

OPTIMASI PENJADWALAN MATA PELAJARAN MENGUNAKAN METODE INTEGER LINEAR PROGRAMMING (STUDI KASUS : SMA – AL – HIKMAH)

Zulvan Mahrijal^{1*}, Amar Sumarsa², Maya Widyastiti³
^{1,2,3}Program Studi Matematika, Universitas Pakuan, Bogor, Indonesia
*e-mail: zulvanmahrijal@gmail.com

Diterima: 29 Maret 2024, disetujui: 30 Maret 2024, dipublikasi: 30 Maret 2024

Abstract: Subject scheduling must be done optimally because it is very important in carrying out learning and teaching activities. Subject scheduling at Al-Hikmah High School is currently made manually by the curriculum, this method will be less than optimal, because it takes quite a long time, resulting in subject schedules that conflict with each other. Manual scheduling is difficult because it must meet all constraints related to Al-Hikmah High School regulations. Therefore, good subject scheduling is needed so that all constraints can be met, in this case, the Integer Linear Programming (ILP) method can be used as a solution to the subject scheduling problem. The Integer Linear Programming method is used in optimization problems with many objectives. The research objective to be achieved in this research is to compile and obtain optimal subject scheduling by minimizing the total subject weight using the Integer Linear Programming method. The subject scheduling problem at Al-Hikmah High School is related to teachers, subjects, days, classes and session times. Scheduling for this subject is completed using the Integer Linear Programming method and assisted by Lingo 11.0 software. The results of subject scheduling obtained using the Integer Linear Programming method are more optimal than scheduling made manually because it meets all the constraints or rules that exist at Al-Hikmah High School by minimizing the total weight of subjects, so that better subject scheduling is obtained.

Keywords: Course Scheduling, Integer Linear Programming, Weights.

Abstrak: Penjadwalan mata pelajaran harus dilakukan dengan cara yang optimal karena merupakan hal yang sangat penting dalam melaksanakan kegiatan belajar dan mengajar. Penjadwalan mata pelajaran di SMA Al-Hikmah saat ini dibuat secara manual oleh kurikulum, cara ini akan kurang optimal, dikarenakan membutuhkan waktu yang cukup lama, akibatnya terjadi jadwal mata pelajaran yang bentrok antara satu sama lain. Penjadwalan secara manual sulit dilakukan karena harus memenuhi semua kendala terkait peraturan SMA Al-Hikmah. Oleh karena itu, dibutuhkan penjadwalan mata Pelajaran yang baik agar semua kendala dapat terpenuhi, dalam hal ini metode Integer Linear Programming (ILP) dapat dijadikan solusi atas masalah penjadwalan mata pelajaran. Metode Integer Linear Programming digunakan dalam masalah optimasi dengan banyak tujuan. Tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu menyusun dan memperoleh penjadwalan mata pelajaran yang optimal dengan meminimumkan total bobot mata pelajaran dengan menggunakan metode Integer Linear Programming. Permasalahan penjadwalan mata pelajaran di SMA Al-Hikmah ini berkaitan dengan guru, mata pelajaran, hari, kelas, dan sesi waktu. Penjadwalan mata pelajaran ini diselesaikan dengan menggunakan metode Integer Linear Programming dan dibantu software Lingo 11.0. Hasil penjadwalan mata pelajaran yang diperoleh dengan menggunakan metode Integer Linear Programming lebih optimal dibandingkan penjadwalan yang dibuat secara manual karena telah memenuhi semua kendala atau aturan yang ada di SMA Al-Hikmah dengan meminimumkan total bobot mata pelajaran, sehingga didapatkan penjadwalan mata pelajaran yang lebih baik.

Kata Kunci: Bobot, Integer Linear Programming, Penjadwalan Mata Pelajaran.

PENDAHULUAN

Sekolah adalah lembaga untuk belajar dan mengajar serta tempat menerima dan memberi ilmu, sekolah sebagai salah satu instansi penting dalam pendidikan. Penjadwalan mata pelajaran di sekolah merupakan hal yang sangat penting dalam berlangsungnya kegiatan belajar dan mengajar di sekolah. Penjadwalan mata pelajaran didefinisikan sebagai pekerjaan rutin dalam kegiatan akademik di sekolah yang bertujuan untuk aktivitas akademik dalam meningkatkan kualitas mengajar dan kedisiplinan baik guru maupun siswa. Dalam menyusun jadwal mata pelajaran ada berbagai hal yang dipertimbangkan, diantaranya mata pelajaran, guru yang mengajar, hari, kelas serta waktu. Dengan adanya jadwal mata pelajaran kegiatan belajar dan mengajar akan berjalan secara lancar dan baik sehingga bisa dilaksanakan secara optimal.

