

Implementasi *Constraint Satisfaction Problem* dalam Sistem Penyusunan Jadwal Kegiatan Belajar Mengajar Bahasa Prancis

Implementation of the *Constraint Satisfaction Problem* in a French Language Teaching Schedule System

Ichwanul Hakim^{1*}, Nazwa Ali Nasution², Adnan Buyung Nasution³

¹Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Sumatera Utara, Indonesia

²Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Sumatera Utara, Indonesia

³Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Sumatera Utara, Indonesia

*Corresponding author: Ichwanul Hakim. Email: ichwanul0702223140@uinsu.ac.id

ABSTRAK

Penyusunan jadwal kegiatan belajar mengajar (KBM) merupakan permasalahan yang kompleks karena melibatkan berbagai variabel, seperti guru, kelas, ruang, dan slot waktu, yang harus memenuhi sejumlah batasan agar tidak terjadi konflik. Proses penjadwalan yang masih dilakukan secara manual cenderung memerlukan waktu yang lama serta rentan terhadap kesalahan, terutama pada pembelajaran bahasa Prancis yang menghadapi keterbatasan jumlah guru. Penelitian ini bertujuan menerapkan metode *Constraint Satisfaction Problem* (CSP) dengan algoritma *backtracking* dalam sistem penyusunan jadwal kegiatan belajar mengajar bahasa Prancis agar menghasilkan jadwal secara otomatis, cepat, dan bebas konflik. Penelitian menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan *Waterfall* yang meliputi analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Sistem dibangun dengan memodelkan setiap sesi pembelajaran sebagai variabel, sedangkan domain terdiri atas kombinasi guru, ruang, dan slot waktu yang dibatasi oleh *hard constraint* dan *soft constraint*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan jadwal tanpa konflik pada skenario dengan 6 guru, 8 kelas, 4 ruang, dan 25 slot waktu, dengan waktu proses kurang dari satu detik. Namun, ketika jumlah guru dikurangi menjadi empat orang, sebagian sesi tidak dapat dijadwalkan karena keterbatasan domain. Dengan demikian, penerapan CSP terbukti efektif meningkatkan efisiensi penyusunan jadwal selama ketersediaan sumber daya mencukupi kebutuhan penjadwalan.

Kata Kunci: *Backtracking, Constraint Satisfaction Problem, Penjadwalan, Sistem Informasi, Bahasa Prancis*

ABSTRACT

Teaching and learning activity scheduling is a complex problem because it involves multiple variables, including teachers, classes, classrooms, and time slots, all of which must satisfy various constraints to avoid scheduling conflicts. Manual scheduling is time-consuming and prone to errors, particularly in French language education where the limited number of qualified teachers creates additional challenges. This study aims to implement the *Constraint Satisfaction Problem* (CSP) method with a *backtracking* algorithm in a French language teaching schedule system to generate schedules automatically, efficiently, and without conflicts. The research employed a *Research and Development* (R&D) approach using the *Waterfall* development model, consisting of requirements analysis, system design, implementation, testing, and maintenance. The scheduling process was modeled as a CSP in which each teaching session represented a variable, while the domain consisted of combinations of teachers, classrooms, and time slots constrained by *hard* and *soft* constraints. Experimental results demonstrated that the proposed system successfully generated conflict-free schedules for a dataset consisting of six teachers, eight classes, four classrooms, and twenty-five weekly time slots, with a processing time of less than one second. However, reducing the number of teachers to four resulted in partial scheduling because the available domain was insufficient to satisfy all constraints. Therefore, the proposed CSP approach effectively improves scheduling efficiency, provided that adequate resources are available.

