

Optimasi Penjadwalan Mata Pelajaran Berbasis Kurikulum Merdeka Menggunakan *Integer Linear Programming*

Rendy Candra Permana, dkk.



Volume 13, Issue 2, Pages 202–210, Aug. 2025

Diterima 10 Mei 2025, Direvisi 14 Juli 2025, Disetujui 15 Juli 2025, Diterbitkan 17 Juli 2025

To Cite this Article : R. C. Permana, F. Hanum, T. Bakhtiar, dan P. T. Supriyo, “Optimasi Penjadwalan Mata Pelajaran Berbasis Kurikulum Merdeka Menggunakan *Integer Linear Programming*”, *Euler J. Ilm. Mat. Sains dan Teknol.*, vol. 13, no. 2, pp. 202–210, 2025, <https://doi.org/10.37905/euler.v13i2.32513>

© 2025 by author(s)

JOURNAL INFO • EULER : JURNAL ILMIAH MATEMATIKA, SAINS DAN TEKNOLOGI



| | | | |
|--|----------------------|---|---|
| | Homepage | : | http://ejournal.ung.ac.id/index.php/euler/index |
| | Journal Abbreviation | : | Euler J. Ilm. Mat. Sains dan Teknol. |
| | Frequency | : | Three times a year |
| | Publication Language | : | English (preferable), Indonesia |
| | DOI | : | https://doi.org/10.37905/euler |
| | Online ISSN | : | 2776-3706 |
| | License | : | Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License |
| | Publisher | : | Department of Mathematics, Universitas Negeri Gorontalo |
| | Country | : | Indonesia |
| | OAI Address | : | http://ejournal.ung.ac.id/index.php/euler/oai |
| | Google Scholar ID | : | QF_r-gAAAAJ |
| | Email | : | euler@ung.ac.id |

JAMBURA JOURNAL • FIND OUR OTHER JOURNALS



Jambura Journal of Biomathematics



Jambura Journal of Mathematics



Jambura Journal of Mathematics Education



Jambura Journal of Probability and Statistics

Optimasi Penjadwalan Mata Pelajaran Berbasis Kurikulum Merdeka Menggunakan *Integer Linear Programming*

Rendy Candra Permana^{1,*}, Farida Hanum¹, Toni Bakhtiar¹, Prpto Tri Supriyo¹

¹Program Studi Matematika, IPB University, Bogor 16680, Indonesia

ARTICLE HISTORY

Diterima 10 Mei 2025
Direvisi 14 Juli 2025
Disetujui 15 Juli 2025
Diterbitkan 17 Juli 2025

KATA KUNCI

Integer Linear Programming
Kurikulum Merdeka
Penjadwalan

KEYWORDS

Integer Linear Programming
Kurikulum Merdeka
Scheduling

ABSTRAK. Penjadwalan mata pelajaran di sekolah menengah yang menerapkan kurikulum merdeka merupakan permasalahan kompleks. Kurikulum merdeka menuntut fleksibilitas tinggi, pemenuhan kebutuhan belajar individual, serta integrasi antara mata pelajaran wajib dan pilihan. Kompleksitas bertambah karena keterbatasan waktu, distribusi beban mengajar yang tidak merata, keterbatasan ruang kelas, serta potensi bentrok jadwal antara guru dan siswa. Pendekatan manual yang masih umum digunakan sering kali tidak efisien, memakan waktu lama, dan menghasilkan jadwal yang tidak optimal. Untuk mengatasi tantangan ini, penelitian ini mengusulkan model penjadwalan otomatis berbasis *Integer Linear Programming (ILP)*, yang diimplementasikan menggunakan perangkat lunak LINGO 19.0. Model ini memperhitungkan berbagai batasan riil seperti batas maksimum jam belajar per hari, hari khusus untuk mata pelajaran wajib dan pilihan, penjadwalan dua jam berturut-turut untuk setiap mata pelajaran, serta ketersediaan guru. Studi kasus dilakukan pada kelas XI di SMAN 58 Jakarta, yang terdiri atas 9 kelas, 32 guru, dan 18 mata pelajaran (9 wajib dan 9 pilihan). Hasil eksperimen menunjukkan bahwa model ini mampu menghasilkan jadwal yang efisien, bebas bentrok, mempercepat proses penjadwalan, dan mendukung pemerataan beban kerja guru.

ABSTRACT. Scheduling subjects in secondary schools implementing the kurikulum merdeka presents a complex challenge. Kurikulum merdeka demands a high degree of flexibility, fulfillment of individual learning needs, and integration between mandatory and elective subjects. The complexity increases due to time constraints, uneven distribution of teaching loads, limited classroom availability, and potential schedule conflicts between teachers and students. The manual approach, which is still commonly used, is often inefficient, time-consuming, and results in suboptimal schedules. To address these challenges, this study proposes an automated scheduling model based on *Integer Linear Programming (ILP)*, implemented using LINGO 19.0 software. The model considers various real-world constraints, such as the maximum number of study hours per day, designated days for mandatory and elective subjects, the requirement for two consecutive periods per subject, and teacher availability. A case study was conducted for Grade XI at SMAN 58 Jakarta, involving 9 classes, 32 teachers, and 18 subjects (9 mandatory and 9 elective). The experimental results show that the model can produce efficient, conflict-free schedules, accelerate the scheduling process, and support equitable teacher workload distribution.



This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. Editorial of EULER: Department of Mathematics, Universitas Negeri Gorontalo, Jln. Prof. Dr. Ing. B. J. Habibie, Bone Bolango 96554, Indonesia.

1. Pendahuluan

Pendidikan merupakan pilar utama dalam pembangunan sumber daya manusia yang berkualitas. Di Indonesia, reformasi sistem pendidikan terus dilakukan untuk merespons dinamika zaman. Salah satu perubahan signifikan adalah implementasi kurikulum merdeka, yang bertujuan memberikan otonomi lebih besar kepada sekolah dalam menyusun materi ajar dan metode pembelajaran yang fleksibel serta kontekstual sesuai kebutuhan peserta didik [1].

Meskipun menawarkan fleksibilitas tinggi, Kurikulum Merdeka juga menimbulkan tantangan baru, terutama dalam proses penjadwalan mata pelajaran. Siswa diberi kebebasan memilih mata pelajaran sesuai minat dan bakatnya, sehingga jadwal harus disesuaikan dengan preferensi individual yang sangat bervariasi.

Hal ini membuat penjadwalan tidak lagi bersifat seragam, tetapi perlu mempertimbangkan kombinasi pilihan setiap siswa tanpa terjadi jadwal yang bentrok.

