

# LEARNING ACTIVITY SCHEDULING USING INTEGER LINEAR PROGRAMMING: A CASE STUDY AT STUDENT CENTER SERANG TUTORING CENTER

## PENJADWALAN KEGIATAN BELAJAR DENGAN *INTEGER LINEAR PROGRAMMING*: STUDI KASUS BIMBINGAN BELAJAR STUDENT CENTER SERANG

Marisa Adelia<sup>1</sup>, Farida Hanum<sup>2‡</sup>, and Bib Paruhum Silalahi<sup>3‡</sup>

<sup>1,2,3</sup>Department of Mathematics, IPB University, Indonesia

<sup>‡</sup>corresponding author: marisaadelia@apps.ipb.ac.id

Copyright © 2026 Marisa Adelia, Farida Hanum, and Bib Paruhum Silalahi. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

### Abstract

Teacher workload imbalance is a primary challenge in manual scheduling systems within tutoring institutions. This study aims to develop a scheduling model using the Integer Linear Programming approach to minimize teaching session allocation disparities and balance the workload proportionally at Student Center Serang. The problem was solved using LINGO 21.0 software for a two-week operational cycle through two testing scenarios. The results show that the model successfully reduced session allocation inequality, achieving a workload distribution improvement of 68.69% in the single-branch scenario and 60.47% in the integrated two-branch scenario compared to the actual schedule. These findings prove the model's effectiveness in generating optimal schedules without violating the established operational constraints. The implications of this research provide a solution for Student Center Serang management to produce an efficient, adaptive, and fair computerized scheduling system.

**Keywords:** Integer Linear Programming, Optimization, Scheduling, Student Center Serang, workload

### Abstrak

Ketimpangan distribusi beban kerja pengajar merupakan tantangan utama dalam sistem penjadwalan manual di lembaga bimbingan belajar. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model penjadwalan

menggunakan pendekatan Integer Linear Programming untuk meminimalkan ketimpangan alokasi sesi mengajar serta menyeimbangkan beban kerja secara proporsional di Student Center Serang. Masalah diselesaikan menggunakan perangkat lunak LINGO 21.0 pada siklus operasional dua pekan melalui dua skenario pengujian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model berhasil menekan ketimpangan alokasi sesi dengan tingkat perbaikan pemerataan beban kerja sebesar 68,69% pada skenario cabang tunggal dan 60,47% pada skenario integrasi dua cabang dibandingkan jadwal aktual. Temuan ini membuktikan efektivitas model dalam menghasilkan jadwal yang optimal tanpa melanggar berbagai batasan operasional yang telah ditetapkan. Implikasi penelitian ini menyediakan solusi bagi manajemen Student Center Serang untuk menghasilkan sistem penjadwalan terkomputasi yang efisien, adaptif, dan adil.

**Kata Kunci:** Beban Kerja, *Integer Linear Programming*, Optimasi, Penjadwalan, *Student Center Serang*

## 1. Pendahuluan

Penjadwalan atau *timetabling* dalam bidang pendidikan merupakan proses penting untuk mengalokasikan sumber daya terbatas, seperti waktu, ruang, pengajar, dan kelompok belajar, agar kegiatan pembelajaran berlangsung efektif dan efisien (Maro & Purab, 2021). Permasalahan ini termasuk *combinatorial optimization problem* karena melibatkan banyak variabel dan kendala yang saling berkaitan, seperti kapasitas ruang, ketersediaan pengajar, dan kebutuhan waktu belajar siswa (Rappos *et al.*, 2022). Semakin banyak komponen yang dipertimbangkan, semakin sulit jadwal disusun secara manual dan semakin besar risiko konflik jadwal (Amrulloh & Sela, 2021).

Selain bebas bentrok, penjadwalan juga perlu memperhatikan pemerataan beban kerja pengajar. Ketimpangan beban kerja dapat terjadi ketika sebagian pengajar memperoleh jam mengajar terlalu padat, sedangkan pengajar lain memperoleh jam mengajar relatif sedikit. Kondisi ini dapat memengaruhi kesejahteraan pengajar, kualitas pembelajaran, dan efisiensi pemanfaatan sumber daya manusia (Khaeroni *et al.*, 2025). Oleh karena itu, penjadwalan juga berperan dalam mengatur distribusi sumber daya secara adil dan proporsional (Andrari *et al.*, 2023).