Keywords: *Backtracking, Constraint Satisfaction Problem, French Language, Information Syst, Scheduling*

ARTICLE IDENTIFIERS

RESEARCH ARTICLE

Volume 9 - Issue 9 - 2026

Pages 4319-4324

DOI: 10.56338/jks.v9i9.11944

ARTICLE HISTORY

Received: 30 July, 2026

Revised: 23 August, 2026

Accepted: 19 September, 2026

Publish: 30 September, 2026

PENDAHULUAN

Penyusunan jadwal kegiatan belajar mengajar (KBM) merupakan salah satu aspek administrasi pendidikan yang paling kompleks di setiap lembaga pendidikan. Proses ini melibatkan banyak variabel yang saling terkait, seperti guru, mata pelajaran, kelas, ruang, dan slot waktu, yang harus disusun sedemikian rupa agar tidak terjadi bentrok (conflict) sekaligus memenuhi berbagai batasan (constraint) yang berlaku di sekolah. Di banyak sekolah, penjadwalan masih dilakukan secara manual menggunakan spreadsheet maupun catatan berbasis kertas, sehingga membutuhkan waktu penyusunan yang lama, rentan terhadap kesalahan, dan sulit diperbarui ketika terjadi perubahan mendadak [1]. Permasalahan ini semakin relevan dalam konteks pembelajaran bahasa Prancis di Indonesia. Pemerintah baru-baru ini menginstruksikan agar bahasa Prancis diajarkan di seluruh jenjang sekolah sebagai bagian dari penguatan hubungan bilateral dan kesiapan generasi muda menghadapi tantangan global [2]. Kebijakan ini menuai kekhawatiran dari kalangan pendidik terkait keterbatasan jumlah guru bahasa Prancis yang kompeten serta potensi penambahan beban kurikulum yang sudah padat [2][3]. Situasi ini menunjukkan bahwa penjadwalan kegiatan belajar mengajar bahasa Prancis bukan sekadar persoalan administratif biasa, melainkan menghadapi batasan tambahan yang lebih ketat, seperti terbatasnya jumlah guru pengampu, ketersediaan ruang khusus bahasa, serta kebutuhan penjadwalan yang tidak bentrok dengan mata pelajaran lain maupun kegiatan ekstrakurikuler [3][4].

Dari sisi keilmuan komputer, penjadwalan tergolong sebagai permasalahan *NP-hard* karena jumlah kombinasi solusi yang harus dipertimbangkan tumbuh secara eksponensial seiring bertambahnya variabel [5]. Salah satu pendekatan yang terbukti efektif untuk menyelesaikan persoalan ini adalah *Constraint Satisfaction Problem* (CSP), yaitu metode pemodelan yang merepresentasikan suatu masalah ke dalam himpunan variabel, domain nilai, dan batasan (constraint) yang harus dipenuhi secara bersamaan [6]. Berbagai penelitian telah membuktikan efektivitas CSP dalam konteks penjadwalan pendidikan, baik dikombinasikan dengan algoritma backtracking berbasis Depth-First Search untuk menghasilkan jadwal KBM yang bebas konflik secara otomatis [1], diterapkan pada penjadwalan mata pelajaran di tingkat Madrasah Tsanawiyah [2], maupun dikembangkan menjadi solver berbasis bitmask untuk penjadwalan pelajaran sekolah secara otomatis dan efisien [7]. Pendekatan lain seperti algoritma genetika juga telah digunakan untuk penjadwalan mata pelajaran berbasis web [5], namun CSP tetap unggul dalam hal jaminan pemenuhan batasan secara pasti (hard constraint) dibandingkan pendekatan heuristik murni [8].

Meningkatnya urgensi pembelajaran bahasa Prancis di sekolah-sekolah Indonesia [2][3], kebutuhan akan sistem penjadwalan yang mampu mengotomasi proses penyusunan jadwal secara cepat, akurat, dan bebas konflik menjadi semakin mendesak. Berdasarkan urgensi tersebut, penelitian ini bertujuan menerapkan model Constraint Satisfaction Problem dalam penyusunan jadwal kegiatan belajar mengajar bahasa Prancis, guna menghasilkan solusi penjadwalan yang efisien dan sesuai dengan kebutuhan lapangan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan metode pengembangan sistem *Waterfall*. Metode Waterfall dipilih karena memiliki tahapan yang berurutan, sistematis, dan setiap tahap harus diselesaikan secara tuntas sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya, sehingga risiko kesalahan pada proses perancangan sistem dapat diminimalkan [9][10]. Model ini terdiri atas lima tahapan utama, yaitu analisis kebutuhan (*requirement analysis*), desain sistem (*system design*), implementasi (*implementation*), pengujian (*testing*), dan pemeliharaan (*maintenance*) [9].

