

## PENERAPAN MODEL *INTEGER LINEAR PROGRAMMING* PADA PENJADWALAN PETUGAS SATUAN PENGAMANAN

Sri Maryam N. Mohungo<sup>1)</sup>, Lailany Yahya<sup>2)</sup>, Resmawan<sup>3)</sup>, Djihad  
Wungguli<sup>4)</sup>

<sup>1,2,3,4)</sup>Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas  
Negeri Gorontalo

Jl. Jenderal Sudirman, No. 6, Kota Gorontalo 96128 Indonesia

Email : [srimaryam16@gmail.com](mailto:srimaryam16@gmail.com)<sup>1</sup>, [lailany.math@gmail.com](mailto:lailany.math@gmail.com)<sup>2</sup>, [resmawan@ung.ac.id](mailto:resmawan@ung.ac.id)<sup>3</sup>

### Abstract

Security unit scheduling is one of the problems that often arises in a security management system. Likewise, security management of the security unit at the Gorontalo State University. Proper security unit scheduling is needed to avoid fatigue for officers, both physical and psychological which can reduce the performance of officers. In this study, the security unit scheduling problem is modeled as Integer Linear Programming (ILP) with an objective linear function, a Linear constraint function and variables in the form of Integer numbers. In solving this scheduling problem, it will be resolved with the help of LINGO 11.0 software. The objective function of this model is to maximize the working days of security unit officers in one scheduling period with 3 shifts.

**Keywords.** Scheduling, Optimization, Integer Linear Programming

### 1. Pendahuluan

Tingginya kebutuhan yang harus di penuhi setiap orang, membuat tingginya angka kriminal di setiap wilayah . Untuk memenuhi kebutuhan yang semakin meningkat dengan standar perekonomian yang di miliki setiap orang, membuat masyarakat cenderung bersifat konsumtif. Dengan keadaan seperti itu banyak masyarakat yang khawatir ataupun resah dibuatnya. Maka setiap instansi harus memiliki satuan pengamanan (Satpam) di setiap tempat, agar masyarakat merasa nyaman jika berada di tempat-tempat umum.

Satuan pengamanan diharapkan dapat menjaga keamanan dan ketertibah di lingkungan kerja mereka. Fungsi satuan pengamanan yaitu untuk melindungi dan mengayomi masyarakat di lingkungan kerja dari setiap

gangguan keamanan, serta menegakkan peraturan dan tata tertib yang berlaku di lingkungan kerja. Akan tetapi, di balik keamanan yang ditegakkan, pekerja *shift* memiliki faktor resiko kelelahan. Untuk menghindari resiko tersebut, nantinya akan dimodelkan kedalam *Integer Linear Programming* yang bertujuan untuk mencari solusi optimal. *Integer Linear Programming* (ILP) adalah sebuah model penyelesaian matematis dengan fungsi objektif dan fungsi kendala yang *Linear* serta sebagian peubah berupa bilangan *Integer*. (Siswanto, 2007)

ILP adalah suatu model *Linear Programming*(LP) yang menggunakan bilangan bulat (*Integer*). LP merupakan teknik matematik penelitian operasional yang digunakan untuk mencari solusi optimal dalam memecahkan suatu permasalahan yang dapat dinyatakan dengan persamaan dan pertidaksamaan *linear* (Taha, 2007). ILP juga adalah salah satu bagian dari optimasi dalam proses pencapaian kondisi terbaik yang memberikan nilai minimum atau maksimum dari suatu fungsi yang dibatasi oleh kendala-kendala tertentu (S.S Rao, 2009). Dalam masalah optimasi, hal yang sering dihadapi adalah masalah pengambilan keputusan yang melibatkan fungsi tujuan atau objektif dan fungsi kendala (Hikmah, 2017).

