

Aplikasi Pemrograman Integer pada Masalah Penjadwalan Mata Pelajaran di SMPN 4 Tanah Grogot

Ahmad Topik¹, Syaripuddin^{2,*}, Qonita Qurrota A'yun³

^{1,2,3} *Laboratorium Matematika Komputasi Program Studi Matematika Jurusan Matematika FMIPA Universitas Mulawarman*

Dikirim: November 2022; Diterima: Maret 2023;

Dipublikasi: Maret 2023

Alamat Email Korespondensi: syarifrahman2014@gmail.com

Abstrak

Penjadwalan mata pelajaran sekolah adalah penentuan mata pelajaran, hari sesi dimulainya dan ruangan yang akan digunakan di sekolah untuk kegiatan belajar-mengajar. Masalah penjadwalan mata pelajaran sering ditemukan di sekolah-sekolah termasuk SMPN 4 Tanah Grogot. Di antara metode untuk menyelesaikan masalah penjadwalan adalah dengan pemrograman *integer*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan model penjadwalan optimal mata pelajaran SMPN 4 Tanah Grogot menggunakan model pemrograman *integer*. Pada penelitian ini model penjadwalan mata pelajaran SMPN 4 Tanah Grogot dibatasi hanya untuk data kelas VIII saja. Data diperoleh dari bidang kurikulum SMPN 4 Tanah Grogot yang meliputi tiga kelas VIII, sepuluh mata pelajaran, enam hari aktif sekolah dengan tiga sesi pembelajaran per hari dan 22 guru. Dari 22 guru tersebut, terdapat dua guru Agama, dua guru PPKN, tiga guru Bahasa Indonesia, tiga guru Matematika, lima guru IPA, tiga guru IPS, tiga guru Bahasa Inggris, dua guru Seni Budaya, dua guru Olahraga dan dua guru Prakarya. Terdapat lima guru yang mengajar lebih dari satu mata pelajaran. Model masalah penjadwalan yang dihasilkan dalam penelitian ini berupa model pemrograman nonlinier *integer*. Solusi optimal diperoleh dengan menyelesaikan model menggunakan *software* LINGO 11.0 yaitu penjadwalan mata pelajaran dengan 15 guru nomor urut tertentu yang mengajar mata pelajaran sesuai bidang yang dikuasai. Terdapat juga tujuh guru yang tidak mengajar di kelas VIII.

Kata Kunci:

Pemrograman integer nonlinier, Penjadwalan, Mata pelajaran, Sekolah

PENDAHULUAN

Riset operasi adalah pendekatan dalam pengambilan keputusan yang ditandai dengan penggunaan pengetahuan ilmiah melalui usaha kelompok antar disiplin yang bertujuan menentukan penggunaan terbaik sumber daya yang terbatas [1].

Pemrograman linier merupakan salah satu bagian dari riset operasi yang digunakan untuk memecahkan persoalan optimasi (maksimum atau minimum) dengan menggunakan persamaan dan pertidaksamaan linier dalam rangka untuk mencari pemecahan yang optimal dengan memperhatikan pembatasan-pembatasan yang ada [1]. Pemrograman linier dengan tambahan kendala integer yang biasa disebut dengan pemrograman integer. Jika terdapat kendala berupa persamaan/pertidaksamaan nonlinier maka pemrograman tersebut dinamakan pemrograman nonlinier integer.

Di antara metode yang sering digunakan untuk menyelesaikan pemrograman integer yaitu metode *Branch and Bound* sebagaimana yang telah diaplikasikan dari beberapa referensi [2]-[4]. Dalam masalah ini metode *Branch and Bound* menghasilkan

penyelesaian optimal yang menghasilkan variabel-variabel keputusan bilangan bulat dengan membatasi penyelesaian optimum yang akan menghasilkan bilangan pecahan dengan cara membuat cabang atas dan bawah bagi masing-masing variabel keputusan yang bernilai pecahan agar bernilai bulat sehingga setiap pembatasan akan menghasilkan cabang baru [5]. Salah satu aplikasi pemrograman integer adalah permasalahan penjadwalan sekolah sebagaimana yang telah dilakukan [6].