Pendekatan *Integer Linear Programming* (ILP) dapat digunakan untuk menyelesaikan persoalan penjadwalan berkendala banyak karena mampu memodelkan keputusan ke dalam variabel, fungsi objektif, dan kendala linear (Taha, 2017). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ILP dan *Mixed Integer Programming* (MIP) efektif menghasilkan jadwal optimal pada berbagai konteks penjadwalan pendidikan (Rappos *et al.*, 2022; Talmor, 2024). Pengembangan model penjadwalan juga telah dilakukan

dengan mempertimbangkan penugasan pengajar dan keahlian dosen (Arratia-Martinez *et al.*, 2021), struktur kurikulum (Steiner *et al.*, 2024), penjadwalan periodik akademik (Moradi, 2024), ketidakpastian pada bimbingan belajar daring (Au & Hasan, 2020), implementasi Kurikulum Merdeka (Permana *et al.*, 2025), serta penjadwalan lembaga bimbingan belajar (Sukmaningsih, 2024). Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada kelayakan jadwal, efisiensi sumber daya, fleksibilitas waktu, pemenuhan sesi, atau pengurangan konflik, sehingga pemerataan beban kerja pengajar sebagai fungsi objektif utama masih perlu dikaji lebih lanjut, khususnya pada lembaga bimbingan belajar multi-jenjang.

Permasalahan serupa terjadi pada Student Center Serang, yang masih menyusun jadwal secara manual berdasarkan pengajar, mata pelajaran, kelompok belajar, jenjang pendidikan, ruang, dan sesi pembelajaran. Sistem manual tersebut belum memiliki mekanisme matematis untuk mengontrol pemerataan beban kerja, sehingga beberapa pengajar berpotensi memperoleh beban mengajar lebih besar dibandingkan pengajar lainnya (Rokhim & Saputro, 2025). Oleh karena itu, diperlukan model penjadwalan yang tidak hanya layak dan bebas konflik, tetapi juga mampu meminimalkan ketimpangan beban kerja antarpengajar.

Penelitian ini bertujuan merancang dan menerapkan model *Integer Linear Programming* untuk penjadwalan kegiatan belajar mengajar di Student Center Serang. Model diarahkan untuk menghasilkan jadwal yang layak, bebas bentrok, memenuhi kendala operasional, serta meminimalkan ketimpangan alokasi sesi antarpengajar, sehingga dapat mendukung sistem penjadwalan yang lebih objektif dan proporsional.

## **2. Metodologi**

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Integer Linear Programming* (ILP) untuk memformulasikan masalah penjadwalan kegiatan belajar mengajar di Student Center Serang. Tahapan penelitian meliputi pengolahan data operasional, penyusunan model matematika, penyelesaian model menggunakan LINGO 21.0, dan evaluasi hasil penjadwalan terhadap jadwal aktual.

### **2.1 Bahan dan Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data penjadwalan kegiatan belajar mengajar pada Bimbingan Belajar Student Center Serang yang diambil pada Januari 2026 dan merepresentasikan kondisi operasional semester ganjil Tahun Ajaran 2025/2026. Data tersebut mencakup pengajar, mata pelajaran, kelompok belajar, ruangan, sesi pembelajaran, serta frekuensi pelaksanaan mata pelajaran dalam satu siklus penjadwalan. Ringkasan data yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1: Ringkasan data penjadwalan Student Center Serang.

| Komponen Data         | Keterangan        |
|-----------------------|-------------------|
| Jenjang pendidikan    | SD, SMP, dan SMA  |
| Jumlah pengajar       | 19 pengajar       |
| Jumlah mata pelajaran | 18 mata pelajaran |
| Kelompok cabang 1     | 32 kelompok       |
| Kelompok cabang 2     | 10 kelompok       |
| Ruang cabang 1        | 8 ruang           |
| Ruang cabang 2        | 3 ruang           |
| Horizon penjadwalan   | 2 pekan           |
| Durasi setiap sesi    | 1 jam             |

Horizon penjadwalan disusun dalam siklus dua pekan dengan total 56 sesi pembelajaran. Setiap sesi berdurasi satu jam. Pada setiap pekan, hari Senin sampai Jumat terdiri atas 4 sesi per hari, sedangkan hari Sabtu terdiri atas 8 sesi. Cabang 1 menggunakan seluruh sesi pembelajaran yang tersedia, sementara cabang 2 menggunakan sesi tertentu pada hari kerja dan sesi penuh pada hari Sabtu.