Di SMAN 58 Jakarta, penerapan kurikulum merdeka telah dimulai sebagai bagian dari upaya peningkatan kualitas pendidikan. Sebagai sekolah pengadopsi kurikulum ini, SMAN 58 menghadapi tantangan baru, salah satunya adalah dalam menyusun jadwal mata pelajaran yang optimal dan sesuai dengan ketentuan kurikulum. Masalah penjadwalan merupakan proses kompleks yang melibatkan pengalokasian sumber daya terbatas, seperti guru dan ruang kelas, ke dalam periode waktu tertentu untuk memenuhi kebutuhan pembelajaran. Proses ini harus memperhatikan berbagai faktor, seperti ketersediaan waktu mengajar guru, penggunaan ruang kelas secara bergantian, serta pilihan dan kebutuhan siswa [2]. Keterbatasan jumlah guru dan ruang kelas menambah tingkat kesulitan dalam penyusunan jadwal. Selain

*Penulis Korespondensi.

itu, kebijakan mengenai jumlah jam belajar untuk setiap mata pelajaran juga harus dipatuhi, sehingga semakin membatasi fleksibilitas penjadwalan [3].

Metode penjadwalan tradisional yang seringkali menggunakan pendekatan manual atau berbasis trial-and-error tidak lagi memadai untuk mengatasi kompleksitas yang dihadapi dalam penjadwalan mata pelajaran berbasis kurikulum merdeka. Pendekatan ini cenderung memakan waktu yang lama yaitu 2 sampai 3 minggu dan tidak selalu menghasilkan solusi yang optimal. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih sistematis dan efisien untuk menyusun jadwal yang memenuhi semua kriteria yang ditetapkan. Masalah yang belum terpecahkan tersebut diharapkan memiliki metode penyelesaian sehingga solusi yang didapatkan memiliki kualitas yang tinggi [4].

Salah satu model matematika yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah penjadwalan adalah *Integer Linear Programming* (ILP), yaitu bentuk pemrograman linear dengan variabel yang bernilai bilangan bulat [5]. Dalam konteks penjadwalan mata pelajaran, ILP dapat digunakan untuk menyusun jadwal yang optimal dengan mempertimbangkan berbagai kendala yang ada secara bersamaan. Dengan menggunakan ILP, diharapkan penjadwalan dapat dilakukan dengan lebih efisien dan efektif, sehingga semua pihak yang terlibat, baik siswa, guru, maupun manajemen sekolah, dapat memperoleh manfaat yang maksimal.

Dalam beberapa tahun terakhir, pendekatan matematis seperti pemrograman integer semakin banyak digunakan untuk menyelesaikan masalah penjadwalan. Survei terbaru menunjukkan bahwa pemrograman integer, bersama dengan metode heuristik, merupakan pendekatan yang paling umum diterapkan dalam berbagai studi penjadwalan mata pelajaran [6]. Metode ini dinilai efektif karena mampu menghasilkan solusi yang optimal dalam kondisi kendala yang kompleks.

Beberapa penelitian sebelumnya telah menerapkan berbagai model matematika untuk menyelesaikan masalah penjadwalan. Misalnya, pemrograman campuran bilangan bulat (mixed-integer programming) telah digunakan dalam penjadwalan mata kuliah di Universitas Kuwait [7]. Sementara itu, pendekatan lain seperti auto generate timetable berbasis array juga telah diterapkan untuk menyusun jadwal perkuliahan secara otomatis [8].

Penerapan *Integer Linear Programming* (ILP) dalam penjadwalan telah banyak dikaji pada berbagai institusi pendidikan. Di perguruan tinggi, Daskalaki dkk. [9] memodelkan jadwal perkuliahan selama lima hari. Selanjutnya, Apriandini dkk. [10] menyusun jadwal mayor-minor dengan mempertimbangkan preferensi dosen, sedangkan Kusuma dan Adiputra [11] mengembangkan penugasan dosen dalam program MBKM menggunakan ILP dan cloud theory based simulated annealing. Adapun Michellen [12] menjadwalkan perkuliahan pada Program Pendidikan Kompetensi Umum IPB. Dalam kasus lain, Wungguli dan Nurwan [13] meneliti penjadwalan perkuliahan umum dan otomatisasi. Pada tingkat sekolah menengah, Saefurrohman [14] membahas penjadwalan di SMA berbasis Islam dengan mata pelajaran umum dan diniyyah. Lebih lanjut, di lembaga bimbingan belajar, Satrio [15] memadukan ILP dan weighted sum method untuk menyusun jadwal berdasarkan ketersediaan pengajar dan efisiensi biaya. Studi yang secara khusus membahas penjadwalan mata pelajaran berbasis kurikulum merdeka dengan pendekatan matematis dan perangkat lunak khusus masih jarang ditemukan [16]. Peneliti-

an ini hadir sebagai salah satu upaya yang berfokus pada aspek teknis penjadwalan dalam konteks kurikulum merdeka di tingkat SMA.

Berbeda dari penelitian sebelumnya, penelitian ini secara khusus menjadwalkan mata pelajaran di SMAN 58 Jakarta dengan pendekatan berbasis kurikulum merdeka yang mempertimbangkan minat siswa. Terdapat dua jenis mata pelajaran yang dijadwalkan, yaitu mata pelajaran wajib dan mata pelajaran minat. Pendekatan ini mencerminkan kompleksitas tambahan yang belum banyak dibahas dalam studi sebelumnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji penerapan *Integer Linear Programming* (ILP) dalam menyusun jadwal yang tidak hanya memenuhi tuntutan kurikulum merdeka, tetapi juga adaptif terhadap keterbatasan sumber daya. Kontribusi ilmiah dari penelitian ini terletak pada pengembangan model penjadwalan yang mempertimbangkan kebutuhan individual siswa dalam sistem kurikulum yang fleksibel, serta optimalisasi sumber daya melalui pendekatan matematis. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengelolaan penjadwalan di sekolah lain yang menerapkan kurikulum merdeka, sekaligus memperkaya literatur keilmuan di bidang optimasi penjadwalan pendidikan.

2. Metode

Metode penelitian yang digunakan penulis dalam penyusunan karya ilmiah ini adalah studi kasus dan pendekatan matematis sebagai berikut:

2.1. Studi Kasus dan Studi Literatur

Pada tahap ini, penulis mengidentifikasi karakteristik khusus dari sistem penjadwalan di SMAN 58 Jakarta, seperti jumlah guru, struktur mata pelajaran (wajib dan minat), pembagian hari belajar, dan jam pelajaran. Studi literatur dilakukan untuk menelaah pendekatan penjadwalan yang telah diterapkan sebelumnya, termasuk model-model ILP di institusi pendidikan lain. Literatur ini menjadi dasar dalam merumuskan fungsi objektif dan kendala-kendala utama dalam model ILP.