Penelitian ini menghasilkan model penjadwalan mata pelajaran SMPN 4 Tanah Grogot yang dibatasi hanya untuk data kelas VIII saja. Data pada penelitian ini diperoleh dari bidang kurikulum SMPN 4 Tanah Grogot yang meliputi tiga kelas VIII, sepuluh mata pelajaran, enam hari aktif sekolah dengan tiga sesi pembelajaran per hari dan 22 guru.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk ke dalam penelitian kuantitatif dengan populasi yang digunakan adalah data bidang kurikulum SMPN 4 Tanah Grogot. Adapun sampel yang digunakan adalah data bidang kurikulum SMPN 4 Tanah Grogot yang meliputi data mata pelajaran dan guru pengajar untuk kelas VIII Semester Genap Tahun Ajaran 2021/2022. Adapun beberapa langkah-langkah yang harus dilakukan untuk menganalisis data adalah sebagai berikut:

1. Pendeskripsian masalah dengan menentukan parameter utama yang digunakan dalam penjadwalan mata pelajaran, tujuan dan batasan-batasan yang digunakan dalam pemodelan penjadwalan mata pelajaran.
2. Merumuskan variabel keputusan untuk masalah penjadwalan mata pelajaran dengan variabel yang ditentukan seperti hari, periode waktu, kelas, guru, dan mata pelajaran.
3. Perumusan model dilakukan berdasarkan tujuan pemodelan penjadwalan yang akan dijadikan fungsi objektif dan batasan-batasan dalam masalah penjadwalan dirumuskan menjadi fungsi kendala. Fungsi kendala yang digunakan sebanyak 8 kendala.
4. Penyusunan *syntax* pada *software* LINGO 11.0 dilakukan setelah memformulasikan fungsi tujuan dan fungsi kendala. Dengan menentukan judul atau *title*, *sets*, data yang digunakan dalam penelitian ini data yang diinput pada program merupakan jumlah periode waktu tiap kelas, bobot (koefisien) dan jumlah periode guru mengajar untuk setiap kelas, dan kendala yang digunakan.
5. Setelah model diformulasikan menjadi *syntax* program kemudian dilakukan *running* dan menghasilkan *output*. *Output* tersebut kemudian disusun menjadi jadwal mata pelajaran untuk setiap kelas dan jadwal mengajar untuk setiap guru.

HASIL DAN PEMBAHASAN

SMPN 4 Tanah Grogot memiliki sebelas kelas untuk kelas VII terdapat empat kelas, untuk kelas VIII terdapat tiga kelas, dan untuk kelas IX terdapat empat kelas. Dari data sekolah tersebut sampel yang akan diambil adalah kelas VIII yang terbagi menjadi tiga kelas, yaitu kelas VIII A dengan indeks $k = 1$, kelas VIII B dengan indeks $k = 2$, dan kelas VIII C dengan indeks $k = 3$. Adapun data selengkapnya mengenai mata pelajaran, banyak sesi dan bobot dari tiap kelas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Mata Pelajaran, Banyak Sesi, dan Bobot

Indeks (p)	Mata Pelajaran	Sing- katan	Jumlah sesi per minggu			Bobot		
			Kelas VIII A	Kelas VIII B	Kelas VIII C	Sesi 1	Sesi 2	Sesi 3
1	Matematika	MAT	3	3	3	1	2	3
2	Ilmu Pengetahuan Alam	IPA	3	3	3	1	2	3
3	Bahasa Indonesia	IND	3	2	3	1	1	1
4	Bahasa Inggris	ING	2	3	3	1	1	1
5	Ilmu Pengetahuan Sosial	IPS	2	2	2	1	1	1
6	PPKn	PKN	1	1	1	1	1	1
7	Pendidikan Agama & Budi Pekerti	AGA	1	1	1	1	1	1
8	Penjasorkes	PJOK	1	1	0	1	1	3
9	Seni Budaya	SBK	1	1	1	1	1	1
10	Prakarya	PKR	1	1	1	2	1	3

Pada Tabel 1 dapat dilihat setiap kelas memiliki sepuluh mata pelajaran dan jumlah sesi untuk tiap minggu dan pembagian bobot di setiap sesi. Hal ini berdasarkan data yang diperoleh di lapangan.