Setiap kelompok belajar memiliki kebutuhan mata pelajaran dan frekuensi pelaksanaan yang berbeda sesuai jenjang pendidikan dan peminatannya. Data kompetensi pengajar digunakan untuk membentuk parameter kesesuaian antara pengajar dan mata pelajaran, sedangkan data ruang dan sesi digunakan untuk memastikan tidak terjadi konflik penggunaan sumber daya. Frekuensi pelaksanaan mata pelajaran dalam siklus dua pekan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2: Ringkasan frekuensi pelaksanaan mata pelajaran dalam dua pekan.

| Jenjang/Kelompok        | Mata Pelajaran                                                                            | Frekuensi per 2 Pekan |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| SD                      | Matematika, IPAS                                                                          | 2 sesi                |
|                         | Bahasa Indonesia, Bahasa Inggris                                                          | 1 sesi                |
| SMP                     | Matematika, IPA, IPS                                                                      | 2 sesi                |
|                         | Bahasa Indonesia, Bahasa Inggris                                                          | 1 sesi                |
| SMA Kelas 10            | Matematika, Kimia, Fisika, Biologi, Sejarah, Geografi, Ekonomi, Sosiologi, Bahasa Inggris | 1 sesi                |
| SMA IPA Kelas 11 dan 12 | Matematika, Kimia, Fisika                                                                 | 2 sesi                |
|                         | Biologi, Bahasa Inggris                                                                   | 1 sesi                |
| SMA IPS Kelas 11 dan 12 | Matematika, Sejarah, Ekonomi                                                              | 2 sesi                |

---

|    |                                     |        |
|----|-------------------------------------|--------|
| 12 | Geografi, Sosiologi, Bahasa Inggris | 1 sesi |
|----|-------------------------------------|--------|

---

## 2.2 Formulasi dan Implementasi Model

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Prototyping* sebagai metode pengembangan perangkat lunak. Metode ini dipilih karena pendekatannya yang bersifat iteratif (berulang), di mana sistem dibangun secara bertahap melalui evaluasi pengguna dan perbaikan berkelanjutan hingga mencapai bentuk final yang selaras dengan kebutuhan (Simbolon, 2024). Siklus pengembangan ini digambarkan pada Gambar 1, yang memuat lima tahapan utama.

Permasalahan penjadwalan kegiatan belajar mengajar diformulasikan sebagai model *Integer Linear Programming* (ILP). Model dasar digunakan untuk kedua skenario pengujian karena struktur keputusan dan kendala utama pada skenario 1 dan skenario 2 relatif sama. Perbedaan kedua skenario terletak pada cakupan kelompok belajar, ruang, target beban kerja ideal, serta penambahan kendala hari penugasan khusus (*Dedicated Days*) pada skenario 2.

### Himpunan

- $G$  = Himpunan seluruh pengajar
- $G_{TimA}$  = Himpunan pengajar tim A = {1,4,5,8,9,11}
- $G_{TimB}$  = Himpunan pengajar tim B = {2,7,12,13,14,16,17}
- $G_{TimC}$  = Himpunan pengajar tim C = {3,15,18,19}
- $M$  = Himpunan seluruh mata pelajaran
- $K$  = Himpunan seluruh kelompok belajar
- $K_{C1}$  = Himpunan kelompok cabang 1 = {1,2, ..., 32}
- $K_{C2}$  = Himpunan kelompok cabang 2 = {33,34, ..., 42}
- $K_{SD}$  = Himpunan bagian kelompok belajar tingkat SD = {1,2,3,4}
- $K_{NSD}$  = Himpunan bagian kelompok belajar tingkat Non-SD (SMP dan SMA) = {5,6,7, ... K}
- $R$  = Himpunan seluruh ruangan
- $R_{C1}$  = Himpunan ruangan cabang 1 = {1,2, ..., 8}
- $R_{C2}$  = Himpunan ruangan cabang 2 = {9,10,11}
- $S$  = Himpunan seluruh sesi pembelajaran = {1,2,3, ..., 56}
- $H$  = Himpunan seluruh hari operasional = {1,2,3, ..., 12}
- $P$  = Himpunan seluruh pekan operasional = {1,2}
- $S_h$  = Himpunan bagian sesi pembelajaran yang terdapat pada hari ke-  
 $h$  ( $S_h \subset S$ )
- $S_p$  = Himpunan bagian sesi pembelajaran yang terdapat pada pekan ke-  
 $p$  ( $S_p \subset S$ )