SMA Al-Hikmah sebagai sekolah menengah atas yang memiliki penjadwalan mata pelajaran yang dibuat secara manual, cara ini akan kurang optimal, dikarenakan membutuhkan waktu yang cukup lama, akibatnya terjadi jadwal mata pelajaran yang bentrok antara satu sama lain, kelas yang tidak terjadwal, jadwal guru yang bertabrakan dan waktu pembelajaran yang tidak sempurna, jika keadaan ini tidak diperbaiki akan menimbulkan banyak permasalahan yang akan merugikan guru dan siswa dalam proses belajar dan mengajar karena menghasilkan jadwal mata pelajaran yang tidak optimal.

Pembuatan jadwal mata pelajaran membutuhkan ketelitian dan mencocokkan satu persatu mata pelajaran kemudian dialokasikan ke kelas dan waktu di SMA Al-Hikmah. Pada pelaksanaannya seringkali jadwal yang telah dibuat tak sejalan dengan yang diharapkan karena adanya tumpang tindih antara kegiatan satu dengan kegiatan yang lainnya yang bisa mempengaruhi proses penjadwalan mata pelajaran. Oleh karena itu, dalam menentukan jadwal mata pelajaran perlu diatur sedemikian rupa sehingga seluruh siswa dan guru di SMA Al-Hikmah dapat mengikuti jadwal mata pelajaran yang optimal serta bisa dialokasikan ke kelas dan waktu yang tersedia. Hal ini menyebabkan diperlukannya suatu metode yang optimal untuk membuat penjadwalan mata pelajaran sesuai dengan yang diharapkan. Dalam hal ini, salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengatur penjadwalan mata pelajaran yang baik adalah dengan menggunakan metode *Integer Linear Programming* (ILP).

Integer Linear Programming adalah metode yang berkaitan dengan program linear dimana beberapa atau semua variabel memiliki nilai-nilai bilangan bulat atau diskret, agar masalah penjadwalan mata pelajaran ini dapat terpenuhi. Peranan ILP dalam penjadwalan mata pelajaran sangat baik, dimana metode ini dikategorikan ke dalam metode berbasis penelitian operasional [1]. Metode ini dapat memodelkan persoalan penjadwalan dengan berbagai kendala yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan sekolah, sehingga dapat menjadi solusi untuk mengatasi masalah penjadwalan mata pelajaran di SMA Al-Hikmah.

Penelitian sebelumnya telah banyak dilakukan, diantaranya [2] telah mengembangkan model optimasi penjadwalan petugas keamanan di Universitas Negeri Gorontalo dengan menggunakan metode *Integer Linear Programming* pengembangan model penjadwalan sesuai dengan keadaan di unit satuan pengamanan Universitas Negeri Gorontalo dengan menggunakan 2 kali shift kerja dengan banyaknya regu yang ada yaitu 3 regu petugas. Penelitian [3] mengembangkan *Integer Linear Programming* pada masalah penjadwalan ruangan di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia hasilnya memberikan efisiensi sebesar 97% bila dibandingkan dengan sistem penjadwalan yang dibuat secara manual. Penelitian [4] dalam penelitiannya mengembangkan penjadwalan perawat dengan mempertimbangkan keahlian menggunakan *Integer Linear*

Programming di rumah sakit kota Bogor. Penelitian [5] menerapkan model *Integer Linear Programming* dalam pembuatan jadwal ujian universitas. Penelitian [6] dalam menggunakan *Integer Nonlinear Programming* pada penjadwalan mata pelajaran di sekolah. Penelitian [7] dalam penelitiannya menggunakan metode *Integer Linear Programming* pada masalah penjadwalan mata pelajaran, dan penelitian [8] menggunakan model *Integer Linear Programming* untuk menyelesaikan kasus penjadwalan karyawan.

METODOLOGI PENELITIAN

Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari SMA Al-Hikmah pada tahun ajaran 2023-2024. Data yang digunakan adalah data mata pelajaran, data guru pengampu mata pelajaran, hari belajar dan mengajar, ruangan kelas dan periode waktu pembelajaran.