## 2. Metodologi Penelitian

### 2.1. Variabel Penelitian

#### Indeks

$i$  : untuk menyatakan regu

$j$  : untuk menyatakan hari

#### Himpunan dan Parameter

$I$  : himpunan regu petugas

$J$  : himpunan hari untuk bertugas

$m$  : banyaknya hari yang digunakan dalam penjadwalan satu periode (dalam bulan)

$n$  : banyaknya regu petugas yang bertugas

$P_{min}$ : minimum banyaknya *shift* pagi yang harus dipenuhi oleh setiap regu  $i$  dalam satu periode

$S_{min}$ : minimum banyaknya *shift* sore yang harus dipenuhi oleh setiap regu  $i$  dalam satu periode

$X_{i,j}$ : regu  $i$  bertugas pada *shift* pagi di hari ke- $j$

$Y_{i,j}$ : regu  $i$  bertugas pada *shift* sore di hari ke- $j$

$Z_{i,j}$ : regu  $i$  bertugas pada *shift* malam di hari ke- $j$

$L_{i,j}$ : regu  $i$  tidak bertugas di hari ke- $j$

$X_{tot}$ : jumlah regu petugas yang diperlukan untuk *shift* pagi

$Y_{tot}$ : jumlah regu petugas yang diperlukan untuk *shift* sore

$Z_{tot}$ : jumlah regu petugas yang diperlukan untuk *shift* malam

$H_{tot}$ : banyaknya jumlah hari kerja yang harus dipenuhi oleh setiap regu dalam satu periode

### Variabel Keputusan

$$X_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{jika regu } i \text{ ditugaskan pada } \textit{shift} \text{ pagi di hari ke } - j \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$Y_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{jika regu } i \text{ ditugaskan pada } \textit{shift} \text{ sore di hari ke } - j \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$Z_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{jika regu } i \text{ ditugaskan pada } \textit{shift} \text{ malam di hari ke } - j \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$L_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{jika regu } i \text{ tidak bertugas di hari ke } - j \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

## 2.2. Sumber Data

Dalam proses pengumpulan data yang diperlukan dalam penelitian ini menggunakan data primer. Data primer adalah sumber data penelitian yang diperoleh secara langsung dari sumber aslinya yang berupa wawancara, jajak pendapat dari individu atau kelompok (orang) maupun hasil observasi dari suatu objek, kejadian atau hasil pengujian (benda).

## 2.3. Software

*Software* atau aplikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah LINGO 11.0

## Tahapan Penelitian

- 1) Identifikasi masalah

- 2) Pengumpulan data dan informasi yang relevan sesuai dengan permasalahan dalam penelitian
- 3) Pengembangan model dari acuan dan pembentukan asumsi dasar
- 4) Model yang didapat kemudian dilakukan optimasi dengan bantuan *software* LINGO 11.0 agar dapat mengetahui hasil dari model optimasi sebelumnya
- 5) Mengecek apakah model yang di buat atau yang sudah dimodifikasi dapat melakukan apa yang telah diprogramkan kedalam *software*. Jika belum, maka dilakukan kembali pengembangan model
- 6) Menjelaskan hasil yang di dapat dari pemrograman dengan intruksi yang dimengerti
- 7) Memberikan kesimpulan dan saran

### **3. Hasil dan Pembahasan**

#### **3.1. Deskripsi Masalah**

Untuk membuat suatu model penjadwalan petugas satuan pengamanan, perlu diketahui berapa regu dan titik tempat yang harus di jaga. Pelayanan keamanan kampus dikelola oleh suatu unit yang diberi nama Unit Keamanan Kampus. Unit keamanan kampus UNG memiliki 3 regu keamanan dengan 10 titik tempat yang harus dijaga. Unit keamanan kampus dalam melaksanakan tugasnya membagi waktu kerja menjadi 2 kali *shift* (*shift* pagi 08.00-20.00 WITA dan *shift* malam 20.00-08.00 WITA). Aturan penempatan setiap petugas dalam satu regunya bergantung kebijakan unit keamanan kampus.

Pada penelitian ini akan dimodelkan bagaimana masalah penjadwalan satuan pengamanan dalam memaksimalkan hari kerja petugas satuan pengamanan dalam satu periode penjadwalan dengan 3 kali *shift* kerja. Model penjadwalan ini diformulasikan menggunakan model *Integer Linear Programming* dengan data yang sudah diperoleh.