- $S_{P1}$  = Himpunan sesi pada pekan pertama =  $\{1, 2, \dots, 28\}$   
 $S_{P2}$  = Himpunan sesi pada pekan kedua =  $\{29, 30, \dots, 56\}$   
 $S_{C1}$  = Himpunan seluruh sesi operasional cabang 1 =  $\{1, 2, 3, \dots, 56\}$   
 $S_{C2}$  = Himpunan sesi operasional cabang 2 =  $\{1, 2, 5, 6, 9, 10, 13, 14, 17, 18, 21, \dots, 28, 29, 30, 33, 34, 37, 38, 41, 42, 45, 46, \dots\}$

### Parameter

- $a_{gm}$  = Kompetensi pengajar  $g$  dalam mengajar mata pelajaran  $m$   
 $f_{km}$  = Frekuensi mata pelajaran  $m$  yang harus diikuti oleh kelompok belajar  $k$  dalam siklus dua pekan  
 $T$  = Target rata-rata beban mengajar ideal untuk pengajar  $g$  dalam siklus dua pekan

Pada skenario 1, target beban kerja ideal ditetapkan sebesar 13 sesi per dua pekan. Pada skenario 2, target beban kerja ideal meningkat menjadi 17 sesi per dua pekan karena terdapat tambahan 10 kelompok belajar dari cabang 2.

### Variabel Keputusan

- $x_{gmkr s}$  =  $\begin{cases} 1, & \text{jika guru } g \text{ mengajar mapel } m \text{ untuk kelompok } k \\ & \text{di ruang } r \text{ pada sesi } s \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$   
 $w_{ksr}$  =  $\begin{cases} 1, & \text{jika kelompok } k \text{ memulai blok jadwal berurutan} \\ & \text{pada sesi } s \text{ di ruang } r \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$   
 $d_g^+$  = Jumlah kelebihan sesi mengajar pengajar  $g$  terhadap rata-rata target beban kerjanya  
 $d_g^-$  = Jumlah kekurangan sesi mengajar pengajar  $g$  terhadap rata-rata target beban kerjanya

### Fungsi Objektif

Fungsi objektif model adalah meminimalkan total penyimpangan beban kerja pengajar dari target ideal.

$$\min \sum_{g \in G} (d_g^+ + d_g^-)$$

### Kendala

1. Setiap guru hanya dapat mengajar mata pelajaran yang sesuai dengan kompetensinya

$$x_{gmkr s} \leq a_{gm}, \quad \forall g, m, k, r, s.$$

2. Pengajar maksimal mengajar satu kelompok pada sesi yang sama

$$\sum_{m=1}^{18} \sum_{k \in K_C} \sum_{r \in R_C} x_{gmkr s} \leq 1, \quad \forall g \in G, s \in S_C, C = 1, 2.$$

3. Kelompok maksimal menerima satu mata pelajaran pada sesi yang sama

$$\sum_{g=1}^{19} \sum_{m=1}^{18} \sum_{r \in R_C} x_{gmkr s} \leq 1, \quad \forall k \in K_C, s \in S_C, C = 1, 2.$$

4. Ruang maksimal digunakan oleh satu kelompok pada sesi yang sama

$$\sum_{g=1}^{19} \sum_{m=1}^{18} \sum_{k \in K_C} x_{gmkr s} \leq 1, \quad \forall r \in R_C, s \in S_C, C = 1, 2.$$