Penyusunan jadwal kegiatan belajar mengajar bahasa Prancis dimodelkan sebagai *Constraint Satisfaction Problem*, yang secara formal didefinisikan ke dalam tiga komponen utama, yaitu himpunan variabel (V), himpunan domain (D), dan himpunan batasan atau *constraint* (C) [11][12].

Variabel (V)

Variabel merepresentasikan setiap sesi kegiatan belajar mengajar bahasa Prancis yang harus dijadwalkan, dinotasikan sebagai $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$, dengan setiap v_i mewakili satu pertemuan kelas bahasa Prancis tertentu.

Domain (D)

Domain merupakan himpunan nilai yang mungkin diberikan pada setiap variabel, yaitu kombinasi guru pengampu, slot waktu (hari dan jam), serta ruang kelas yang tersedia, dinotasikan sebagai $D(v_i) = \{\text{guru, hari, jam, ruang}\}$.

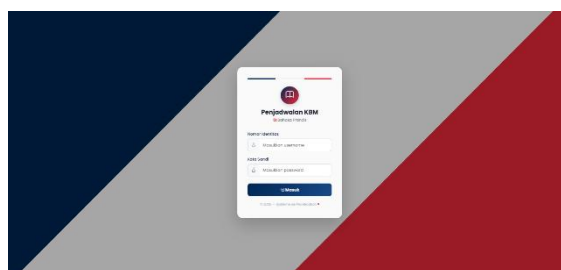
Batasan (Constraint/C)

Mengacu pada pendekatan yang digunakan dalam penelitian integrasi CSP pada optimasi penjadwalan berbasis batasan operasional [12], batasan dalam penelitian ini dibedakan menjadi dua kategori yaitu Hard constraint: satu guru tidak boleh mengajar dua kelas pada waktu yang sama; satu ruang tidak boleh digunakan dua kelas sekaligus; jumlah jam mengajar guru tidak melebihi kapasitas maksimal yang ditetapkan. Dan Soft constraint: preferensi waktu mengajar guru, serta pengelompokan kelas dengan tingkat kemahiran lanjut agar tidak berdekatan dengan jam istirahat.

HASIL

Sistem penjadwalan kegiatan belajar mengajar bahasa Prancis yang dikembangkan menghasilkan beberapa modul utama, yaitu: modul autentikasi pengguna, modul pengelolaan data master (guru, kelas, ruang, dan slot waktu), modul *generate* jadwal berbasis *Constraint Satisfaction Problem* (CSP), serta modul tampilan dan cetak jadwal.