#### **3.2. Implementasi Model**

Pada penelitian penjadwalan petugas satuan pengamanan ini akan dibuat kedalam dua skenario. Skenario pertama merupakan model penjadwalan sesuai dengan keadaan diunit satuan pengamanan kampus UNG dengan

menggunakan 2 kali *shift* kerja dengan banyaknya regu yang ada yaitu 3 regu petugas.

Pada skenario kedua situasinya dimodifikasi dengan menggunakan 3 kali *shift* kerja yaitu pagi (07.00-15.00 WITA), sore (15.00-23.00 WITA) dan malam (23.00-07.00 WITA), dengan banyaknya regu yang ada yaitu 4 regu petugas.

### 3.3. Hasil Implementasi Model

#### a. Skenario Pertama

Skenario pertama merupakan model penjadwalan sesuai dengan keadaan diunit satuan pengamanan kampus UNG dengan menggunakan 2 kali *shift* kerja dengan banyaknya regu yang ada yaitu 3 regu petugas.

#### Fungsi Objektif

$$\text{Max } z = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{30} (X_{i,j} + 2 \cdot Z_{i,j})$$

#### Fungsi Kendala

1. Untuk setiap regu jumlah total hari bertugas dalam satu periode adalah sebanyak 20 hari.

$$\sum_{j=1}^{30} (X_{i,j} + Z_{i,j}) \geq 20, \quad \forall i = 1, \dots, 3$$

2. Banyaknya setiap regu bertugas satu *shift* dalam satu harinya.  
 $X_{i,j} + Z_{i,j} + L_{i,j} = 1, \quad \forall i = 1, \dots, 3 \text{ dan } \forall j = 1, 2, \dots, 30$
3. Jika salah satu regu bertugas pada *shift* malam, maka regu tersebut tidak boleh bertugas pada *shift* pagi keesokan harinya.  
 $Z_{i,j} + X_{i,(j+1)} \leq 1, \quad \forall i = 1, \dots, 3 \text{ dan } \forall j = 1, 2, \dots, 30$
4. Regu petugas yang bertugas pada *shift* pagi tidak bekerja dua hari berturut-turut pada pagi harinya.  
 $X_{i,j} + X_{i,(j+1)} \leq 1, \quad \forall i = 1, \dots, 3 \text{ dan } \forall j = 1, 2, \dots, (30 - 1)$
5. Regu petugas yang bertugas pada *shift* malam tidak bekerja dua hari berturut-turut pada malam harinya.  
 $Z_{i,j} + Z_{i,(j+1)} \leq 1, \quad \forall i = 1, \dots, 3 \text{ dan } \forall j = 1, 2, \dots, (30 - 1)$
6. Untuk *shift* pagi terdapat 1 regu yang bertugas di hari ke- $j$ .

$$\sum_{i=1}^3 X_{i,j} \geq 1, \quad \forall j = 1, 2, \dots, 30$$

7. Untuk *shift* malam terdapat 1 regu yang bertugas dihari ke-*j*.

$$\sum_{i=1}^3 Z_{i,j} \geq 1, \quad \forall j = 1, 2, \dots, 30$$

8. Semua variabel keputusan bernilai 0 atau 1

$$X_{i,j} \in \{0,1\} \text{ untuk setiap } i \text{ dan } j$$

$$Z_{i,j} \in \{0,1\} \text{ untuk setiap } i \text{ dan } j$$

$$L_{i,j} \in \{0,1\} \text{ untuk setiap } i \text{ dan } j$$

Pada skenario pertama yang didapat dengan menggunakan *software* LINGO 11.0 menunjukkan situasi pada skenario pertama mendapatkan solusinya. Hasil simulasinya dapat dilihat pada gambar tabel dibawah ini.