2.2. Pengumpulan Data

Pada tahap ini, penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data dari berbagai sumber referensi, terutama wawancara dengan pihak sekolah, buku, artikel, dan jurnal. Selain itu juga dilakukan pencarian mengenai solusi penjadwalan yang telah ada sebelumnya untuk digunakan sebagai referensi dalam proses yang sedang berlangsung. Data diperoleh melalui:

- Wawancara langsung dengan 3 guru mata pelajaran wajib, 2 guru mata pelajaran minat, dan 1 wakil kepala sekolah bidang kurikulum.
- Observasi terhadap struktur jadwal semester sebelumnya.
- Dokumentasi berupa data jumlah kelas, daftar guru dan mata pelajaran, serta nilai rapor kelas X sebagai dasar pemilihan mata pelajaran minat.

Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur selama dua pekan pada bulan Juli 2024, dengan menggunakan panduan pertanyaan yang disesuaikan untuk masing-masing responden.

2.3. Pengolahan Data

Data yang mencakup jadwal mata pelajaran dan jumlah mata pelajaran, jumlah guru dan jam mengajarnya di kelas, bobot

mata pelajaran, serta jumlah jam pelajaran per pekan digunakan sebagai fungsi tujuan, kendala, dan variabel keputusan dalam bentuk *Integer Linear Programming*. Masalah optimasi ini akan diselesaikan menggunakan perangkat lunak LINGO 19.0.

Model ILP yang dibangun bersifat single-objective, dengan tujuan utama meminimalkan total bobot pembelajaran terhadap distribusi waktu, khususnya untuk menempatkan mata pelajaran dengan tingkat kesulitan tinggi di jam awal (pagi hari), agar memaksimalkan konsentrasi siswa.

Variabel keputusan utama dalam model ini didefinisikan sebagai:

$$X_{tcsde} = \begin{cases} 1, & \text{jika guru } t \text{ di kelas } c \text{ mengajar mata pelajaran} \\ & s \text{ pada hari } d \text{ jam } e, \\ 0, & \text{jika selainnya.} \end{cases}$$

Tujuan dari model ini adalah menyusun jadwal mata pelajaran yang optimal dengan cara meminimumkan total bobot mata pelajaran terhadap jam pelajaran. Beberapa kendala yang dapat muncul dalam masalah penjadwalan mata pelajaran di SMAN 58 Jakarta ini adalah sebagai berikut:

1. Kegiatan Belajar Mengajar (KBM) dilaksanakan di setiap jam pelajaran.
2. Tidak ada mata pelajaran wajib yang dijadwalkan pada hari Selasa dan Rabu.
3. Tidak ada mata pelajaran minat yang dijadwalkan pada hari Senin, Kamis, dan Jumat.
4. Tidak boleh ada guru mata pelajaran yang mengajar di dua kelas atau lebih pada jam pelajaran yang sama.
5. Guru mengajar sesuai dengan bidang yang dikuasai dan sesuai dengan jumlah jam pelajaran setiap pekannya.
6. Terpenuhinya jumlah jam pelajaran waktu KBM setiap kelas dalam setiap pekannya.
7. Setiap guru mata pelajaran tidak boleh mengajar lebih dari tiga jam pelajaran setiap harinya di setiap kelas.
8. Setiap ruang kelas hanya dapat digunakan untuk satu mata pelajaran di setiap jam pelajaran.
9. Khusus hari Jumat KBM hanya dilaksanakan pada jam ke 1 sampai 3, karena jam ke 4 dan seterusnya akan digunakan untuk proyek bersama wali kelas.
10. Setiap hari Senin dan Kamis KBM hanya sampai jam ke 9.
11. Setiap mata pelajaran berurutan minimal 2 jam pelajaran.
12. Setiap harinya terdapat maksimal 10 jam pelajaran.
13. Total jam pelajaran dalam satu pekan untuk setiap kelas adalah 41 jam.

Beberapa asumsi yang digunakan dalam penulisan karya ilmiah ini ialah mata pelajaran, kelas, dan jam mengajar setiap guru telah ditetapkan sebelumnya; setiap guru dapat mengajar di setiap jam di setiap harinya.

2.4. Penulisan Data

Untuk menganalisis permasalahan ini diperlukan data sebagai berikut:

- (a) Data jadwal mata pelajaran dan jumlah mata pelajaran.
- (b) Data banyak guru dan jam mengajarnya di kelas.
- (c) Data bobot mata pelajaran.
- (d) Data jumlah jam pelajaran per pekan.
- (e) Data nilai rapor kelas X untuk mata pelajaran minat.

Nilai rapor kelas X digunakan untuk mengelompokkan siswa ke dalam preferensi waktu belajar. Mata pelajaran minat dengan rata-rata nilai rendah di kelas X akan diprioritaskan untuk dijadwalkan pada jam pagi (jam 1–4), agar siswa memiliki kesempatan memahami materi dengan lebih baik saat konsentrasi tinggi.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Deskripsi Masalah

Implementasi kurikulum merdeka di SMAN 58 Jakarta telah membawa perubahan signifikan dalam manajemen pembelajaran, terutama terkait penjadwalan mata pelajaran. Kurikulum ini memberikan fleksibilitas bagi siswa untuk memilih mata pelajaran sesuai dengan minat dan bakat, dengan tujuan untuk mengoptimalkan pengembangan potensi individu. Fleksibilitas tersebut juga menambah kompleksitas dalam penyusunan jadwal pelajaran. Saat ini SMAN 58 Jakarta masih menggunakan metode penjadwalan tradisional atau manual, proses ini bisa memakan waktu hingga 2 sampai 3 minggu. Guru harus menyusun jadwal secara manual, sering kali menghadapi tantangan seperti tumpang tindih waktu mengajar, penggunaan ruang kelas yang tidak efisien, alokasi waktu yang tidak seimbang dan sering kali mata pelajaran sulit dilaksanakan secara berurutan. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih sistematis dan efisien dalam menyusun jadwal mata pelajaran. *Integer Linear Programming* (ILP) muncul sebagai solusi potensial untuk mengatasi masalah ini.