Tabel 2. Mata Pelajaran yang dikuasai Guru

Indeks guru (g)	Mata pelajaran yang dikuasai
1	Matematika
2	Matematika
3	Matematika, Prakarya
4	Bahasa Inggris
5	Bahasa Inggris
6	Bahasa Inggris
7	Ilmu Pengetahuan Sosial
8	Ilmu Pengetahuan Sosial
9	Bahasa Indonesia
10	Bahasa Indonesia
11	Bahasa Indonesia
12	Penjasorkes
13	Pendidikan Agama & Budi Pekerti, Penjasorkes
14	Pendidikan Agama & Budi Pekerti
15	Ilmu Pengetahuan Alam
16	Ilmu Pengetahuan Alam
17	PKN
18	PKN
19	Ilmu Pengetahuan Sosial, Ilmu Pengetahuan Alam
20	Seni Budaya
21	Seni Budaya, Ilmu Pengetahuan Alam
22	Prakarya, Ilmu Pengetahuan Alam

SMPN 4 Tanah Grogot memiliki 22 guru dengan bidang keahlian yang berbeda-beda. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 2 yang dimana ada beberapa guru yang menguasai lebih dari satu mata pelajaran yang sudah sesuai dengan keahliannya masing-masing.

SMPN 4 Tanah Grogot memiliki beberapa batasan khusus yaitu:

1. Setiap pelajaran di setiap kelas maksimal hanya satu sesi per hari,
2. Pelajaran olahraga tidak diselenggarakan pada hari Senin dan Kamis,
3. Setiap guru maksimal hanya mengajar dua sesi per hari,
4. Memperhatikan ketidaksediaan guru di sesi atau hari tertentu, maka model matematika untuk masalah penjadwalan ini adalah sebagai berikut:
Fungsi objektif dari kasus ini ialah:

$$\min \sum_{p=1}^{10} \sum_{k=1}^3 \sum_{h=1}^6 \sum_{s=1}^3 c_{ps} y_{pkhs}$$

Kendala-kendalanya ialah

1. Setiap mata pelajaran harus memenuhi jumlah sesi yang ditetapkan,

$$\sum_{h=1}^6 \sum_{s=1}^3 y_{pkhs} = b_{pk}, \quad \forall p = 1, 2, \dots, 10; k = 1, 2, 3.$$

2. Dalam satu sesi hanya ada satu guru dan satu mata pelajaran untuk satu kelas,

$$\sum_{g=1}^{22} \sum_{p=1}^{10} x_{gpk} y_{pkhs} = 1, \quad \forall k = 1, 2, 3; h = 1, 2, \dots, 6; s = 1, 2, 3.$$

3. Setiap guru maksimal hanya mengajar di satu kelas di tiap sesi,

$$\sum_{p=1}^{10} \sum_{k=1}^3 x_{gpk} y_{pkhs} \leq 1, \quad \forall g = 1, 2, \dots, 22; h = 1, 2, \dots, 6; s = 1, 2, 3.$$

4. Setiap mata pelajaran dan kelas hanya terdapat satu guru yang mengajar,

$$\sum_{g=1}^{22} x_{gpk} = 1, \quad \forall p = 1, 2, \dots, 10; k = 1, 2, 3.$$

5. Guru hanya mengajar sesuai dengan bidang keahliannya,

$$x_{gpk} \leq a_{gp} \quad \forall g = 1, 2, \dots, 22; p = 1, 2, \dots, 10; k = 1, 2, 3.$$

6. Setiap pelajaran maksimal hanya satu sesi per hari di setiap kelas,

$$\sum_{s=1}^3 y_{pkhs} \leq 1, \quad \forall p = 1, 2, \dots, 10; k = 1, 2, 3; h = 1, 2, \dots, 6$$