Dalam penelitian ini dibangun model matematika dengan kendala sesuai dengan aturan SMA Al-Hikmah. Aturan tersebut dapat dibentuk formulasi masalah penjadwalan mata pelajaran dalam model *Integer Linear Programming*. Adapun indeks, parameter, dan variabel keputusan didefinisikan sebagai berikut.

Indeks

i = indeks hari dengan $i = 1, 2, \dots, 6$

j = indeks waktu, dengan $j = 1, 2, \dots, 4$

k = indeks mata pelajaran, dengan $k = 1, 2, \dots, 20$

m = indeks guru, dengan $m = 1, 2, \dots, 22$

n = indeks kelas, dengan $n = 1, 2, \dots, 12$

Parameter

a = Jumlah maksimal sesi waktu mengajar guru m setiap harinya

b_{kj} = Bobot mata pelajaran k di waktu j . Jika bobotnya kecil maka mata pelajaran diselenggarakan di waktu tersebut.

c_{kn} = jumlah waktu untuk mata pelajaran k dikelas n

Variabel Keputusan

$x_{mknij} \begin{cases} 1, & \text{jika guru } m \text{ mengajar mata pelajaran } k \text{ di kelas } n \text{ pada hari } i \text{ di waktu } j \\ 0, & \text{lainnya,} \end{cases}$

Penjadwalan di SMA Al-Hikmah dibuat untuk periode 6 hari kerja dalam seminggu. Dalam pembuatan penjadwalan sekolah ini menggunakan beberapa kendala yang harus dipenuhi. Berikut ini kendala yang digunakan dalam pembuatan penjadwalan mata Pelajaran di SMA Al-Hikmah dengan menggunakan metode *Integer Linear Programming* :

1. Guru tidak boleh mengajar lebih dari satu kali di setiap satu sesi.
2. Guru hanya mengajar mata pelajaran yang dikuasainya dan memenuhi jumlah sesi yang ditentukan.
3. Setiap kegiatan pembelajaran diajarkan secara serentak di setiap kelasnya.
4. Setiap mata pelajaran diajarkan secara serentak disetiap kelasnya.
5. Dalam seminggu setiap mata pelajaran diajarkan secara merata.

6. Pada hari Sabtu sesi 4 tidak dilaksanakan kegiatan belajar dan mengajar.
7. Dalam 1 sesi hanya ada 1 guru dan 1 mata Pelajaran disetiap kelas.
8. Tidak boleh ada guru mata pelajaran yang mengajar di dua kelas atau lebih pada sesi yang sama.
9. Mata Pelajaran PenjaskesOrkes tidak dilaksanakan pada hari Jumat.
10. Guru yang dijadwalkan pada beberapa hari dalam seminggu maka untuk hari di mana guru tersebut tidak dijadwalkan.
11. Setiap mata pelajaran yang pengajarnya sama harus dijadwalkan pada periode waktu yang berbeda.
12. Setiap mata pelajaran hanya boleh disajikan maksimal satu jam Pelajaran dalam sehari.

Tahapan Analisis

Tahapan analisis penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data
Pada tahap ini yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah mengumpulkan data. Data yang diambil yaitu data penjadwalan mata pelajaran pada tahun ajaran 2023-2024 yang dibuat secara manual oleh kurikulum SMA Al-Hikmah.
2. Penentuan Variabel Keputusan
Penentuan variabel keputusan yang digunakan dalam penjadwalan mata pelajaran di SMA Al-Hikmah adalah guru yang mendapat *shift* kerja, mata pelajaran, hari belajar dan mengajar, periode waktu serta kelas yang akan digunakan dalam tahun ajaran 2023-2024.
3. Penentuan Kendala
Penentuan kendala merupakan yang harus dipenuhi dengan batasan peraturan yang ada di SMA Al-Hikmah dalam penjadwalan mata pelajaran. Dalam hal ini, aturan SMA Al-Hikmah pada nomor 1-12 dijadikan sebagai kendala.
4. Penentuan Fungsi Tujuan
Pada tahap ini ditentukan fungsi tujuan untuk menyusun jadwal mata pelajaran menggunakan metode *Integer Linear Programming* dengan meminimumkan jumlah bobot mata pelajaran setelah itu mengimplementasikan pada masalah penjadwalan mata pelajaran di SMA Al-Hikmah.
5. Optimasi Penjadwalan Mata Pelajaran
Pada tahap ini, dilakukan optimasi penjadwalan mata pelajaran dengan menggunakan metode *Integer Linear Programming* dan divalidasi dengan dibantu *software* Lingo.
6. Interpretasi Hasil
Pada tahap ini, hasil yang diperoleh akan diinterpretasikan, kemudian ditarik kesimpulan, lalu disajikan dalam bentuk penjadwalan mata pelajaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Model Matematika