Masalah penjadwalan mata pelajaran di SMAN 58 Jakarta berkaitan dengan guru, mata pelajaran, kelas, hari, dan jam pelajaran. Mata pelajaran di SMAN 58 Jakarta dibagi menjadi mata pelajaran wajib dan mata pelajaran minat. Mata pelajaran wajib dijadwalkan pada Senin dan Kamis dari jam pertama hingga jam kesembilan, serta Jumat dari jam pertama hingga jam ketiga. Mata pelajaran minat dijadwalkan pada Selasa dan Rabu dari jam pertama hingga jam kesepuluh. Selain itu, di SMAN 58 Jakarta terdapat proyek P5 (Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila) untuk kelas XI bertema "kearifan lokal" yang berlangsung selama 3 bulan dan dijadwalkan pada hari Jumat jam keempat dan seterusnya. Oleh karena itu, pada hari Jumat jam keempat dan seterusnya tidak dilakukan penjadwalan.

Dalam karya ilmiah ini, semua mata pelajaran akan diberikan bobot yang bertujuan memprioritaskan penyusunan jadwal mata pelajaran sesuai dengan tingkat kesulitannya, jika mata pelajaran memiliki bobot relatif kecil di suatu jam pelajaran maka mata pelajaran tersebut diharapkan dapat dijadwalkan di jam tersebut. Bobot mata pelajaran pada masalah penjadwalan di SMAN 58 Jakarta diberikan dengan pertimbangan antara lain sebagai berikut:

- (a) Mata pelajaran wajib yang relatif sulit dan memiliki jumlah 3 jam pelajaran seperti Matematika, Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris dapat mudah dipahami oleh siswa jika diajarkan di pagi hari pada jam pertama hingga ketiga dibandingkan jika diajarkan pada siang hari, sehingga diberikan bobot kecil pada jam pelajaran di pagi hari.
- (b) Selain itu mata pelajaran PJOK (Pendidikan Jasmani Olahraga dan Kesehatan) pun dijadwalkan pada pagi hari dengan tujuan agar siswa masih dalam kondisi fisik yang segar dan bugar, sehingga diharapkan dapat mendukung performa optimal dalam aktivitas fisik dibandingkan jika dijadwalkan pada

Tabel 1. Mata pelajaran dan jumlah jam pelajaran

| Indeks mapel | Mapel | Klasi-fikasi | Jumlah jam per pekan di setiap kelas XI | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| 1 | Agama | W | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | B. Indonesia | W | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3 | Matematika | W | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 4 | Seni Budaya | W | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 5 | B. Inggris | W | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 6 | Sejarah | W | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 7 | PKWU | W | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 8 | PJOK | W | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 9 | PKN | W | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 10 | Sosiologi | M | 5 | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 0 | 5 | 5 |
| 11 | Ekonomi | M | 5 | 5 | 0 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 |
| 12 | Fisika | M | 5 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 |
| 13 | Geografi | M | 5 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | Biologi | M | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 0 | 0 |
| 15 | Kimia | M | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 16 | Matematika-minat | M | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | Informatika | M | 0 | 5 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 |
| 18 | Sejarah-minat | M | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 |

Keterangan : W: Mata pelajaran wajib, M: Mata pelajaran minat.

Tabel 2. Bobot mata pelajaran

| Indeks mapel | Mapel | Klasi-fikasi | Bobot mata pelajaran di jam pelajaran | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|--------------|---------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Agama | W | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 10 |
| 2 | B. Indonesia | W | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 10 |
| 3 | Matematika | W | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 10 |
| 4 | Seni Budaya | W | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 10 |
| 5 | B. Inggris | W | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | 5 | 10 |
| 6 | Sejarah | W | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 10 |
| 7 | PKWU | W | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 10 |
| 8 | PJOK | W | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 10 |
| 9 | PKN | W | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 10 |
| 10 | Sosiologi | M | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 11 | Ekonomi | M | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 12 | Fisika | M | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 13 | Geografi | M | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 14 | Biologi | M | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| 15 | Kimia | M | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 16 | Matematika-minat | M | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 17 | Informatika | M | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 18 | Sejarah-minat | M | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 |

da siang hari.

- (c) Mata pelajaran wajib lainnya yang relatif mudah akan diprioritaskan untuk dijadwalkan siang hari pada jam ketujuh hingga kesembilan.
- (d) Mata pelajaran minat dipilih berdasarkan rata-rata nilai rapor siswa di kelas X; mata pelajaran dengan nilai yang lebih rendah diprioritaskan dijadwalkan pada pagi hari. Hal ini bertujuan meningkatkan fokus dan pemahaman siswa saat kondisi masih segar, dibandingkan jika mata pelajaran tersebut dijadwalkan pada siang hari.

3.2. Formulasi dan Implementasi Model

Penelitian ini dilakukan untuk menentukan penjadwalan yang optimal di SMAN 58 Jakarta. Sekolah ini memiliki guru keseluruhan sebanyak 53 orang guru untuk semua tingkatan (kelas X,

XI, dan XII). Namun di sini penulis hanya akan berfokus pada penjadwalan kelas XI. Sekolah ini memiliki 32 guru yang mengajar kelas XI dengan indeks guru $t = \{1, 2, 3, \dots, 32\}$, yang terdiri dari 9 kelas (XI-1, XI-2, ..., XI-9) dengan indeks kelas $c = \{1, 2, 3, \dots, 9\}$, dan memiliki 18 mata pelajaran dengan indeks mata pelajaran $s = \{1, 2, 3, \dots, 18\}$.

Mata pelajaran (mapel) pada sekolah ini dikategorikan menjadi dua bagian yaitu mata pelajaran wajib dan mata pelajaran minat serta banyak jam pelajaran yang dibutuhkan untuk setiap kelas per pekan yang disajikan pada **Tabel 1**. Selain itu ada pula pembobotan pada mata pelajaran yang disajikan pada **Tabel 2**. Jika mata pelajaran memiliki bobot kecil di suatu jam pelajaran maka mata pelajaran tersebut diharapkan dapat dijadwalkan di jam tersebut.