7. Prakarya tidak dilaksanakan di hari Senin dan Kamis,

$$\sum_{s=1}^3 y_{10k1s} = 0, \quad \forall k = 1, 2, 3.$$

8. Setiap guru maksimal mengajar dua sesi per hari

$$\sum_{p=1}^{10} \sum_{k=1}^3 \sum_{s=1}^3 x_{gpk} y_{pkhs} \leq 2, \quad \forall g = 1, 2, \dots, 22; h = 1, 2, \dots, 6.$$

9. Kendala kesediaan guru

Guru tujuh tidak bisa mengajar di Sesi tiga

$$x_{7pk}y_{pkh3} = 0, \quad \forall p = 1,2, \dots, 10; k = 1,2,3; h = 1,2, \dots, 6.$$

Guru delapan tidak bisa mengajar di Sesi satu

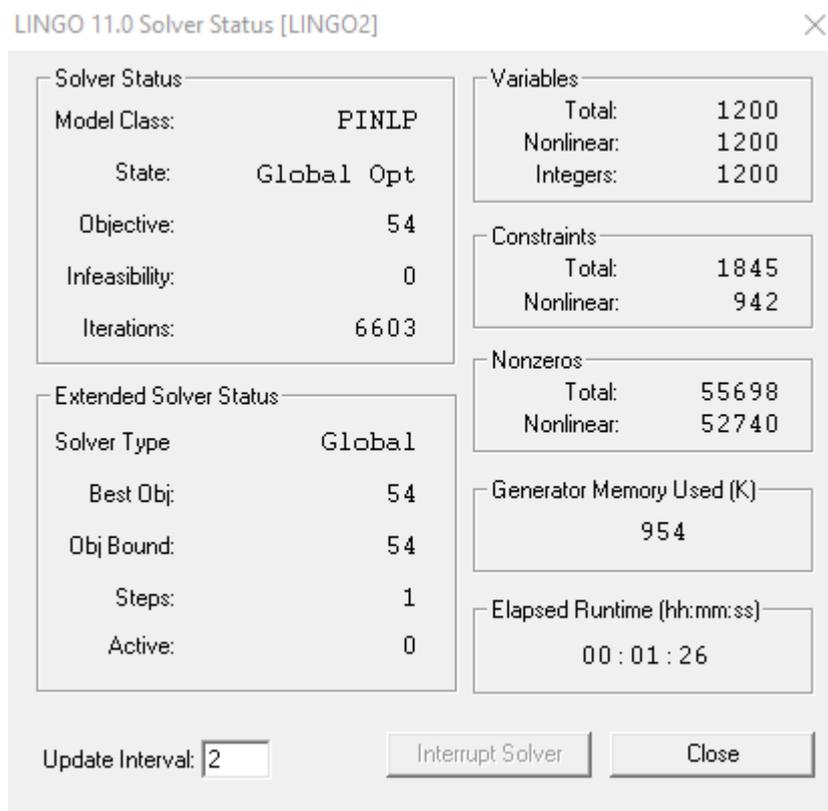
$$x_{8pk}y_{pkh1} = 0, \quad \forall p = 1,2, \dots, 10; k = 1,2,3; h = 1,2, \dots, 6.$$

10. Kendala biner

$$x_{gpk} \in \{0,1\}, \quad \forall g = 1,2, \dots, 22; p = 1,2, \dots, 10; k = 1,2,3.$$

$$y_{pkhs} \in \{0,1\}, \quad \forall p = 1,2, \dots, 10; k = 1,2,3; h = 1,2, \dots, 6; s = 1,2,3.$$

Selanjutnya dibahas hasil solusi dari model Matematika dengan bantuan *software* LINGO 11.0 sehingga didapatkan nilai optimal 54 sebagaimana pada Gambar 1



Gambar 1. Hasil Solusi Model Matematika dengan *Software* LINGO 11.0

Berdasarkan hasil tersebut diperoleh jadwal yang ditunjukkan di Tabel 3.