Periode	Regu		
	1	2	3
1	l	p	m
2	p	m	l
3	m	l	p
4	l	p	m
5	p	m	l
6	m	l	p
7	l	p	m
8	p	m	l
9	m	l	p
10	l	p	m
11	p	m	l
12	m	l	p
13	l	p	m
14	p	m	l
15	m	l	p
16	l	p	m

17	p	m	l
18	m	l	p
19	l	p	m
20	p	m	l
21	m	l	p
22	l	p	m
23	p	m	l
24	m	l	p
25	l	p	m
26	p	m	l
27	m	l	p
28	l	p	m
29	p	m	l
30	m	l	p
Total Jam	480	480	480

**Gambar 1.** Solusi yang didapatkan menggunakan LINGO 11.0

Terlihat bahwa setiap regu mendapatkan porsi kerjanya masing-masing, dengan total jam libur atau waktu istirahatnya 480 jam dalam 1 periode.

### b. Skenario Kedua

Skenario kedua situasinya dimodifikasi dengan menggunakan 3 kali *shift* kerja yaitu pagi (07.00-15.00 WITA), sore (15.00-23.00 WITA) dan malam (23.00-07.00 WITA), dengan banyaknya regu yang ada yaitu 4 regu petugas.

#### Fungsi Objektif

$$Max z = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^{30} (X_{i,j} + 2.Y_{i,j} + 3.Z_{i,j})$$

#### Fungsi Kendala

1. Untuk setiap regu jumlah total hari bertugas dalam satu periode adalah sebanyak 20 hari.

$$\sum_{j=1}^{30} (X_{i,j} + Y_{i,j} + Z_{i,j}) \geq 20, \quad \forall i = 1, \dots, 4$$

2. Banyaknya setiap regu bertugas satu *shift* dalam satu harinya.

$$X_{i,j} + Y_{i,j} + Z_{i,j} + L_{i,j} = 1, \quad \forall i = 1, \dots, 4 \text{ dan } \forall j = 30$$

3. Jika salah satu regu bertugas pada *shift* malam, maka regu tersebut tidak boleh bertugas pada *shift* pagi keesokan harinya.

$$Z_{i,j} + Y_{i,j} + X_{i,(j+1)} \leq 1, \quad \forall i = 1, \dots, 4 \text{ dan } \forall j = 1, 2, \dots, (30 - 1)$$

4. Setiap regu bertugas di *shift* pagi minimal sebanyak  $P_{min}$  kali dalam satu periode.

$$\sum_{j=1}^{30} X_{i,j} \geq P_{min}$$

5. Setiap regu bertugas di *shift* sore minimal sebanyak  $S_{min}$  kali dalam satu periode.

$$\sum_{j=1}^{30} Y_{i,j} \geq S_{min}$$

6. Regu petugas yang bertugas pada *shift* malam tidak bekerja dua hari berturut-turut pada malam harinya.

$$Z_{i,j} + Z_{i,(j+1)} \leq 1, \quad \forall i = 1, \dots, 4 \text{ dan } \forall j = 1, 2, \dots, (30 - 1)$$

7. Regu petugas yang bertugas pada *shift* pagi tidak bekerja dua hari berturut-turut pada pagi harinya.

$$X_{i,j} + X_{i,(j+1)} \leq 1, \quad \forall i = 1, \dots, 4 \text{ dan } \forall j = 1, 2, \dots, (30 - 1)$$

8. Regu petugas yang bertugas pada *shift* sore tidak bekerja dua hari berturut-turut pada sore harinya.

$$Y_{i,j} + Y_{i,(j+1)} \leq 1, \quad \forall i = 1, \dots, 4 \text{ dan } \forall j = 1, 2, \dots, (30 - 1)$$