KBM di SMAN 58 Jakarta dilaksanakan dari hari Senin sam-

Tabel 3. Daftar jam pelajaran di SMAN 58 Jakarta

| Jam pelajaran | Waktu |
|---------------|-------------|
| 1 | 07.00-07.45 |
| 2 | 07.45-08.30 |
| 3 | 08.30-09.15 |
| 4 | 09.15-10.00 |
| ISTIRAHAT | 10.00-10.20 |
| 5 | 10.20-11.05 |
| 6 | 11.05-11.50 |
| ISTIRAHAT | 11.50-12.20 |
| 7 | 12.20-13.00 |
| 8 | 13.00-13.40 |
| 9 | 13.40-14.20 |
| 10 | 14.20-15.00 |

Tabel 4. Mata pelajaran yang dapat diajarkan guru dan banyaknya jam pelajaran setiap kelas

| Indeks guru | Kode guru | Mata pelajaran | Banyaknya jam pelajaran di setiap kelas XI | | | | | | | | | |
|-------------|-----------|------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| 1 | A4 | Agama | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | B2 | B. Indonesia | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3 | B3 | B. Indonesia | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | M1 | Matematika | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | M2 | Matematika | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | M5 | Matematika | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 7 | N1 | Seni Budaya | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 8 | L1 | B. Inggris | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | L2 | B. Inggris | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 10 | S1 | Sejarah | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 11 | S2 | Sejarah | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | W1 | PKWU | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 13 | W3 | PKWU | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | J2 | PJOK | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 15 | P2 | PKN | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 16 | D1 | Sosiologi | 5 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | D2 | Sosiologi | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | D3 | Sosiologi | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | D4 | Sosiologi | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 |
| 20 | E1 | Ekonomi | 5 | 5 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | E3 | Ekonomi | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 |
| 22 | F2 | Fisika | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | F4 | Fisika | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 |
| 24 | G3 | Geografi | 5 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | H1 | Biologi | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | H2 | Biologi | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 5 | 0 | 0 |
| 27 | K1 | Kimia | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | K3 | Kimia | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 29 | M3 | Matematika-minat | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | T1 | Informatika | 0 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31 | T2 | Informatika | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 |
| 32 | S3 | Sejarah-minat | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 |

pai Jumat dengan maksimal 10 jam pelajaran setiap harinya. Pada hari Senin dan Kamis hanya terdapat 9 jam pelajaran yang akan dijadwalkan dan diisi oleh mata pelajaran wajib, untuk hari Selasa dan Rabu terdapat 10 jam pelajaran yang akan diisi oleh mata pelajaran minat. Khusus di hari Jumat terdapat 3 jam mata pelajaran yang akan diisi oleh mata pelajaran wajib dan sisanya yaitu 4 jam pelajaran akan diisi oleh proyek bersama wali kelas dan tidak masuk dalam penjadwalan. Banyaknya jam pelajaran tiap kelas dalam satu pekan adalah 41 jam pelajaran. Daftar jam pelajaran

an dapat dilihat pada **Tabel 3**. Selain itu ada pula mata pelajaran yang dapat diajarkan guru dan banyaknya jam pelajaran setiap kelas dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4 menunjukkan distribusi mata pelajaran yang diajarkan oleh guru kelas XI di SMAN 58 Jakarta beserta alokasi jam pelajaran untuk setiap kelas. Setiap guru memiliki kode masing-masing dan bertanggung jawab mengajar mata pelajaran tertentu dengan jumlah jam yang telah ditetapkan di setiap kelas. Mata pelajaran wajib akan diajarkan di semua kelas dengan alokasi

jam yang merata. Mata pelajaran wajib seperti Matematika, Bahasa Indonesia, dan Bahasa Inggris memiliki durasi jam pelajaran yang lebih panjang dari mata pelajaran wajib lainnya yaitu selama 3 jam pelajaran. Selain itu, mata pelajaran minat akan diajarkan selama 5 jam pelajaran dengan dua kali pertemuan di setiap pekannya. Pengaturan ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan kurikulum dengan mempertimbangkan ketersediaan guru dan kebutuhan masing-masing kelas.

Himpunan

| | | |
|-------|---|---|
| T | = | himpunan guru, yaitu $T = \{1, 2, 3, \dots, 32\}$ |
| T_w | = | himpunan guru mata pelajaran wajib, yaitu $T_w \subseteq T$ |
| T_m | = | himpunan guru mata pelajaran minat, yaitu $T_m \subseteq T$ |
| C | = | himpunan kelas, yaitu $C = \{1, 2, 3, \dots, 9\}$ |
| D | = | himpunan hari KBM, yaitu $D = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ |
| E | = | himpunan jam pelajaran, yaitu $E = \{1, 2, 3, \dots, 10\}$ |
| S | = | himpunan mata pelajaran, yaitu $S = \{1, 2, 3, \dots, 18\}$ |
| S_w | = | himpunan mata pelajaran wajib, yaitu $S_w \subseteq S$ |
| S_m | = | himpunan mata pelajaran minat, yaitu $S_m \subseteq S$ |

Parameter

| | | | |
|-----------|---|---|-----|
| b_{se} | = | bobot mata pelajaran pada jam pelajaran e | s |
| f_c | = | banyaknya jam pelajaran waktu KBM di kelas c | |
| r_{tcs} | = | banyaknya jam mengajar guru t di kelas c untuk mata pelajaran s | |

Variabel Keputusan

$$X_{tcsde} = \begin{cases} 1, & \text{jika guru } t \text{ di kelas } c \text{ mengajar mata pelajaran } s \\ & \text{pada hari } d \text{ jam } e \\ 0, & \text{jika selainnya} \end{cases}$$

Fungsi Objektif

Fungsi objektif masalah penjadwalan ini ialah meminimumkan total bobot mata pelajaran terhadap jam pelajaran yang didefinisikan sebagai berikut:

$$\min \sum_{t=1}^{32} \sum_{c=1}^9 \sum_{s=1}^{18} \sum_{d=1}^5 \sum_{e=1}^{10} b_{se} X_{tcsde}$$

Kendala

1. KBM dilaksanakan di setiap jam pelajaran

(a) Mata pelajaran wajib dijadwalkan di hari Senin dan Kamis di setiap jam pelajaran

$$\sum_{t=1}^{15} \sum_{s=1}^9 X_{tcsde} = 1, \forall c \in C, d \in \{1, 4\}, e \in \{1, 2, 3, \dots, 9\}.$$

(b) Mata pelajaran minat hanya dijadwalkan di hari Selasa dan Rabu di setiap jam pelajaran

$$\sum_{t=16}^{32} \sum_{s=10}^{18} X_{tcsde} = 1, \forall c \in C, d \in \{2, 3\}, e \in E.$$

(c) Di hari Jumat mata pelajaran wajib hanya dijadwalkan pada jam ke 1-3

$$\sum_{t=1}^{15} \sum_{s=1}^9 X_{tcsde} = 1, \forall c \in C, d \in \{5\}, e \in \{1, 2, 3\}.$$

2. Tidak ada mata pelajaran wajib yang dijadwalkan pada hari Selasa dan Rabu

$$\sum_{e=1}^{10} X_{tcsde} = 0, \forall t \in T, d \in \{2, 3\}, s \in \{1, 2, 3, \dots, 9\}, c \in C.$$