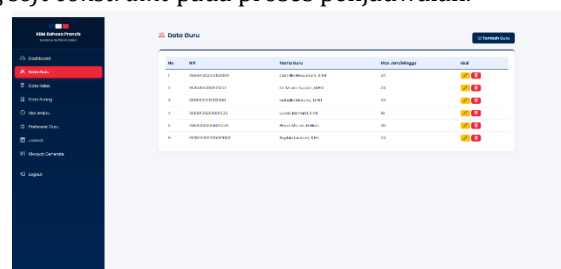
Halaman Login



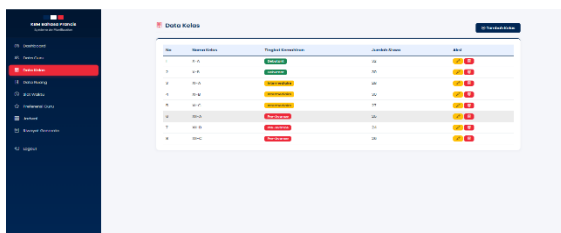
Gambar 1 Halaman Login

Halaman Pengelolaan Data Master

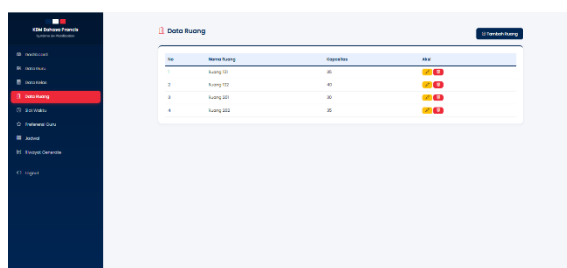
Halaman ini digunakan admin/tata usaha untuk menambah, mengubah, dan menghapus data guru bahasa Prancis, kelas, ruang belajar, serta slot waktu yang tersedia. Data preferensi guru (ketersediaan waktu mengajar) juga dikelola pada modul ini untuk mendukung *soft constraint* pada proses penjadwalan.



Gambar 2 Halaman Pengelolaan Data Guru

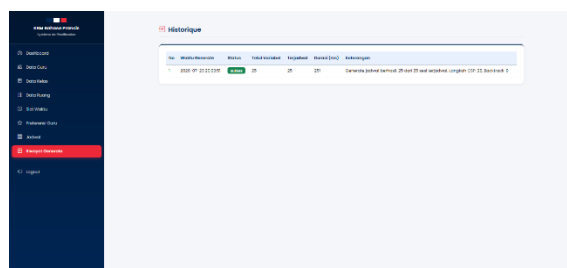


Gambar 3 Halaman Pengelolaan Data Kelas



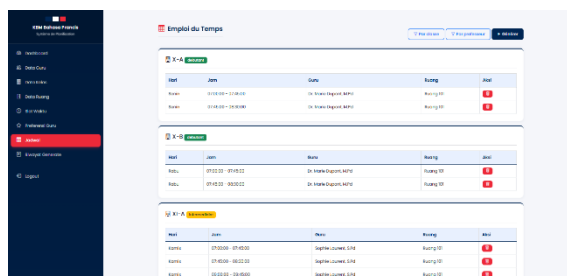
Gambar 4 Halaman Pengelolaan Data Ruangan

Halaman Generate Jadwal



Gambar 5. Halaman Generate Jadwal

Halaman Tampilan Jadwal



Berdasarkan data uji coba yang digunakan, yaitu 6 guru, 8 kelas, 4 ruang, dan 25 slot waktu per minggu, algoritma Constraint Satisfaction Problem (CSP) dengan metode backtracking berhasil menghasilkan solusi penjadwalan yang memenuhi seluruh hard constraint yang telah ditetapkan. Hard constraint tersebut meliputi tidak adanya guru yang mengajar pada waktu yang sama, tidak adanya kelas yang memperoleh dua mata pelajaran pada slot waktu yang sama, serta tidak adanya penggunaan ruang secara bersamaan. Ringkasan hasil pengujian algoritma CSP pada beberapa skenario ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian Algoritma CSP

No	Jumlah Variabel (Sesi)	Jumlah Guru	Status Solusi	Waktu Proses (ms)	Konflik Tersisa
1	48	6	Sukses	18*	0
2	96	6	Sukses	37*	0
3	120	4	Sebagian	52*	12

Hasil pada Tabel 1 menunjukkan bahwa algoritma backtracking mampu menghasilkan jadwal yang bebas konflik selama domain nilai, yaitu kombinasi guru, ruang, dan slot waktu, masih mencukupi jumlah variabel yang harus dijadwalkan. Pada skenario pertama dan kedua, seluruh hard constraint berhasil dipenuhi sehingga solusi jadwal dapat

dihasilkan tanpa konflik. Hal ini menunjukkan bahwa algoritma CSP efektif dalam melakukan pencarian solusi pada ruang pencarian yang masih memenuhi seluruh batasan yang telah ditentukan.