Tabel 3. Jadwal Pelajaran dan Guru

Hari	Sesi	Kelas 8A		Kelas 8B		Kelas 8C	
		Mapel	Guru	Mapel	Guru	Mapel	Guru
Senin	sesi 1	IPA	19	MAT	3	MAT	2
	sesi 2	PJOK	12	IPS	8	IPS	7
	sesi 3	SBK	20	IND	9	PKN	17
Selasa	sesi 1	MAT	1	IPA	15	MAT	2
	sesi 2	IND	9	PJOK	12	PKR	22
	sesi 3	ING	6	SBK	21	IND	9
Rabu	sesi 1	IPA	19	IPA	15	IPA	22
	sesi 2	ING	6	PKR	22	IPS	7
	sesi 3	PKN	17	IND	9	AGA	13
Kamis	sesi 1	IPA	19	IPA	15	IPA	22
	sesi 2	IPS	7	ING	6	IND	9
	sesi 3	IND	9	PKN	17	ING	6
Jumat	sesi 1	MAT	1	MAT	3	MAT	2
	sesi 2	IPS	7	ING	6	SBK	21
	sesi 3	IND	9	IPS	8	ING	6
Sabtu	sesi 1	MAT	1	MAT	3	IPA	22
	sesi 2	PKR	22	AGA	13	ING	6
	sesi 3	AGA	13	ING	6	IND	9

Pada Tabel 4 diberikan jumlah sesi per mata pelajaran di setiap minggunya. Dari tabel tersebut dapat dilihat pembagian setiap mata pelajaran di setiap kelasnya sudah terpenuhi, tidak ada bentrok mata pelajaran dan bentrok guru di setiap sesi dihari yang sama. Hal ini dapat disimpulkan bahwa pembagian jadwal mata pelajaran dan guru untuk sekolah tersebut sudah optimal berdasarkan hasil LINGO 11.0.

Tabel 4. Jumlah Sesi per Mata Pelajaran

Mata pelajaran	Bobot di sesi			Terjadwal di sesi			Total sesi
	1	2	3	1	2	3	
Matematika	1	2	3	9	0	0	9
Ilmu Pengetahuan Alam	1	2	3	9	0	0	9
Bahasa Indonesia	1	1	1	0	2	6	8
Bahasa Inggris	1	1	1	0	4	4	8
Ilmu Pengetahuan Sosial	1	1	1	0	5	1	6
PPKn	1	1	1	0	0	3	3
Pendidikan Agama & Budi Pekerti	1	1	1	0	1	2	3
Penjasorkes	1	1	3	0	2	0	2
Seni Budaya	1	1	1	0	1	2	3
Prakarya	2	1	3	0	3	0	3

Pada Tabel 5 diberikan total mengajar setiap guru setiap harinya. Dari tabel tersebut dapat dilihat beberapa kendala terpenuhi. Nilai bobot dari masing-masing mata pelajaran tersebut sudah berdasarkan Tabel 4. Adapun hasil yang didapatkan sangat baik karena tidak ada satu sesi pun yang dijadwalkan pada sesi dengan bobot dua maupun tiga, dikarenakan semakin rendah angka bobotnya maka semakin pantas mata pelajaran itu diajarkan pada sesi tersebut.

Tabel 5. Total Mengajar (Dalam Sesi) Setiap Guru

Guru (<i>g</i>)	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu
1	0	1	0	0	1	1
2	1	1	0	0	1	0
3	1	0	0	0	1	1
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	1	1	2	2	2
7	1	0	1	1	1	0
8	1	0	0	0	1	0
9	1	2	1	2	1	1
10	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0
12	1	1	0	0	0	0
13	0	0	1	0	0	2
14	0	0	0	0	0	0
15	0	1	1	1	0	0
16	0	0	0	0	0	0
17	1	0	1	1	0	0
18	0	0	0	0	0	0
19	1	0	1	1	0	0
20	1	0	0	0	0	0
21	0	1	0	0	1	0
22	0	1	2	1	0	2

Pada hasil penjadwalan mata pelajaran SMPN 4 Tanah Grogot dengan bantuan *software* LINGO 11.0, terdapat 15 guru yang mengajar mata pelajaran sesuai bidang yang dikuasai, yaitu guru dengan urutan 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 21 dan 22. Selain itu diperoleh pula bahwa terdapat tujuh guru yang tidak mengajar sama sekali di kelas VIII, yaitu guru dengan no urutan 4, 5, 10, 11, 14, 16 dan 18. Hal ini dikarenakan hasil dari *software* LINGO 11.0 yang mendahulukan satu guru untuk mengajar di sesi yang berbeda dengan pertimbangan sedikitnya jumlah kelas dan mata pelajaran yang terbatas.