3. Tidak ada mata pelajaran minat yang dijadwalkan pada hari Senin, Kamis, dan Jumat

$$\sum_{e=1}^{10} X_{tcsde} = 0, \forall t \in T, d \in \{1, 4, 5\}, s \in \{10, 11, 12, \dots, 18\}, c \in C.$$

4. Tidak boleh ada guru mata pelajaran yang mengajar di dua kelas atau lebih pada jam pelajaran yang sama

$$\sum_{c=1}^9 \sum_{s=1}^{18} X_{tcsde} \leq 1, \forall t \in T, d \in D, e \in E.$$

5. Guru mengajar sesuai dengan bidang yang dikuasai dan sesuai dengan jumlah jam pelajaran setiap pekannya

$$\sum_{d=1}^5 \sum_{e=1}^{10} X_{tcsde} = r_{tcs}, \forall t \in T, c \in C, s \in S.$$

6. Terpenuhi jumlah jam pelajaran waktu KBM di kelas c dalam setiap pekannya

$$\sum_{t=1}^{32} \sum_{s=1}^{18} \sum_{d=1}^5 \sum_{e=1}^{10} X_{tcsde} = f_c, \forall c \in C.$$

7. Setiap guru mata pelajaran tidak boleh mengajar lebih dari tiga jam pelajaran setiap harinya di setiap kelas

$$\sum_{e=1}^{10} X_{tcsde} \leq 3, \forall t \in T, d \in D, s \in S, c \in C.$$

8. Setiap ruang kelas hanya dapat digunakan untuk satu mata pelajaran di setiap jam pelajaran

$$\sum_{s=1}^{18} X_{tcsde} \leq 1, \forall t \in T, d \in D, c \in C, e \in E.$$

9. Khusus hari Jumat KBM hanya jam ke 1-3, karena jam ke 4 dan seterusnya akan digunakan untuk proyek bersama wali kelas

$$\sum_{e=4}^{10} X_{tcsde} = 0, \forall t \in T, d \in \{5\}, s \in S, c \in C.$$

Tabel 5. Jadwal mata pelajaran hasil model matematika di SMAN 58 Jakarta

| Hari | Jam pelajaran | Kelas XI | | | | | | | | |
|--------|---------------|----------|----|----|--------|--------|----|----|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Senin | 1 | M1 | L1 | M2 | A4 | B3 | N1 | B2 | J2 | M5 |
| | 2 | M1 | L1 | M2 | A4 | B3 | N1 | B2 | J2 | M5 |
| | 3 | B3 | N1 | J2 | S2 | P2 | M2 | W1 | A4 | B2 |
| | 4 | B3 | N1 | J2 | S2 | P2 | M2 | W1 | A4 | B2 |
| | ISTIRAHAT | | | | | | | | | |
| | 5 | S2 | W3 | A4 | J2 | N1 | L1 | L2 | P2 | W1 |
| | 6 | S2 | W3 | A4 | J2 | N1 | L1 | L2 | P2 | W1 |
| | ISTIRAHAT | | | | | | | | | |
| | 7 | J2 | L1 | P2 | N1 | B3 | M2 | B2 | M5 | L2 |
| 8 | J2 | A4 | W3 | N1 | S2 | W1 | P2 | S1 | B2 | |
| 9 | L1 | A4 | W3 | B3 | S2 | P2 | N1 | W1 | S1 | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Selasa | 1 | F2 | G3 | F4 | E1 | K1 | M3 | H2 | K3 | E3 |
| | 2 | F2 | G3 | F4 | E1 | K1 | M3 | H2 | K3 | E3 |
| | 3 | F2 | G3 | F4 | E1 | K1 | M3 | H2 | K3 | E3 |
| | 4 | D1 | T1 | G3 | H1 | D2 | H2 | K3 | S3 | T2 |
| | ISTIRAHAT | | | | | | | | | |
| | 5 | D1 | T1 | G3 | H1 | D2 | H2 | K3 | S3 | T2 |
| | 6 | D1 | T1 | G3 | H1 | D2 | H2 | K3 | S3 | T2 |
| | ISTIRAHAT | | | | | | | | | |
| | 7 | G3 | E1 | D1 | D2 | E3 | K1 | M3 | F4 | K3 |
| | 8 | G3 | E1 | D1 | D2 | E3 | K1 | M3 | F4 | K3 |
| 9 | E1 | F2 | T1 | T2 | H1 | D2 | D3 | H2 | D4 | |
| 10 | E1 | F2 | T1 | T2 | H1 | D2 | D3 | H2 | D4 | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Rabu | 1 | G3 | E1 | T1 | D2 | E3 | K1 | M3 | H2 | K3 |
| | 2 | G3 | E1 | T1 | D2 | E3 | K1 | M3 | H2 | K3 |
| | 3 | G3 | E1 | T1 | D2 | E3 | K1 | M3 | H2 | K3 |
| | 4 | E1 | F2 | D1 | T2 | H1 | D2 | D3 | F4 | D4 |
| | ISTIRAHAT | | | | | | | | | |
| | 5 | E1 | F2 | D1 | T2 | H1 | D2 | D3 | F4 | D4 |
| | 6 | E1 | F2 | D1 | T2 | H1 | D2 | D3 | F4 | D4 |
| | ISTIRAHAT | | | | | | | | | |
| | 7 | D1 | G3 | F4 | E1 | D2 | M3 | H2 | K3 | E3 |
| | 8 | D1 | G3 | F4 | E1 | D2 | M3 | H2 | K3 | E3 |
| 9 | F2 | T1 | G3 | H1 | K1 | H2 | K3 | S3 | T2 | |
| 10 | F2 | T1 | G3 | H1 | K1 | H2 | K3 | S3 | T2 | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Kamis | 1 | N1 | P2 | L1 | B3 | M2 | A4 | M5 | B2 | J2 |
| | 2 | N1 | P2 | L1 | B3 | M2 | A4 | M5 | B2 | J2 |
| | 3 | P2 | B3 | S2 | L1 | W1 | J2 | A4 | N1 | L2 |
| | 4 | P2 | B3 | S2 | L1 | W1 | J2 | A4 | N1 | L2 |
| | ISTIRAHAT | | | | | | | | | |
| | 5 | W3 | J2 | N1 | P2 | L1 | S2 | S1 | L2 | A4 |
| | 6 | W3 | J2 | N1 | P2 | L1 | S2 | S1 | L2 | A4 |
| | ISTIRAHAT | | | | | | | | | |
| | 7 | B3 | M1 | P2 | S2 | J2 | L1 | L2 | B2 | M5 |
| 8 | A4 | S2 | B3 | W3 | L1 | P2 | N1 | W1 | S1 | |
| 9 | A4 | S2 | L1 | W3 | M2 | W1 | P2 | S1 | N1 | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Jumat | 1 | L1 | M1 | B3 | M2 | A4 | B2 | J2 | M5 | P2 |
| | 2 | L1 | M1 | B3 | M2 | A4 | B2 | J2 | M5 | P2 |
| | 3 | M1 | B3 | M2 | L1 | J2 | B2 | M5 | L2 | N1 |
| | ISTIRAHAT | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | PROJEK | | | | |
| | 5 | | | | | PROJEK | | | | |
| | ISTIRAHAT | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | PROJEK | | | | | |
| 7 | | | | | PROJEK | | | | | |