Pada skenario ketiga, status "Sebagian" muncul karena jumlah guru yang tersedia dikurangi menjadi 4 orang, sehingga tidak lagi mampu memenuhi seluruh kebutuhan sesi pembelajaran. Kondisi tersebut menyebabkan beberapa variabel tidak memperoleh nilai yang valid tanpa melanggar hard constraint. Temuan ini sejalan dengan kondisi nyata di lapangan bahwa keterbatasan jumlah guru bahasa Prancis masih menjadi salah satu kendala dalam penyusunan jadwal pembelajaran. Dengan demikian, efektivitas metode Constraint Satisfaction Problem (CSP) tidak hanya ditentukan oleh kemampuan algoritma dalam mencari solusi, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh kecukupan sumber daya yang tersedia sebagai domain nilai dari setiap variabel penjadwalan.

PEMBAHASAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penerapan model Constraint Satisfaction Problem (CSP) dengan algoritma backtracking dapat menyelesaikan permasalahan penjadwalan kegiatan belajar mengajar bahasa Prancis secara otomatis dan bebas konflik, selama ketersediaan sumber daya (guru, ruang, dan slot waktu) mencukupi kebutuhan variabel yang harus dijadwalkan. Dibandingkan dengan proses penjadwalan manual yang memakan waktu sekitar 1–2 hari kerja, sistem yang dibangun mampu menghasilkan jadwal dalam waktu kurang dari 1 detik, sehingga secara signifikan meningkatkan efisiensi waktu penyusunan jadwal.

Hasil pada skenario ketiga (Tabel 1) turut mengonfirmasi bahwa efektivitas algoritma CSP tetap bergantung pada kecukupan domain nilai, dalam hal ini jumlah guru bahasa Prancis yang tersedia. Ketika jumlah guru dikurangi dari 6 orang menjadi 4 orang, beberapa sesi pembelajaran tidak dapat dijadwalkan tanpa melanggar hard constraint sehingga status solusi menjadi "Sebagian". Temuan ini relevan dengan kondisi di lapangan yang menunjukkan bahwa keterbatasan jumlah guru bahasa Prancis masih menjadi salah satu kendala utama dalam penyelenggaraan pembelajaran. Dengan demikian, keberhasilan sistem penjadwalan berbasis CSP tidak hanya ditentukan oleh ketepatan algoritma, tetapi juga oleh kelengkapan dan kecukupan data 6 guru, 4 ruang, 8 kelas, serta 25 slot waktu yang menjadi input model.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, penerapan metode Constraint Satisfaction Problem (CSP) dengan algoritma *backtracking* berhasil menghasilkan jadwal kegiatan belajar mengajar bahasa Prancis secara otomatis, cepat, dan bebas konflik selama ketersediaan guru, ruang, dan slot waktu mencukupi. Sistem mampu memenuhi seluruh *hard constraint* sehingga lebih efisien dibandingkan penyusunan jadwal secara manual. Namun, efektivitas metode CSP tetap bergantung pada kecukupan sumber daya yang tersedia.

SARAN

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan sistem penjadwalan dengan menambahkan teknik optimasi atau heuristik, seperti forward checking, arc consistency, maupun algoritma metaheuristik, sehingga proses pencarian solusi dapat berjalan lebih efisien pada data yang lebih besar dan kompleks. Selain itu, sistem dapat dikembangkan dengan fitur penjadwalan ulang (rescheduling) secara otomatis ketika terjadi perubahan jadwal, penambahan guru, atau perubahan ketersediaan ruang. Pengujian juga perlu dilakukan menggunakan variasi data dan kondisi operasional yang lebih beragam agar keandalan serta performa metode Constraint Satisfaction Problem (CSP) dapat dievaluasi secara lebih komprehensif.

KETERBATASAN

Penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan, yaitu pengujian sistem hanya menggunakan data dengan jumlah guru, kelas, ruang, dan slot waktu yang relatif terbatas sehingga belum sepenuhnya merepresentasikan kondisi penjadwalan pada institusi pendidikan dengan skala yang lebih besar. Selain itu, sistem lebih berfokus pada pemenuhan