Berdasarkan aturan terkait penjadwalan mata pelajaran di SMA Al-Hikmah, maka model matematika yang telah dibangun dapat diterapkan sesuai kebutuhan di SMA Al-Hikmah. Setelah itu, model tersebut dapat diselesaikan menggunakan metode *Integer Linear Programming* yang diselesaikan dengan bantuan *software Lingo 11.0*. Variabel-variabel yang bernilai 1 merupakan variabel yang mewakili penjadwalan mata pelajaran yang akan dijadwalkan, sedangkan variabel 0 merupakan variabel yang tidak akan

dijadwalkan. Berikut merupakan penerapan model *Integer Linear Programming* pada masalah penjadwalan mata pelajaran.

Fungsi objektif dari kasus ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\min \sum_{m=1}^{22} \sum_{k=1}^{20} \sum_{n=1}^{12} \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^4 x_{mknij} b_{kj}$$

Keterangan :

- x_{mknij} = Variabel keputusan / kegiatan yang akan dilaksanakan ke- $mknij$
 b_{kj} = Bobot mata pelajaran k di waktu j . Jika bobotnya kecil maka mata pelajaran diselenggarakan di waktu tersebut.
 m = Jumlah Guru, dimana $m = 1, 2, \dots, 22$
 k = Jumlah Mata pelajaran, dimana $k = 1, 2, \dots, 20$
 n = Jumlah Ruangan, dimana $n = 1, 2, \dots, 12$
 i = Jumlah hari, dimana $i = 1, 2, \dots, 6$
 j = Jumlah sesi, dimana $j = 1, 2, \dots, 4$

Fungsi pada persamaan diperoleh fungsi objektif untuk meminimumkan total bobot mata pelajaran yang variabel keputusannya, jika guru ($m = 1, 2, \dots, 22$) mengajar mata pelajaran ($k = 1, 2, \dots, 20$) dikelas ($n = 1, 2, \dots, 12$) pada hari ($i = 1, 2, \dots, 6$) di waktu ($j = 1, 2, \dots, 4$) pada fungsi tujuan.

Kendala-kendalanya adalah

1. Setiap Guru tidak boleh mengajar lebih dari satu kali di setiap satu sesi,

$$\sum_{k=1}^{22} \sum_{j=1}^6 x_{mknij} \leq 1, \quad \forall m = 1, 2, \dots, 22; n = 1, 2, \dots, 12; i = 1, 2, \dots, 6$$

2. Guru mengajar sesuai dengan bidang keahliannya dan memenuhi jumlah sesi yang ditetapkan,

$$\sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^4 x_{mknij} = c_{kn}, \quad \forall m = 1, 2, \dots, 22; k = 1, 2, \dots, 20; n = 1, 2, \dots, 12$$

3. Setiap kegiatan pembelajaran diajarkan secara serentak di setiap kelasnya,

$$\sum_{k=1}^{20} \sum_{n=1}^{12} \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^4 x_{mknij} = 1, \quad \forall m = 1, 2, \dots, 22;$$

4. Setiap Mata Pelajaran tidak boleh diajarkan lebih dari satu sesi pada sesi yang sama,

$$\sum_{k=1}^{22} \sum_{j=1}^6 x_{mknij} \leq 1, \quad \forall m = 1, 2, \dots, 22; n = 1, 2, \dots, 12; i = 1, 2, \dots, 6$$

5. Dalam seminggu setiap mata pelajaran akan diajarkan secara merata,

$$\sum_{j=1}^4 x_{mknij} \leq 1, \quad \forall m = 1, \dots, 22; k = 1, \dots, 20; n = 1, \dots, 12; i = 1, \dots, 6$$

6. Setiap mata pelajaran hanya boleh disajikan maksimal satu jam pelajaran dalam sehari

$$\sum_{k=1}^{20} x_{mknij} \leq 1, \forall m = 1, \dots, 22; k = 1, \dots, 20; n = 1, \dots, 12; i = 1, \dots, 6$$

7. Pada hari sabtu sesi 4 tidak dilaksanakan kegiatan belajar dan mengajar,

$$\sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^4 x_{mkn54} = 0, \forall m = 1, 2, \dots, 22; k = 1, 2, \dots, 20; n = 1, 2, \dots, 12$$

