

BAB VI

PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, keterbatasan penelitian, serta saran untuk pengembangan sistem pada masa mendatang. Kesimpulan disusun berdasarkan hasil analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian perangkat lunak, evaluasi kinerja modul penjadwalan otomatis, serta evaluasi efisiensi operasional yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Selain itu, bagian keterbatasan penelitian menjelaskan batasan-batasan yang masih terdapat pada sistem, sedangkan bagian saran berisi rekomendasi pengembangan agar sistem dapat ditingkatkan lebih lanjut.

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, mulai dari analisis proses bisnis, perancangan sistem, implementasi, pengujian perangkat lunak, hingga evaluasi kinerja modul penjadwalan otomatis, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Sistem Informasi Akademik SMAN 1 Hiliran Gumanti berhasil dibangun untuk mendukung proses pengelolaan data akademik, presensi siswa, catatan siswa, laporan, dan penjadwalan pelajaran semester. Sistem dibangun berbasis *web* dengan pembagian hak akses berdasarkan peran pengguna, yaitu Guru, Staf Tata Usaha, Wakasek Kurikulum, dan Kepala Sekolah. Dengan adanya pembagian peran tersebut, setiap pengguna dapat mengakses fitur sesuai kewenangannya masing-masing.
2. Sistem yang dibangun mendukung digitalisasi proses presensi siswa melalui pencatatan langsung oleh Guru dan penyimpanan data pada basis data. Data presensi yang telah tersimpan dapat digunakan untuk membentuk rekapitulasi dan laporan tanpa melakukan pemindahan ulang dari formulir kertas ke spreadsheet. Berdasarkan simulasi proses bisnis, estimasi waktu proses presensi berkurang dari 252 menit pada model As-Is menjadi 20 menit pada model To-Be, dengan selisih 232 menit atau estimasi pengurangan sebesar 92,06%. Nilai tersebut merupakan hasil simulasi

berdasarkan skenario yang ditetapkan dan bukan pengukuran penggunaan sistem selama satu semester penuh.

3. Modul penjadwalan otomatis berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan pendekatan CP-SAT dan *hybrid sequential* CP-SAT + *Genetic Algorithm*. CP-SAT digunakan untuk membentuk solusi awal yang memenuhi *hard constraints*, sedangkan *Genetic Algorithm* digunakan sebagai tahap optimasi lanjutan untuk memperbaiki kualitas draf jadwal berdasarkan nilai *penalty* dan tingkat kepatuhan distribusi. Hasil *generate* jadwal tetap disimpan sebagai draf sehingga masih dapat ditinjau dan disesuaikan oleh Wakasek Kurikulum sebelum diajukan kepada Kepala Sekolah.
4. Berdasarkan hasil evaluasi terhadap 25 kali percobaan pada masing-masing pendekatan, CP-SAT only dan *hybrid* CP-SAT + GA sama-sama mampu menghasilkan jadwal yang *feasible*. Hal ini menunjukkan bahwa *hard constraints* utama, seperti pemenuhan jam pelajaran, tidak adanya bentrok guru, tidak adanya bentrok rombongan belajar, serta validitas slot waktu dan pengampu, dapat dipenuhi oleh sistem pada data uji yang digunakan.
5. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa pendekatan *hybrid* CP-SAT + GA menghasilkan kualitas jadwal yang lebih baik berdasarkan metrik *soft constraints* dibandingkan CP-SAT only, meskipun membutuhkan *runtime* lebih lama. Rata-rata *penalty* pada CP-SAT only sebesar 113,96, sedangkan pada *hybrid* CP-SAT + GA turun menjadi 86,36. Selain itu, rata-rata tingkat kepatuhan distribusi meningkat dari 96,91% pada CP-SAT only menjadi 99,00% pada *hybrid* CP-SAT + GA. Namun, *runtime* rata-rata *hybrid* meningkat dari 93.074,88 ms menjadi 300.380,84 ms karena adanya proses optimasi tambahan menggunakan *Genetic Algorithm*.
6. Berdasarkan simulasi proses bisnis, proses penyusunan jadwal yang sedang berjalan memiliki estimasi waktu sebesar 135,47 jam kerja efektif, sedangkan proses yang diusulkan dengan bantuan sistem memiliki estimasi waktu sebesar 19,27 jam. Perbandingan tersebut menghasilkan selisih estimasi waktu sebesar 116,20 jam atau pengurangan sebesar 85,78%. Pengurangan terutama berasal dari berkurangnya aktivitas penyusunan

kombinasi jadwal, pemeriksaan bentrok, dan revisi berulang secara manual. Hasil tersebut merupakan estimasi berdasarkan model As-Is dan To-Be, sehingga tidak digunakan untuk menyatakan bahwa setiap pelaksanaan aktual akan menghasilkan tingkat pengurangan waktu yang sama atau bahwa hasil sistem selalu lebih baik daripada jadwal manual yang telah digunakan sekolah.

7. Sistem yang dikembangkan berperan sebagai decision support tool, bukan sebagai pengambil keputusan akhir. Draf jadwal yang dihasilkan sistem tetap dapat diedit oleh Wakasek Kurikulum dan harus melalui proses pengajuan serta persetujuan Kepala Sekolah sebelum digunakan sebagai jadwal resmi. Dengan demikian, sistem membantu mempercepat dan menstrukturkan proses penyusunan jadwal, tetapi keputusan akhir tetap berada pada pihak sekolah.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang telah dijelaskan, terdapat beberapa saran yang dapat digunakan untuk pengembangan sistem pada penelitian selanjutnya.

1. Evaluasi sistem dapat dilakukan pada beberapa periode akademik atau beberapa sekolah berbeda. Hal ini bertujuan untuk melihat kemampuan sistem dalam menangani variasi data yang lebih kompleks, seperti jumlah rombongan belajar yang lebih banyak, struktur kurikulum yang berbeda, jumlah guru yang lebih besar, dan aturan penjadwalan yang lebih beragam.
2. Sistem dapat dikembangkan dalam bentuk aplikasi mobile atau tampilan yang lebih responsif untuk perangkat seluler. Hal ini akan memudahkan guru dalam melakukan presensi langsung dari kelas dan memudahkan pengguna lain dalam mengakses informasi akademik secara fleksibel.
3. Pengujian sistem dapat diperluas dengan melibatkan lebih banyak pengguna akhir, seperti guru, staf tata usaha, Wakasek Kurikulum, dan Kepala Sekolah. Pengujian ini dapat digunakan untuk menilai aspek usability, kenyamanan penggunaan, dan kesesuaian sistem dengan kebiasaan kerja sekolah.

4. Sistem dapat dikembangkan agar modul penjadwalan otomatis juga mempertimbangkan ruang kelas sebagai salah satu *constraint*. Dengan adanya *constraint* ruang, sistem dapat digunakan pada kondisi sekolah yang memiliki keterbatasan ruangan atau karakteristik ruang tertentu, seperti laboratorium, ruang praktik, atau ruang khusus mata pelajaran tertentu.
5. Pada penelitian selanjutnya, modul penjadwalan dapat dibandingkan dengan pendekatan optimasi lain, seperti tabu *search*, simulated annealing, ant colony optimization, atau variasi *hybrid* algorithm lainnya. Perbandingan tersebut dapat digunakan untuk melihat metode mana yang paling sesuai untuk kasus penjadwalan akademik di sekolah.