hard constraint, sedangkan penerapan soft constraint masih terbatas pada preferensi waktu mengajar guru dan belum mempertimbangkan aspek lain, seperti pemerataan beban mengajar, prioritas mata pelajaran, maupun preferensi jadwal dari seluruh pemangku kepentingan. Oleh karena itu, hasil penelitian ini masih memiliki ruang untuk dikembangkan agar mampu menangani kebutuhan penjadwalan yang lebih kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- R. A. G. Zahidah and R. A. Putri, "Implementasi Algoritma Constraint Satisfaction Problems dan Backtracking Pada Penjadwalan Kegiatan Belajar Mengajar," *METIK J.*, vol. 9, no. 1, pp. 82–91, 2025.
- C. Yulianti, "Pelajaran Bahasa Prancis Wajib di Sekolah, P2G Ingatkan Ada Kekurangan Guru," *detikEdu*, Detik.com, May 30, 2026. [Online]. Available: <https://www.detik.com/edu/sekolah/d-8510145/pelajaran-bahasa-prancis-wajib-di-sekolah-p2g-ingatkan-ada-kekurangan-guru>
- The Conversation Indonesia, "Ironi pernyataan presiden: Perlukah kita belajar bahasa Prancis di tengah krisis literasi?," *The Conversation Indonesia*, The Conversation, Jun. 12, 2026. [Online]. Available: <https://theconversation.com/ironi-pernyataan-presiden-perlukah-kita-belajar-bahasa-prancis-di-tengah-krisis-literasi-284434>
- L. Cahyani and R. Fitrasah, "Efektivitas Media Pembelajaran Interaktif Berbasis H5P Menggunakan Lumi Education terhadap Penguasaan Grammaire Pré-Avancé," *PRANALA J. Pendidik. Bhs. Franc.*, vol. 9, no. 1, pp. 50–58, 2026.
- M. S. Arkan, "IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA DALAM SISTEM PENJADWALAN MATA PELAJARAN PADA SMP NEGERI 3 PEMULUTAN BERBASIS WEB," *INFOTECH J.*, vol. 8, no. 2, pp. 67–73, 2022.
- M. B. Ilham, I. Ruslianto, and R. Hidayati, "Penerapan Metode Constraint Programming Pada Penjadwalan Mata Pelajaran di MTs Khaulafaur Rasyidin," *JUPITER J. Penelit. Ilmu dan Teknol. Komput.*, vol. 16, no. 1, pp. 107–118, 2024.
- N. Abdillah and S. Sugiono, "Algoritma Priority-Driven Bitmask Constraint Solver (PDBCS) untuk Penjadwalan Pelajaran Sekolah Otomatis," *JUKI J. Komput. dan Inform.*, vol. 8, pp. 216–232, Jun. 2026, doi: 10.53842/juki.v8i1.2419.
- T. Chen and X. Wu, "A Meta-Heuristic Approach for the Constraint Satisfaction Problem," in 2020 IEEE 10th International Conference on Electronics Information and Emergency Communication (ICEIEC), IEEE, 2020, pp. 164–167.
- Y. S. Rahayu, Y. Saputra, and D. Irawan, "Implementasi Metode Waterfall Pada Pengembangan Sistem Informasi Mobile E-Disarpus," *Zo. J. Sist. Inf.*, vol. 6, no. 2, pp. 523–534, 2024.
- M. Syarif and E. B. Pratama, "Implementasi Waterfall Sebagai Metode Pengembangan Perangkat Lunak Administrasi Kepegawaian Pada Swalayan," *J. Inform. Kaputama*, vol. 5, no. 1, pp. 174–184, 2021.
- S. Ananda, M. K. Gibran, F. Syakbani, M. Ulfa, and M. S. Hasibuan, "Analysis of the Use of Backtracking Algorithm in Course Scheduling," *J. Artif. Intell. Eng. Appl.*, vol. 4, no. 3, pp. 2368–2375, 2025.
- A. F. Syuhada, R. Mardhiyyah, and F. I. Sanjaya, "Integrasi Model Algoritma Genetika dan Constraint Satisfaction Problem pada Optimasi Penjadwalan Shift Karyawan UMKM Kuliner," *Bull. Comput. Sci. Res.*, vol. 6, no. 1, pp. 458–468, 2025.