8. Dalam 1 sesi hanya ada 1 guru dan 1 mata pelajaran untuk 1 kelas,

$$\sum_{m=1}^{22} \sum_{k=1}^{20} x_{mknij} \leq 1, \forall n = 1, 2, \dots, 12; i = 1, 2, \dots, 6; j = 1, 2, \dots, 4$$

9. Tidak boleh ada guru mata pelajaran yang mengajar di dua kelas atau lebih pada sesi yang sama,

$$\sum_{k=1}^{20} \sum_{n=1}^{12} x_{mknij} \leq 1, \forall m = 1, 2, \dots, 22; i = 1, 2, \dots, 6; j = 1, 2, \dots, 4$$

10. Setiap mata pelajaran dengan pengajar yang sama harus dijadwalkan pada periode waktu yang berbeda,

$$\sum_{m=1}^{20} \sum_{n=1}^{12} \sum_{i=1}^6 x_{mknij} \leq 1, \forall k = 1, 2, \dots, 20; j = 1, 2, \dots, 4$$

11. Mata Pelajaran PenjaskesOrkes tidak dilaksanakan pada hari Jumat,

$$\sum_{k=1}^{22} \sum_{i=1}^{20} x_{mknij} = 1, \forall m = 1, 2, \dots, 12; n = 1, 2, \dots, 6; j = 1, 2, \dots, 4$$

12. Guru yang dijadwalkan pada beberapa hari saja dalam seminggu, maka untuk hari di mana guru tersebut tidak dijadwalkan mengajar,

Guru 6 tidak bisa mengajar di hari Sabtu

$$\sum_{k=1}^{20} \sum_{n=1}^{12} \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^4 x_{6kn6j} = 0, \forall m = 1, 2, \dots, 22;$$

Guru 8 tidak bisa mengajar di hari Sabtu

$$\sum_{k=1}^{20} \sum_{n=1}^{12} \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^4 x_{8kn6j} = 0, \forall m = 1, 2, \dots, 22;$$

Guru 9 tidak bisa mengajar di hari Sabtu

$$\sum_{k=1}^{20} \sum_{n=1}^{12} \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^4 x_{9kn6j} = 0, \forall m = 1, 2, \dots, 22;$$

Guru 14 tidak bisa mengajar di hari Selasa

$$\sum_{k=1}^{20} \sum_{n=1}^{12} \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^4 x_{14kn2j} = 0, \forall m = 1, 2, \dots, 22;$$

Guru 17 tidak bisa mengajar di hari Rabu

$$\sum_{k=1}^{20} \sum_{n=1}^{12} \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^4 x_{17kn3j} = 0, \forall m = 1, 2, \dots, 22;$$

Guru 18 tidak bisa mengajar di hari Jumat

$$\sum_{k=1}^{20} \sum_{n=1}^{12} \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^4 x_{18kn5j} = 0, \forall m = 1, 2, \dots, 22;$$

Guru 22 tidak bisa mengajar di hari Jumat

$$\sum_{k=1}^{20} \sum_{n=1}^{12} \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^4 x_{22kn5j} = 0, \forall m = 1, 2, \dots, 22;$$

13. Semua variabel keputusan bernilai nol atau satu.

$$x_{mknij} \in \{0, 1\}, \forall m \in m, k \in k, n \in n, i \in i, j \in j$$

Hasil Penjadwalan Mata Pelajaran

Hasil yang diperoleh pada model *Integer Linear Programming* dengan bantuan *software* LINGO 11.0 menghasilkan output berupa solusi dari tujuan penelitian berdasarkan fungsi tujuan dan kendala - kendala yang telah ditentukan. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai optimal sebesar 320. Sintaks model ini dapat dilihat pada Lampiran 1. Hasil penjadwalan mata Pelajaran di SMA Al-Hikmah dengan menggunakan metode *Integer Linear Programming* dan divalidasi oleh *software Lingo* diberikan pada Tabel 1 – Tabel 3.