5. Setiap kelompok belajar tingkat SD harus mendapatkan tepat 3 sesi per pekan, sedangkan kelompok tingkat Non-SD mendapatkan tepat 4 sesi per pekan

$$\sum_{g=1}^{19} \sum_{m=1}^{18} \sum_{r \in R_C} \sum_{s \in S_P \cap S_C} x_{gmkr s} = 3, \quad \forall k \in K_{SD} \cap K_C, p \in P, C = 1, 2.$$

$$\sum_{g=1}^{19} \sum_{m=1}^{18} \sum_{r \in R_C} \sum_{s \in S_P \cap S_C} x_{gmkr s} = 4, \quad \forall k \in K_{NSD} \cap K_C, p \in P, C = 1, 2.$$

6. Setiap mata pelajaran didistribusikan sesuai dengan jumlah alokasi sesi belajarnya ( $f_{km}$ ).

$$\sum_{g=1}^{19} \sum_{r \in R_C} \sum_{s \in S_P \cap S_C} x_{gmkr s} = 1,$$

$$\forall k \in K_C, m \in M, p \in P, C = 1, 2, \text{ jika } f_{km} = 2.$$

$$\sum_{g=1}^{19} \sum_{r \in R_C} \sum_{s \in S_C} x_{gmkr s} \leq 1, \quad \forall k \in K_C, m \in M, C = 1, 2, \text{ jika } f_{km} = 1.$$

7. Tidak ada kelompok belajar yang mengikuti lebih dari 2 sesi pembelajaran dalam satu hari operasional yang sama

$$\sum_{g=1}^{19} \sum_{m=1}^{18} \sum_{r \in R_C} \sum_{s \in S_h \cap S_C} x_{gmkr s} \leq 2, \quad \forall k \in K_C \cap, h \in H, C = 1, 2.$$

8. Setiap pengajar memiliki batas maksimal beban mengajar harian pada hari Sabtu sebanyak 4 sesi

$$\sum_{m=1}^{18} \sum_{k \in K_C} \sum_{r \in R_C} \sum_{s \in S_h \cap S_C} x_{gmkr s} \leq 4, \quad \forall g \in G, h \in \{6, 12\}, C = 1, 2.$$

9. Variabel indikator blok ( $w_{ksr}$ ) bernilai 1 hanya jika terdapat 2 sesi pembelajaran untuk suatu kelompok yang dialokasikan secara berturut-turut pada ruangan yang sama.

$$\sum_{g=1}^{19} \sum_{m=1}^{18} x_{gmkr s} \geq w_{ksr}, \quad \forall k \in K_C, r \in R_C, s \in S_h \cap S_C, C = 1, 2.$$

$$\sum_{g=1}^{19} \sum_{m=1}^{18} x_{gmkr(s+1)} \geq w_{ksr}, \forall k \in K_C, r \in R_C, s, s+1 \in S_h \cap S_C, C = 1, 2.$$

10. Tidak diperbolehkan ada blok jadwal berurutan yang dimulai secara bersamaan pada sesi  $s$  dan sesi  $s+1$  untuk kelompok belajar yang sama

$$\sum_{r \in R_C} (w_{ksr} + w_{k(s+1)r}) \leq 1, \forall k \in K_C, s, s+1 \in S_h \cap S_C, C = 1, 2$$

11. Setiap kelompok belajar tingkat SD harus mendapatkan tepat 1 blok jadwal berurutan pada setiap pekannya, sedangkan kelompok tingkat Non-SD harus mendapatkan tepat 2 blok jadwal berurutan pada setiap pekannya

$$\sum_{r \in R_C} \sum_{h \in H} \sum_{\substack{s \in S_h \cap S_P \cap S_C \\ s+1 \in S_h \cap S_P \cap S_C}} (w_{ksr}) = 1, \forall k \in K_{SD} \cap K_C, p \in P, C = 1, 2$$

$$\sum_{r \in R_C} \sum_{h \in H} \sum_{\substack{s \in S_h \cap S_P \cap S_C \\ s+1 \in S_h \cap S_P \cap S_C}} (w_{ksr}) = 2, \forall k \in K_{NSD} \cap K_C, p \in P, C = 1, 2$$

12. Total sesi mengajar yang didapatkan oleh setiap pengajar akan dibandingkan dengan target beban idealnya ( $T_g$ )

$$\sum_{m \in M} \sum_{k \in K_C} \sum_{r \in R_r} \sum_{s \in S_C} x_{gmkr s} - d_{gc}^+ + d_{gc}^- = T_{gc}, \quad \forall g \in G, C = 1, 2.$$

13. Pada skenario 2 ditambahkan aturan *Dedicated Days*. Kebijakan ini membagi 19 pengajar ke dalam tiga tim rotasi untuk bertugas di cabang 2 pada hari tertentu. Bertujuan mencegah pengajar mengajar di cabang 1 dan cabang 2 pada hari yang sama, sehingga mengurangi bentrok geografis dan kelelahan akibat waktu transit.

