

PENYUSUNAN JADWAL PETUGAS SEKURITI DENGAN PROGRAM GOL

Herlina Marbun^{1*}, Endang Lily², M. D. H. Gamal²

¹ Mahasiswa Program Studi S1 Matematika FMIPA Universitas Riau

² Dosen Jurusan Matematika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau

Kampus Binawidya Pekanbaru (28293), Indonesia

*herlinamarbun60@yahoo.com

ABSTRACT

This article discusses a goal programming technique for security rostering. The goal programming used is the weighted or non-preemptive. This technique is implemented to solve a case study in a real life problem of security rostering in a construction company. The results of computation with LINGO show that security rostering by goal programming is better than manual rostering.

Keywords: *Linear programming, goal programming.*

ABSTRAK

Artikel ini membahas teknik program gol untuk penjadwalan sekuriti. Program gol yang digunakan adalah program gol pembobotan. Teknik ini diimplementasikan untuk sebuah studi kasus dalam kehidupan nyata yaitu penjadwalan petugas sekuriti pada sebuah perusahaan konstruksi. Hasil komputasi dengan LINGO menunjukkan bahwa penjadwalan sekuriti dengan program gol lebih baik dibandingkan dengan yang manual.

Kata kunci: *Program linear, program gol.*

1. PENDAHULUAN

Program gol adalah sebuah variasi dari program linear yang perbedaan utamanya terletak pada formulasi fungsi objektif dan penggunaan variabel deviasi dalam persamaan kendala tujuan. Dalam [4] disebutkan bahwa yang pertama kali memperkenalkan program gol adalah Charnes dan Cooper. Mereka mengembangkan model matematika untuk menempatkan masalah yang sulit yang disebabkan kendala-kendala secara bersamaan.

Program gol merupakan teknik yang layak dipergunakan untuk memecahkan masalah yang mempunyai beberapa tujuan [8, h.225]. Beberapa masalah yang dapat diselesaikan dengan program gol antara lain mengalokasikan dana pada

sebuah institusi [3], menentukan lokasi terdekat untuk fasilitas pelayanan kebakaran dan emergensi [5], sebagai alat bantu manajemen dalam memperkirakan target perusahaan [6], dan penjadwalan perawat [9]. Permasalahan lain dengan banyak tujuan dalam kehidupan nyata dapat diselesaikan dengan program gol seperti penjadwalan sekuriti.

Artikel ini menyajikan penggunaan program gol dalam menyusun jadwal petugas sekuriti yang merupakan penerapan dari artikel Azaiez dan Al Sharif [1]. Artikel ini menggunakan pemodelan program gol seperti dalam artikel tersebut tetapi dengan studi kasus yang berbeda.

2. PROGRAM GOL PEMBOBOTAN

Program gol adalah teknik yang ampuh yang telah dikembangkan dan diuji dari program linear, tetapi memberikan solusi yang simultan untuk tujuan yang kompleks [7]. Program gol berguna untuk menafsirkan masalah objektif ganda ke dalam fungsi objektif tunggal dengan fokus untuk meminimalkan deviasi dari tujuan yang ditentukan [2].

Bentuk umum program gol pembobotan [5] adalah:

$$\begin{aligned} \min \mathbf{z} &= \sum_{i=1}^p (w_i^+ \delta_i^+ + w_i^- \delta_i^-), \\ \text{kendala } f_i(x) - \delta_i^+ + \delta_i^- &= g_i, \\ x \in F, \delta_i^+, \delta_i^- &\geq 0, i = 1, 2, \dots, p \end{aligned}$$

dengan

$$\begin{aligned} f_i(x) &:= \text{objektif dari } i, \\ g_i &:= \text{tingkat aspirasi dari objektif } i, \\ F &:= \text{himpunan solusi yang mungkin,} \\ \delta_i^+ &:= \text{deviasi positif,} \\ \delta_i^- &:= \text{deviasi negatif.} \end{aligned}$$

3. MODEL PENJADWALAN PETUGAS SEKURITI

Pada bagian ini disajikan model matematika dari permasalahan penjadwalan sekuriti yang meliputi kendala utama, kendala tambahan, dan fungsi objektif.