10. Setiap hari Senin dan Kamis tidak ada KBM jam ke 10

$$X_{tcsd10} = 0, \forall t \in T, d \in \{1, 4\}, s \in S, c \in C.$$

11. Setiap mata pelajaran berurutan minimal 2 jam pelajaran

$$X_{tcsde} = X_{tcsd(e+1)}, \forall t \in T, d \in \{1, 4\}, s \in S, c \in C, e \in \{1, 3, 5\}$$

$$X_{tcsde} = X_{tcsd(e+1)}, \forall t \in T, d \in \{2, 3\}, s \in S, c \in C, e \in \{1, 2, 4, 5, 7, 9\}$$

$$X_{tcsde} = X_{tcsd(e+1)}, \forall t \in T, d \in \{5\}, s \in S, c \in C, e \in \{1\}.$$

12. Kendala biner

$$X_{tcsde} \in \{0, 1\}, \forall t \in T, c \in C, s \in S, d \in D, e \in E.$$

3.3. Pembahasan

Dalam penelitian ini, semua data yang digunakan merupakan data aktual yang ada di SMAN 58 Jakarta. Dengan adanya penelitian ini yang menggunakan metode *integer linear programming* diharapkan dapat memaksimalkan distribusi jadwal dan mengurangi bentrok antar kelasnya atau beban berlebih pada waktu-waktu tertentu, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih efektif dan seimbang. Masalah penjadwalan mata pelajaran ini diselesaikan dengan bantuan perangkat lunak LINGO 19.0 dan didapatkan nilai optimal 1007. Penjadwalan mata pelajaran yang diperoleh dengan hasil model matematika disajikan pada Tabel 5.

Mata pelajaran wajib yang relatif sulit seperti Matematika, Bahasa Indonesia, Bahasa Inggris, dan PJOK (Pendidikan Jasmani, Olahraga, dan Kesehatan) menurut jadwal hasil model matematika lebih banyak dijadwalkan pada jam pelajaran pagi hari dibandingkan dengan jam pelajaran siang hari. Hal ini menunjukkan bahwa jadwal tersebut sesuai dengan fungsi objektif yang diinginkan, yaitu mendahulukan mata pelajaran sulit di pagi hari untuk mendukung pemahaman siswa secara optimal. Sebaliknya, mata pelajaran wajib yang relatif mudah seperti Agama, Seni Budaya, Sejarah, PKWU, dan PKN, lebih banyak dijadwalkan pada jam pelajaran siang hari dibandingkan dengan jam pelajaran pagi hari. Jadwal ini mencerminkan pemenuhan fungsi objektif yang mengutamakan alokasi mata pelajaran ringan pada waktu siang hari, sekaligus mematuhi seluruh aturan yang berlaku. Selain itu, jadwal ini juga telah memenuhi semua kendala yang ada sebagai berikut:

1. Kendala 1 telah terpenuhi karena KBM telah dijadwalkan di setiap jam pelajaran sesuai dengan jenis mata pelajarannya, mata pelajaran wajib dijadwalkan di hari Senin, Kamis dan Jumat, sedangkan mata pelajaran minat dijadwalkan di hari Selasa dan Rabu.
2. Kendala 2 telah terpenuhi karena tidak ada mata pelajaran wajib yang dijadwalkan pada hari Selasa dan Rabu.
3. Kendala 3 telah terpenuhi karena tidak ada mata pelajaran minat yang dijadwalkan pada hari Senin, Kamis, dan Jumat.
4. Kendala 4 telah terpenuhi karena guru hanya mengajar di satu kelas pada jam pelajaran yang sama.
5. Kendala 5 telah terpenuhi karena guru mengajar sesuai bidang keahliannya dan sesuai dengan jumlah jam mengajar di setiap pekannya.

6. Kendala 6 telah terpenuhi karena jumlah jam pelajaran hari Senin dan Kamis sebanyak 9 jam pelajaran, hari Selasa dan Rabu sebanyak 10 jam pelajaran, dan hari Jumat sebanyak 3 jam pelajaran, sehingga total jam pelajaran dalam sepekan adalah 41 jam pelajaran.

7. Kendala 7 telah terpenuhi karena guru mata pelajaran maksimal mengajar selama 3 jam pelajaran setiap harinya di setiap kelas.

8. Kendala 8 telah terpenuhi karena ruang kelas hanya digunakan untuk satu mata pelajaran di setiap jam pelajaran.

9. Kendala 9 telah terpenuhi karena hari Jumat hanya dijadwalkan jam ke 1-3, selainnya akan digunakan untuk proyek bersama wali kelas.

10. Kendala 10 telah terpenuhi karena hari Senin dan Kamis KBM hanya sampai jam ke 9.

11. Kendala 11 telah terpenuhi karena sebagian besar mata pelajaran telah dijadwalkan secara berurutan minimal 2 jam pelajaran.

Mata pelajaran minat pun terjadwalkan dengan baik. Setiap mata pelajaran minat dijadwalkan secara serentak dan berurutan. Pada hari Selasa dan Rabu, dua mata pelajaran dijadwalkan pada jam pertama hingga keenam, masing-masing selama 3 jam berturut-turut, karena siswa lebih fokus memahami materi di pagi hari dibandingkan siang hari. Jam ketujuh hingga kesepuluh akan diisi mata pelajaran dengan durasi 2 jam berturut-turut. Hal ini bertujuan agar siswa bisa lebih mudah berpindah kelas sesuai dengan bidang minatnya, karena jadwal tersebut telah tersusun rapih secara berurutan.