- (a) Aturan Tim A ( $G_{TimA} = \{1, 4, 5, 8, 9, 11\}$ )

Penugasan di cabang 2 dijadwalkan pada hari ke-1, 4, 7, dan 10.

$$x_{gmkr s} = 0, \forall g \in G_{TimA}, m \in M, k \in K_{C2}, r \in R_{C2}, \\ s \in \{5..12, 17..28, 33..40, 45..56\}$$

$$x_{gmkr s} = 0, \forall g \in G_{TimA}, m \in M, k \in K_{C1}, r \in R_{C1}, \\ s \in \{1..4, 13..16, 29..32, 41..44\}$$

- (b) Aturan Tim B ( $G_{TimB} = \{2, 7, 12, 13, 14, 16, 17\}$ )

Penugasan di cabang 2 dijadwalkan pada hari ke-2, 5, 8, dan 11.

$$x_{gmkr s} = 0, \forall g \in G_{TimB}, m \in M, k \in K_{C2}, r \in R_{C2}, \\ s \in \{1..4, 9..16, 21..32, 37..44, 49..56\}$$

$$x_{gmkr s} = 0, \forall g \in G_{TimB}, m \in M, k \in K_{C1}, r \in R_{C1}, \\ s \in \{5..8, 17..20, 33..36, 45..48\}$$

(c) Aturan Tim C ( $G_{TimC} = \{3, 15, 18, 19\}$ )

Penugasan di cabang 2 dijadwalkan pada hari ke-3, 6, 9, dan 12.

$$x_{gmkr s} = 0, \forall g \in G_{TimC}, m \in M, k \in K_{C2}, r \in R_{C2}, \\ s \in \{1..8, 13..20, 29..36, 41..48\}$$

$$x_{gmkr s} = 0, \forall g \in G_{TimC}, m \in M, k \in K_{C1}, r \in R_{C1}, \\ s \in \{9..12, 21..28, 37..40, 49..56\}$$

14. Variabel keputusan utama bernilai biner, sedangkan variabel deviasi bernilai bilangan real tak negatif

$$x_{gmkr s} \in \{0,1\}, \quad \forall g, m, k, r, s. \\ w_{ksr} \in \{0,1\}, \quad \forall k, s, r. \\ d_g^+, d_g^- \geq 0 \quad \forall g.$$

### 3. Hasil dan Pembahasan

Evaluasi dilakukan dengan membandingkan jadwal hasil model dan jadwal aktual berdasarkan total deviasi beban kerja pengajar. Total deviasi menunjukkan jumlah penyimpangan beban mengajar setiap pengajar terhadap target ideal; semakin kecil nilainya, semakin merata distribusi beban kerja. Ringkasan hasil perbandingan kedua skenario disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3: Perbandingan pemerataan beban kerja pengajar.

| Skenario | Target Sesi | Total Sesi | Deviasi Aktual | Deviasi Model | Penurunan Deviasi | Perbaikan |
|----------|-------------|------------|----------------|---------------|-------------------|-----------|
| 1        | 13          | 248        | 99             | 31            | 68                | 68,69%    |
| 2        | 17          | 328        | 129            | 51            | 78                | 60,47%    |

Pada skenario 1, model digunakan untuk menyusun jadwal cabang 1 dengan target beban kerja ideal sebesar 13 sesi per pengajar dalam siklus dua pekan. Berdasarkan Tabel 3, total deviasi jadwal aktual sebesar 99, dengan rentang beban mengajar antara 3 hingga 28 sesi. Setelah model ILP diterapkan, total deviasi menurun menjadi 31, atau terjadi perbaikan pemerataan sebesar 68,69%. Rentang alokasi sesi juga menjadi lebih proporsional, yaitu antara 10 hingga 15 sesi, dengan total kebutuhan 248 sesi tetap terpenuhi.