Tabel 1. Hasil Penjadwalan KBM Kelas 10 SMA Al- Hikmah

| Kelas | Sesi | Senin | Selasa | Rabu | Kamis | Jumat | Sabtu |
|-------|------|-------|--------|------|-------|-------|-------|
| X1 | 1 | G16 | G10 | G20 | G18 | G11 | G12 |
| | | TIK | IND | EKO | MTK | SEJ | ING |
| | 2 | G12 | G1 | G1 | G7 | G13 | G18 |
| | | ING | KIM | BIO | FIS | ARB | MTK |
| | 3 | G20 | G22 | G21 | G6 | G5 | G10 |
| | | EKO | PAI | PJOK | PKR | SND | IND |
| | 4 | G14 | G20 | G6 | G22 | G1 | |
| | | KWN | SBK | SOS | GEO | BIO | |
| X2 | 1 | G20 | G18 | G1 | G13 | G12 | G18 |
| | | EKO | MTK | BIO | ARB | ING | MTK |
| | 2 | G11 | G1 | G21 | G20 | G6 | G14 |
| | | SEJ | KIM | PJOK | EKO | PKR | PKN |
| | 3 | G22 | G10 | G12 | G16 | G20 | G22 |
| | | GEO | IND | ING | TIK | SBK | PAI |
| | 4 | G16 | G5 | G10 | G1 | G7 | |
| | | SOS | SND | IND | BIO | FIS | |
| X3 | 1 | G19 | G22 | G18 | G21 | G14 | G1 |
| | | EKO | GEO | MTK | PJOK | PKN | BIO |
| | 2 | G5 | G18 | G12 | G1 | G12 | G13 |
| | | SND | MTK | ING | KIM | IND | ARB |
| | 3 | G1 | G16 | G19 | G12 | G11 | G12 |
| | | BIO | SOS | EKO | ING | SEJ | IND |
| | 4 | G22 | G6 | G7 | G16 | G20 | |
| | | PAI | PKR | FIS | TIK | SBK | |
| X4 | 1 | G12 | G21 | G12 | G1 | G7 | G13 |
| | | IND | PJOK | IND | BIO | FIS | ARB |
| | 2 | G1 | G12 | G18 | G16 | G1 | G16 |
| | | KIM | ING | MTK | TIK | BIO | SOS |
| | 3 | G19 | G5 | G20 | G6 | G14 | G18 |
| | | EKO | SND | SBK | PKR | PKN | MTK |
| | 4 | G11 | G22 | G22 | G12 | G19 | |
| | | SEJ | GEO | PAI | ING | EKO | |

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa di kelas X1 pada hari senin adalah belajar Teknologi dan Informatika (TIK) oleh guru dengan indeks 16, dilanjutkan dengan guru-12 untuk belajar Bahasa Inggris, selanjutnya ekonomi oleh guru-20 dan terakhir mata pelajaran Pendidikan Kewarganegaraan oleh guru-14. Selain itu, untuk hari Selasa di Kelas X3, di sesi 1 akan belajar Geografi oleh Guru 22, dilanjutkan dengan Matematika oleh Guru-18, kemudian Sosiologi oleh Guru-16 dan terakhir Prakarya oleh Guru-6.

Tabel 2. Hasil Penjadwalan KBM Kelas 11 SMA Al- Hikmah

| Kelas | Sesi | Senin | Selasa | Rabu | Kamis | Jumat | Sabtu |
|-----------|------|------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|
| XI MIPA 1 | 1 | G11 SEJ | G3 EKO | G21 PJOK | G2 ARB | G1 KIM | G5 SND |
| | 2 | G17 FIS | G4 MTK | G4 MTK | G14 PKN | G10 IND | G20 SBK |
| | 3 | G8 ING | G9 PAI | G6 PKR | G15 BIO | G16 SOS | G15 BIO |
| | 4 | G10 IND | G16 TIK | G8 ING | G17 FIS | G4 MP | |
| | 1 | G6 PKR | G1 KIM | G4 MTK | G20 EKO | G16 TIK | G14 PKN |
| | 2 | G8 ING | G16 SOS | G8 ING | G15 BIO | G17 FIS | G17 FIS |
| | 3 | G10 IND | G4 MP | G15 BIO | G20 SBK | G2 ARB | G21 PJOK |
| | 4 | G5 SND | G9 PAI | G11 SEJ | G4 MTK | G10 IND | |
| XI IPS 1 | 1 | G4 MTK | G20 SBK | G19 EKO | G4 MTK | G8 ING | G10 IND |
| | 2 | G13 ARB | G21 PJOK | G6 PKR | G19 EKO | G11 SP | G1 GEO |
| | 3 | G16 TIK | G8 ING | G16 SOS | G17 FIS | G9 PAI | G14 PKN |
| | 4 | G1 GEO | G11 SEJ | G5 SND | G10 IND | G15 BIO | |
| | 1 | G1 GEO | G9 PAI | G10 IND | G8 ING | G10 IND | G11 SP |
| XI IPS 2 | 2 | G19 EKO | G15 BIO | G16 TIK | G4 MTK | G4 MTK | G21 PJOK |
| | 3 | G17 FIS | G11 SEJ | G14 PKN | G5 SND | G1 GEO | G16 SOS |
| | 4 | G8 ING | G19 EKO | G6 PKR | G20 SBK | G13 ARB | |