4. Kesimpulan

Penelitian ini membuktikan bahwa metode *Integer Linear Programming* (ILP) efektif dalam menyusun jadwal mata pelajaran berbasis Kurikulum Merdeka di SMAN 58 Jakarta. Model yang dikembangkan mampu mengeliminasi konflik jadwal, mengoptimalkan alokasi waktu, serta menyesuaikan dengan ketersediaan guru dan struktur pembelajaran yang terbagi antara mata pelajaran wajib dan minat. Efisiensi penggunaan sumber daya, baik guru maupun ruang kelas, tercapai melalui distribusi jam mengajar yang merata dan penjadwalan tanpa tumpang tindih. Secara ilmiah, studi ini berkontribusi dalam pengembangan model penjadwalan adaptif untuk konteks pendidikan menengah. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengintegrasikan pendekatan dinamis atau heuristik guna menghadapi skenario yang lebih kompleks dan variatif.

Kontribusi Penulis. **Rendy Candra Permana:** Konseptualisasi, metodologi, perangkat lunak, validasi, analisis formal, investigasi, sumber daya, kurasi data, penulisan–persiapan draf asli, visualisasi. **Farida Hanum:** Penulisan–tinjauan dan penyuntingan, supervisi. **Toni Bakhtiar:** Penulisan–tinjauan dan penyuntingan, supervisi. **Prapto Tri Supriyo:** Penulisan–tinjauan dan penyuntingan, supervisi. Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi manuskrip yang diterbitkan.

Ucapan Terima Kasih. Para penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini dan dalam penyusunan manuskrip. Kami sangat menghargai editor dan reviewer

atas masukan serta dukungannya dalam menyempurnakan karya ini.

Pembiayaan. Penelitian ini tidak menerima pendanaan eksternal.

Konflik Kepentingan. Para penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan yang terkait dengan artikel ini.

Ketersediaan Data. Tidak tersedia.

Referensi

- [1] Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, *Panduan Implementasi Kurikulum Merdeka*. Jakarta: Kemendikbud, 2021.
- [2] M. T. M. Perera and G. H. J. Lanel, "A model to optimize university course timetable using graph coloring and integer linear programming," *IOSR J. Math. (IOSR-JN)*, vol. 12, no. 5, pp. 13–18, 2016. doi: [10.9790/5728-1205031318](https://doi.org/10.9790/5728-1205031318)
- [3] V. Suhandi, V. Arisandhy, and D. T. Liputra, "Penjadwalan mata kuliah dengan mempertimbangkan ketersediaan waktu pengajar dan satuan kredit semester yang tidak terpisah menggunakan integer linear programming," *J. Integr. Syst.*, vol. 6, no. 1, pp. 73–86, 2023. doi: [10.28932/jis.v6i1.6459](https://doi.org/10.28932/jis.v6i1.6459)
- [4] T. Birbas, S. Daskalaki, and E. Housos, "School timetabling for quality student and teacher schedules," *J. Scheduling*, vol. 12, pp. 177–197, 2008. doi: [10.1007/s10951-008-0088-2](https://doi.org/10.1007/s10951-008-0088-2)
- [5] H. A. Taha, *Operations Research: An Introduction*, 10th ed. Harlow: Pearson Education, 2017.
- [6] M. C. Chen, S. N. Sze, S. L. Goh, N. R. Sabar, and G. Kendall, "A survey of university course timetabling problem: perspectives, trends and opportunities," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 106515–106528, 2021. doi: [10.1109/ACCESS.2021.3100613](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3100613)
- [7] S. M. Al-Yakoob and H. D. Sherali, "A mixed-integer programming approach to a class timetabling problem: A case study with gender policies and traffic considerations," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 180, pp. 1028–1044, 2007. doi: [10.1016/j.ejor.2006.04.035](https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.04.035)
- [8] H. D. Ariessanti, D. S. Suharti, and A. B. Warsito, "Optimasi penjadwalan perkuliahan menggunakan metode auto generate timetable dengan array," *Creative Commun. Innov. Technol. J.*, vol. 11, no. 2, pp. 257–266, 2018. doi: [10.33050/ccit.v11i2.593](https://doi.org/10.33050/ccit.v11i2.593)
- [9] S. Daskalaki, T. Birbas, and E. Housos, "An integer programming formulation for a case study in university timetabling," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 153, no. 1, pp. 117–135, 2004. doi: [10.1016/s0377-2217\(03\)00103-6](https://doi.org/10.1016/s0377-2217(03)00103-6)
- [10] N. Apriandini, F. Hanum, A. Aman, and T. Bakhtiar, "Penjadwalan mata kuliah mayor-minor di perguruan tinggi," in *Peran Matematika dan Sistem Informasi sebagai Basis Pengembangan IPTEK di Indonesia*, F. Fatmawati, A. Jaelani, I. We-rdiningsih, M. Yusuf, T. Saifudin, and N. S. Sari, Eds. Surabaya: Universitas Airlangga, 2013, pp. 157–162.
- [11] P. D. Kusuma and D. Adiputra, "Lecturer-course assignment model in national joint course program to improve education quality and lecturers time preference," *Int. J. Intell. Eng. Syst.*, vol. 15, no. 1, pp. 361–369, 2021. doi: [10.22266/ijies2022.0228.33](https://doi.org/10.22266/ijies2022.0228.33)
- [12] Michellen, *Penjadwalan perkuliahan pada Program Pendidikan Kompetensi Umum IPB* [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor, 2023.
- [13] D. Wungguli and Nurwan, "Penerapan model integer linear programming dalam optimasi penjadwalan perkuliahan secara otomatis," *J. Ilmu Mat. dan Terapan*, vol. 14, no. 3, pp. 411–422, 2020. doi: [10.30598/barekengvol14iss3pp413-424](https://doi.org/10.30598/barekengvol14iss3pp413-424)
- [14] G. Saefurrohman, *Masalah penjadwalan mata pelajaran: Studi kasus di SMA Plus Liwaul Furqan Bogor* [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor, 2021.
- [15] R. W. Satrio, *Penjadwalan kegiatan belajar mengajar di lembaga bimbingan belajar dengan menggunakan integer linear programming dan weighted sum method* [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor, 2014.
- [16] S. Mujab, A. T. R. Rosa, and W. S. Gumelar, "Analisis implementasi Kurikulum Merdeka (Studi kasus SMK Al Huda Kedungwungu Indramayu)," *J. Pendidik. dan Konseling (JPDK)*, vol. 5, no. 1, pp. 1538–1545, 2023. doi: [10.31004/jpdk.v5i1.11166](https://doi.org/10.31004/jpdk.v5i1.11166)