Pada skenario 2, model diperluas untuk penjadwalan terintegrasi cabang 1 dan cabang 2. Penambahan 10 kelompok dari cabang 2 meningkatkan total kebutuhan dari 248 menjadi 328 sesi, sehingga target beban kerja ideal naik dari 13 menjadi 17 sesi per pengajar. Jadwal aktual gabungan memiliki total deviasi sebesar 129, dengan rentang beban mengajar antara 4 hingga 32 sesi. Hasil optimasi menurunkan total deviasi menjadi 51, atau terjadi perbaikan pemerataan sebesar 60,47%. Beban minimum meningkat menjadi 10 sesi, sedangkan beban maksimum dapat

ditekan menjadi 22 sesi.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa model mampu memperbaiki pemerataan beban kerja pada kedua skenario tanpa mengabaikan pemenuhan kebutuhan sesi pembelajaran, kesesuaian kompetensi pengajar, serta pencegahan konflik jadwal. Pada skenario 2, model juga menerapkan kebijakan *Dedicated Days*, yaitu pembagian pengajar ke dalam tiga tim rotasi untuk bertugas di cabang 2 pada hari tertentu. Kebijakan ini mencegah pengajar mengajar di dua cabang pada hari yang sama, sehingga jadwal yang dihasilkan lebih realistis secara operasional. Ringkasan pemenuhan kendala operasional pada kedua skenario disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4: Pemenuhan kendala operasional.

| Aspek Penilaian                    | Skenario 1       | Skenario 2 |
|------------------------------------|------------------|------------|
| Kompetensi Pengajar                | Terpenuhi        | Terpenuhi  |
| Frekuensi mata pelajaran           | Terpenuhi        | Terpenuhi  |
| Konflik pengajar                   | Tidak ada        | Tidak ada  |
| Konflik kelompok belajar           | Tidak ada        | Tidak ada  |
| Konflik penggunaan ruang           | Tidak ada        | Tidak ada  |
| Batas beban harian pengajar        | Terpenuhi        | Terpenuhi  |
| Batas sesi harian kelompok belajar | Terpenuhi        | Terpenuhi  |
| Aturan blok jadwal                 | Terpenuhi        | Terpenuhi  |
| <i>Dedicated days</i>              | Tidak diterapkan | Terpenuhi  |

Berdasarkan Tabel 4, seluruh kendala operasional pada kedua skenario dapat terpenuhi. Model mampu menjaga kesesuaian kompetensi pengajar, memenuhi frekuensi mata pelajaran, mencegah konflik pengajar, kelompok belajar, dan penggunaan ruang, serta memenuhi batas beban harian dan aturan blok jadwal. Perbedaan utama terdapat pada penerapan *Dedicated Days*, yang hanya digunakan pada skenario 2 untuk mengatur penugasan pengajar di cabang 2.

Secara umum, skenario 1 menghasilkan perbaikan pemerataan yang lebih besar karena ruang lingkup penjadwalan hanya mencakup satu cabang. Sementara itu, skenario 2 memiliki tingkat perbaikan yang lebih rendah karena harus memenuhi kendala tambahan berupa integrasi dua cabang dan aturan *Dedicated Days*. Meskipun demikian, skenario 2 lebih merepresentasikan kondisi operasional aktual Student Center Serang karena mempertimbangkan penjadwalan dua cabang secara bersamaan.

#### 4. Simpulan dan Saran

Penelitian ini berhasil merancang dan menerapkan model *Integer Linear Programming* untuk penjadwalan kegiatan belajar mengajar di Student Center Serang. Model yang dikembangkan mampu menghasilkan jadwal yang memenuhi kendala operasional, seperti kesesuaian kompetensi