9. Untuk *shift* pagi terdapat 1 regu yang bertugas dihari ke- $j$ .

$$\sum_{i=1}^4 X_{i,j} \geq 1, \quad \forall j = 1, 2, \dots, 30$$

10. Untuk *shift* sore terdapat 1 regu yang bertugas dihari ke- $j$ .

$$\sum_{i=1}^4 Y_{i,j} \geq 1, \quad \forall j = 1, 2, \dots, 30$$

11. Untuk *shift* malam terdapat 1 regu yang bertugas dihari ke- $j$ .

$$\sum_{i=1}^4 Z_{i,j} \geq 1, \quad \forall j = 1, 2, \dots, 30$$

12. Semua variabel keputusan bernilai 0 atau 1

$$X_{i,j} \in \{0,1\} \text{ untuk setiap } i \text{ dan } j$$

$$Y_{i,j} \in \{0,1\} \text{ untuk setiap } i \text{ dan } j$$

$$Z_{i,j} \in \{0,1\} \text{ untuk setiap } i \text{ dan } j$$

$$L_{i,j} \in \{0,1\} \text{ untuk setiap } i \text{ dan } j$$



Pada skenario kedua yang didapat dengan menggunakan *software* LINGO 11.0 menunjukkan situasi pada skenario kedua mendapatkan solusinya. Hasil simulasinya dapat dilihat pada gambar tabel dibawah ini.

Periode	Regu			
	1	2	3	4
1	m	s	p	l
2	l	m	s	p
3	p	l	m	s
4	s	p	l	m
5	m	l	p	s
6	s	p	m	l
7	m	s	l	p
8	s	m	p	l
9	m	l	s	p
10	s	p	l	m
11	l	m	p	s
12	p	s	m	l
13	m	l	s	p
14	l	p	m	s
15	p	l	s	m
16	s	p	m	l
17	m	s	l	p
18	s	l	p	m
19	l	p	m	s
20	p	s	l	m
21	l	m	p	s
22	p	l	s	m
23	s	p	m	l
24	l	m	s	p
25	p	l	m	s
26	m	p	s	l
27	s	m	l	p
28	l	s	p	m
29	p	m	l	s
30	m	s	p	l
Total Jam	536	544	536	544

**Gambar 1.** Solusi yang didapatkan menggunakan LINGO 11.0

Terlihat bahwa setiap regu mendapatkan porsi kerjanya masing-masing, dengan total jam libur atau waktu istirahatnya 2 regu 536 jam dan 2 regu 544 jam dalam 1 periode.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

##### 1. Kesimpulan

Situasi penjadwalan yang ada di unit satuan pengamanan kampus Universitas Negeri Gorontalo, yang telah dicantumkan pada skenario pertama memiliki solusi yang optimal. Akan tetapi, demi idealnya jam kerja para pekerja yang waktu kerjanya 24 jam adalah 8 jam dalam satu harinya. Maka, penjadwalan yang paling optimal adalah penjadwalan pada skenario kedua.

## 2. Saran

Penggunaan model ILP dapat menjadi alternatif bagi unit satuan pengamanan kampus dalam menentukan jadwal petugasnya secara optimal. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan modifikasi model untuk situasi masalah yang lebih kompleks.

## Daftar Pustaka

- Alan H. dan Kaluzy B.L. 2011. *Scheduling Security Personnel for Vancouver 2010 Winter Olympic Games by Integer Programming: A Case Study*. 49(3):221-231
- Aminudin. 2015. *Prinsip-prinsip Riset Operasi*. Jakarta: Erlangga.
- Garfinkel R. S dan Nemhauser G. L. 1972. *Integer Programming*. New York: John Willey and Son.
- Hikmah dan Amin N. 2017. *Aplikasi Integer Linear Programming (ILP) untuk meminimumkan Biaya Produksi pada Siaputo Aluminium, Jurnal Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sulawesi Barat*, Vol. 3 No. 2.
- Maslihah S. 2005. *Metode Pemecahan Masalah Integer Programming, Jurnal Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Walisongo*, Vol. 7 No. 2
- Maspaitella B. J dan Tupan J. M. 2016. *Model Integer Programming, Jurnal Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Patimura Ambon*, Vol. 10 No. 1, ISSN 1978-1105.
- Rao S. S. 2009. *Engineering Optimizations : Theory and Practise (Fourth Edition)*. Canada : John Wiley and Son.
- Siswanto. 2007. *Operation Research (jilid Kedua)*. Jakarta: Erlangga.
- Taha H. A. 2007. *Operation Research : An Introduction (Eight Edition)*. New Jersey, USA.