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa di kelas XI IPS 1 pada hari senin adalah belajar matematika oleh guru dengan indeks 4, dilanjutkan dengan guru-13 untuk belajar Bahasa Arab, selanjutnya Teknologi dan Informatika oleh guru-16 dan terakhir mata pelajaran Geografi oleh guru-11. Selain itu, untuk hari Selasa di Kelas XI IPS 2, di sesi 1 akan belajar Pendidikan Agama Islam oleh Guru 9, dilanjutkan dengan Biologi oleh Guru-15, kemudian Sejarah oleh Guru-11 dan terakhir Ekonomi oleh Guru-19.

Tabel 3. Hasil Penjadwalan KBM Kelas 12 SMA Al- Hikmah

| Kelas | Sesi | Senin | Selasa | Rabu | Kamis | Jumat | Sabtu |
|------------|------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| XII MIPA 1 | 1 | G5 SND | G8 PJOK | G8 ING | G16 TIK | G6 PKR | G4 MTK |
| | 2 | G15 BIO | G6 SOS | G9 PAI | G17 FIS | G20 SBK | G5 PKN |
| | 3 | G3 EKO | G17 FIS | G10 IND | G8 ING | G10 IND | G11 SEJ |
| | 4 | G4 MTK | G15 BIO | G4 MP | G2 ARB | G17 KIM | |
| XII MIPA 2 | 1 | G17 FIS | G4 MTK | G5 SND | G10 IND | G17 KIM | G15 BIO |
| | 2 | G6 SOS | G10 IND | G11 SEJ | G6 PKR | G8 ING | G4 MTK |
| | 3 | G9 PAI | G20 SBK | G8 PJOK | G3 EKO | G4 MP | G17 FIS |
| | 4 | G2 ARB | G8 ING | G15 BIO | G5 PKN | G16 TIK | |
| XII IPS 1 | 1 | G15 GEO | G16 TIK | G11 SP | G6 SOS | G4 MTK | G2 ARB |
| | 2 | G4 MTK | G8 PJOK | G10 IND | G8 ING | G9 PAI | G3 EKO |
| | 3 | G5 PKN | G15 BIO | G11 SEJ | G10 IND | G15 GEO | G5 SND |
| | 4 | G6 PKR | G17 FIS | G20 SBK | G3 EKO | G8 ING | |
| XII IPS 2 | 1 | G8 PJOK | G15 BIO | G6 PKR | G11 SP | G5 PKN | G17 FIS |
| | 2 | G16 TIK | G11 SEJ | G3 EKO | G10 IND | G15 GEO | G15 GEO |
| | 3 | G4 MTK | G6 SOS | G5 SND | G4 MTK | G8 ING | G3 EKO |
| | 4 | G20 SBK | G10 IND | G2 ARB | G8 ING | G9 PAI | |

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa di kelas XII IPA 1 pada hari senin adalah belajar Seni Budaya oleh guru dengan indeks 5, dilanjutkan dengan guru-15 untuk belajar Biologi, selanjutnya Ekonomi oleh guru-3 dan terakhir mata pelajaran Matematika oleh guru-4. Selain itu, untuk hari Kamis di Kelas XII IPS 2, di sesi 1 akan belajar Sejarah Peminatan oleh Guru 11, dilanjutkan dengan Bahasa Indonesia oleh Guru-10, kemudian belajar Matematika oleh Guru-4 dan terakhir Bahasa Inggris oleh Guru-8.