pengajar, pemenuhan frekuensi mata pelajaran, pencegahan konflik jadwal, penggunaan ruang, batas beban harian, dan aturan blok jadwal. Pada skenario 1, model menurunkan total deviasi beban kerja dari 99 menjadi 31 dengan perbaikan pemerataan sebesar 68,69%. Pada skenario 2, model menurunkan total deviasi dari 129 menjadi 51 dengan perbaikan pemerataan sebesar 60,47%.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa pendekatan ILP mampu menghasilkan jadwal yang lebih layak, bebas konflik, dan proporsional dibandingkan jadwal aktual. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan model dengan mempertimbangkan bobot prioritas pengajar, misalnya berdasarkan tingkat permintaan siswa, penilaian kinerja, atau kategori pengajar favorit. Dengan demikian, pengajar yang memiliki tingkat permintaan lebih tinggi dapat memperoleh alokasi sesi mengajar yang lebih besar secara terkontrol, tanpa mengabaikan batas beban harian dan kendala operasional lainnya. Selain itu, pihak lembaga bimbingan belajar disarankan untuk menjadikan kerangka model ini sebagai dasar tindakan lanjutan dalam mengeksekusi transisi dari metode penjadwalan manual menuju sistem optimasi terkomputasi, khususnya sebagai langkah mitigasi untuk mencegah ketimpangan beban kerja di masa mendatang.

## Daftar Pustaka

- Amrulloh, A., & Sela, E. I. (2021). Optimasi proses penjadwalan mata kuliah menggunakan algoritme genetika dan pencarian tabu Course scheduling optimization using genetic algorithm and tabu search. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 9(3): 157–166. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.2021.14137>
- Andrari, F. R., Maimunah, & Qadarsih, N. D. (2023). Penerapan pewarnaan graf pada penjadwalan ujian tahfidz menggunakan algoritma welch powell. *Transformasi: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 7(1): 81–92. <https://doi.org/10.36526/tr.v%vi%i.2833>
- Arratia-Martinez, N. M., Maya-Padron, C., & Avila-Torres, P. A. (2021). University course timetabling problem with professor assignment. *Mathematical Problems in Engineering*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/6617177>
- Au, Q. T., & Hasan, F. (2020). A highly constrained integer linear program with fuzzy boundary conditions for scheduling in online tutoring. *International Conference on Operations Research and Enterprise Systems, Icores 2020*, 313–320. <https://doi.org/10.5220/0008919303130320>
- Khaeroni, Muqdamien, B., & Hestiningtyas, A. (2025). Towards fair and efficient timetabling : a genetic algorithm model integrating lecturer day-off requests. *International Journal on Informatics for Development*,

14(1): 575–586. <https://doi.org/10.14421/ijid.2025.5067>

Maro, L., & Purab, L. K. S. (2021). Penerapan konsep pewarnaan graf dalam penyusunan jadwal perkuliahan menggunakan metode algoritma welch-powell pada program studi teknik informatika fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam universitas tribuana kalabahi. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 7(6). <https://doi.org/10.5281/zenodo.5574383>

Moradi, S. (2024). *An integer linear program for periodic scheduling in universities*. 1–12. <http://arxiv.org/abs/2412.11941>

Permana, R. C., Hanum, F., Bakhtiar, T., & Supriyo, P. T. (2025). Optimasi penjadwalan mata pelajaran berbasis kurikulum merdeka menggunakan integer linear programming. *Euler: Jurnal Ilmiah Matematika, Sains Dan Teknologi*, 13(2): 202–210. <https://doi.org/10.37905/euler.v13i2.32513>

Rappos, E., Thiémard, E., Robert, S., & Hêche, J. F. (2022). A mixed-integer programming approach for solving university course timetabling problems. *Journal of Scheduling*, 25(4): 391–404. <https://doi.org/10.1007/s10951-021-00715-5>

Rokhim, M., & Saputro, H. (2025). Optimasi jadwal pelajaran berbasis integer linear programming di MTS nurul islam bumiharjo jepara. *Research in the Mathematical and Natural Sciences*, 4(2): 114–120. <https://doi.org/10.55657/rmns.v4i2.251>

Steiner, E., Pferschy, U., & Schaerf, A. (2024). Curriculum-based university course timetabling considering individual course of studies. *Central European Journal of Operations Research*, 33(1): 277–314. <https://doi.org/10.1007/s10100-024-00923-2>

Sukmaningsih, F. (2024). *Penjadwalan kegiatan mengajar bimbingan belajar menggunakan integer linear programming : studi kasus bintang pelajar cikarang [skripsi]*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Taha, H. A. (2017). *Operations Research: An Introduction* (Ed Ke-10). Pearson Education.

Talmor, I. (2024). Optimizing academic timetables using integer Linear programming: a case study. *Education Science and Management*, 2(3): 176–187. <https://doi.org/10.56578/esm020305>.