Jadwal mata pelajaran SMPN 4 Tanah Grogot untuk masalah penjadwalan ini adalah sebagai berikut:

- Matematika dilaksanakan pada hari Senin, Selasa, Jumat, dan Sabtu di sesi satu oleh guru satu, guru dua, maupun guru tiga.
- Ilmu Pengetahuan Alam dilaksanakan pada hari Senin, Selasa, Rabu, Kamis, dan Sabtu di sesi satu oleh guru 15, guru 19 maupun guru 22.
- Bahasa Indonesia dilaksanakan pada hari Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jumat, dan Sabtu di sesi dua dan sesi tiga oleh guru sembilan.
- Bahasa Inggris dilaksanakan pada hari selasa, Rabu, Kamis, Jumat dan Sabtu di sesi dua dan sesi tiga oleh guru enam.
- Ilmu Pengetahuan Sosial dilaksanakan pada hari Senin, Rabu, Kamis, dan Jumat di sesi dua dan sesi tiga oleh guru tujuh maupun guru delapan.
- PPKn dilaksanakan pada hari Senin, Rabu, dan Kamis di sesi tiga oleh guru 17.

- g. Pendidikan Agama & Budi Pekerti dilaksanakan pada hari Rabu dan Sabtu di sesi dua dan sesi tiga oleh guru 13.
- h. Penjasorkes dilaksanakan pada hari Senin dan Selasa di sesi dua oleh guru 12.
- i. Seni Budaya dilaksanakan pada hari Senin, Selasa, dan Jumat di sesi dua dan sesi tiga oleh guru 20 maupun guru 21.
- j. Prakarya dilaksanakan pada hari Selasa, Rabu, dan Sabtu di sesi dua oleh guru 22.

PENUTUP

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan bahwa penjadwalan mata pelajaran SMPN 4 Tanah Grogot dapat dimodelkan menjadi model pemrograman *integer* nonlinier melalui fungsi objektif yang meminimumkan total bobot mata pelajaran dan memenuhi sepuluh kendala yang ada pada sekolah tersebut dan jadwal mata pelajaran yang dihasilkan dengan bantuan *software* LINGO 11.0 yaitu, terdapat 15 guru yang mengajar mata pelajaran sesuai bidang yang dikuasai dan terdapat tujuh guru yang tidak mengajar di kelas VIII dikarenakan hasil dari *software* LINGO 11.0 yang mendahulukan satu guru untuk mengajar di sesi yang berbeda dengan pertimbangan sedikitnya jumlah kelas dan mata pelajaran yang terbatas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Taha, A.H. (2014). *Riset Operasi*. Jilid 2. Tangerang: Binarupa Aksara Publisher.
- [2] Supatimah, S.S., Farida, F., & Andriani, S. (2019). Optimasi Keuntungan dengan Metode *Branch and Bound*. *AKSIOMA: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 10 (1), 13-23.
- [3] Suryati, P., & Kurniawati, D. (2016). Aplikasi Penjadwalan Kaos dengan Metode *Branch and Bound*. *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, 1 (2).
- [4] Lesmana, N.I. (2016). Penjadwalan Produksi untuk Meminimalkan Waktu Produksi dengan Menggunakan Metode *Branch and Bound*. *Jurnal Teknik Industri*, 17 (1), 42-50.
- [5] Winston, W.L. (2004). *Operations Research Applications and Algorithms*. New York: Duxbury.
- [6] Mile, A.R., Katili, M.R., & Nurwan, N. (2022). Penjadwalan Mata Pelajaran Menggunakan Integer Nonlinear Programming. *Research in the Mathematical and Natural Sciences*, 1 (1), 12-18.