Berdasarkan hasil pada Tabel 1-3, hasil penjadwalan mata Pelajaran dengan menggunakan metode *Integer Linear Programming* telah memenuhi semua aturan yang ada di SMA Al- Hikmah. Model ini bertujuan untuk meminimumkan total bobot mata pelajaran pada kendala fungsi tujuan. Hasilnya setiap mata pelajaran dan jadwal guru terjadwal pada setiap kelas, serta tidak ada jadwal yang saling bentrok satu sama lain, sehingga jadwal mata pelajaran ini lebih optimal dibandingkan dengan penjadwalan yang dibuat secara manual. Penjadwalan mata pelajaran dengan menggunakan metode *Integer Linear Programming* terlihat juga bahwa mata pelajaran inti dijadwalkan lebih awal dibandingkan dengan jadwal mata pelajaran lainnya, tidak ada pembelajaran pada hari Sabtu di sesi ke 4, serta pada kendala 11 Guru 8 dan 9 yang tidak bisa mengajar dihari Sabtu. Hal ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode ini telah memenuhi kendala-kendala atau aturan yang ada di SMA Al- Hikmah dengan hasil bobot yang

paling kecil. Untuk melihat perbandingan bobot secara manual dan menggunakan metode *Integer Linear Programming*, dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Hasil Manual dan *Integer Linear Programming*

| | Metode Manual | Metode <i>Integer Linear Programming</i> | Perbaikan |
|--------------|----------------------|---|------------------|
| Bobot | 353 | 320 | 9.34% |

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada pada Tabel 4 diberikan jumlah sesi per mata pelajaran setiap pekannya dan total bobot mata pelajaran yang dibuat secara manual didapatkan total bobot sebesar 353, persentase perbaikan penjadwalan mata Pelajaran menggunakan metode *Integer Linear Programming* diperhitungkan $= (33/353) \times 100\% = 9.34\%$. Hasil yang didapat cukup baik karena hanya ada 2 sesi mata pelajaran Matematika wajib yang dijadwalkan pada sesi empat dengan bobot tiga. Mata pelajaran inti lebih banyak dijadwalkan pada sesi satu dan dua, mata pelajaran inti yaitu Bahasa Indonesia, Bahasa Inggris dan Matematika wajib.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini telah diperlihatkan penyelesaian masalah penjadwalan mata pelajaran menggunakan metode *Integer Linear Programming* dengan bantuan *software Lingo 11.0*, menggunakan beberapa kendala atau aturan terkait penjadwalan mata pelajaran yang ada di SMA Al-Hikmah. Penjadwalan mata pelajaran yang dihasilkan dengan menggunakan metode ini lebih optimal dibandingkan dengan penjadwalan yang dibuat secara manual. Dengan menggunakan metode *Integer Linear Programming* didapatkan solusi optimal berupa penjadwalan mata pelajaran dengan fungsi kendala yang disesuaikan dan memenuhi semua kendala atau aturan yang ada di SMA Al-Hikmah dengan meminimumkan total bobot mata pelajaran, sehingga didapatkan penjadwalan mata pelajaran yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chen, M.C., Goh, S.L., Sabar, N.R., & Kendall, G. (2021) 'A survey of university course timetabling problem: Perspectives, trends and opportunities', IEEE Access, 9, 106515-106529.
- [2] Mohungo, S. M., Yahya, L., Resmawan, R., & Wungguli, D. (2021). Penerapan Model *Integer Linear Programming* pada Penjadwalan Petugas Satuan Pengamanan. *Euclid*, 8(1), 6-15.
- [3] Hutomo, A. R., Fitrananda, A., Marshadiany, A., Prikarti, G. P., & Imah, E. M. (2011). Implementasi Algoritma *Integer Linear Programming* untuk Sistem Informasi Penjadwalan Ruang di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia. *Jurnal Sistem Informasi*, 7(1), 25-33.
- [4] Widyastiti, M., & Sumarsa, A. (2021). Pemrograman Linier Bilangan Bulat Dalam Menentukan Banyaknya Perawat Yang Bekerja Di Rumah Sakit. *Sainstek*, 5(1), 170-179.
- [5] Chang, L. S., & Kahar, MN, M. (2018). *Modelling The Universiti Malaysia Pahang Examination Timetabling Problem. International Journal of Software Engineering and Computer Systems*, 4(1), 106-119.

- [6] Izzudin, M. (2015). Penjadwalan Mata Pelajaran di Sekolah: Studi Kasus di SMPIT Nurul Fajar Bogor.
- [7] Saefurrohman, G. (2021) Masalah Penjadwalan Mata Pelajaran Studi Kasus di SMA Plus Liwaul Furqan Bogor.
- [8] Irsyad, I., Katili, M. R., & Achmad, N. (2020). Penerapan Metode *Integer Linear Programming* Pada Penjadwalan Karyawan. *Jurnal Riset dan Aplikasi Matematika (JRAM)*, 4(1), 63-73.