjadwalan, serta tahapan penelitian.

BAB IV : ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Bab ini berisi hasil pengumpulan data dan analisis dokumen, analisis proses bisnis yang sedang berjalan dan yang diusulkan, analisis kebutuhan sistem, analisis aktor dan hak akses, perancangan arsitektur sistem, perancangan basis data, perancangan antarmuka, serta perancangan model penjadwalan otomatis menggunakan pendekatan *hybrid* algoritma CP-SAT dan algoritma *Genetic Algorithm*.

BAB V : IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

Bab ini berisi implementasi sistem informasi akademik berbasis *web*, implementasi modul penjadwalan otomatis, pengujian fungsional sistem, evaluasi performa algoritma penjadwalan berdasarkan metrik *feasibility*, penalti/*fitness*, dan *runtime*, serta pembahasan hasil penelitian.

BAB VI : PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan saran untuk pengembangan sistem maupun penelitian selanjutnya.