3.1. Asumsi dan Notasi

Jadwal diasumsikan mulai pada tanggal 1 dan diakhiri pada tanggal 31. *Shift* pagi dimulai dari pukul 06.00-14.00, *shift* sore dari pukul 14.00-22.00, dan *shift* malam

dari pukul 22.00-06.00. Diasumsikan tidak ada hari khusus untuk libur kecuali libur pada hari yang telah ditentukan untuk masing-masing sekuriti. Notasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah

$p :=$ jumlah hari pada jadwal ($p=31$),

$q :=$ jumlah sekuriti yang ada pada perusahaan ($q=9$),

$d :=$ indeks untuk hari dengan ($d=1, 2, \dots, p$),

$b :=$ indeks untuk sekuriti dengan ($b=1$) adalah koordinator sekuriti
($b=2, 3, \dots, q$) adalah sekuriti,

$sM_{d,b} :=$ sekuriti b yang bekerja pada *shift* pagi hari d ,

$sA_{d,b} :=$ sekuriti b yang bekerja pada *shift* sore hari d ,

$sN_{d,b} :=$ sekuriti b yang bekerja pada *shift* malam hari d ,

$f_{d,b} :=$ sekuriti b yang libur pada hari d ,

$s_b :=$ himpunan jadwal hari libur sekuriti b .

3.2. Kendala Utama

Kendala-kendala utama yang disajikan dalam bagian ini adalah

1. Memenuhi kebutuhan sekuriti harian untuk setiap *shift*.

Jumlah sekuriti yang bekerja pada *shift* pagi hari d adalah 2 orang dengan model matematika sebagai berikut:

$$\sum_{b=1}^q sM_{d,b} = 2, \text{ dengan } d = 1, 2, \dots, p.$$

Koordinator sekuriti bekerja hanya pada *shift* pagi, maka untuk *shift* sore dan malam dimulai dari $b = 2, 3, \dots, q$. Jumlah sekuriti yang bekerja pada *shift* sore hari d adalah 2 orang dengan model:

$$\sum_{b=2}^q sA_{d,b} = 2, \text{ dengan } d = 1, 2, \dots, p.$$

Jumlah minimum sekuriti yang bekerja pada *shift* malam hari d adalah 2 orang dan jumlah maksimum sekuriti yang bekerja pada *shift* malam hari d adalah 3 orang dengan model:

$$\sum_{b=2}^q sN_{d,b} \geq 2, \text{ dengan } d = 1, 2, \dots, p,$$

$$\sum_{b=2}^q sN_{d,b} \leq 3, \text{ dengan } d = 1, 2, \dots, p.$$

2. Tiap sekuriti hanya diperbolehkan bekerja satu *shift* perhari dengan model:

$$sM_{d,b} + sA_{d,b} + sN_{d,b} + f_{d,b} = 1, \text{ dengan } d = 1, 2, \dots, p ; b = 1, 2, \dots, q.$$

3. Menghindari sekuriti yang bekerja pada *shift* malam diikuti oleh *shift* pagi pada hari berikutnya dengan model:

$$sN_{d,b} + sM_{d+1,b} \leq 1, \text{ dengan } d = 1, 2, \dots, p-1 ; b = 2, 3, \dots, q.$$

4. Memastikan sekuriti tidak boleh bekerja pada *shift* malam lebih dari tiga hari berturut-turut dengan model:

$$sN_{d,b} + sN_{d+1,b} + sN_{d+2,b} + sN_{d+3} \leq 3, \text{ dengan } d = 1, 2, \dots, p-3 \\ b = 2, 3, \dots, q.$$

5. Memastikan sekuriti tidak boleh bekerja pada *shift* pagi lebih dari dua hari berturut-turut dengan model:

$$sM_{d,b} + sM_{d+1,b} + sM_{d+2,b} \leq 2, \text{ dengan } d = 1, 2, \dots, p-2 ; b = 2, 3, \dots, q.$$

6. Memastikan jumlah hari kerja setiap sekuriti berbeda-beda.
Koordinator sekuriti bekerja 26 hari selama satu bulan dengan model:

$$\sum_{d=1}^p (sM_{d,b}) = 26, \text{ dengan } b = 1.$$

Sekuriti 2 bekerja 23 hari selama satu bulan dengan model:

$$\sum_{d=1}^p (sM_{d,b} + sA_{d,b} + sN_{d,b}) = 23, \text{ dengan } b = 2.$$

Sekuriti 3 bekerja 22 hari selama satu bulan dengan model:

$$\sum_{d=1}^p (sM_{d,b} + sA_{d,b} + sN_{d,b}) = 22, \text{ dengan } b = 3.$$

Sekuriti 4 bekerja 23 hari selama satu bulan dengan model:

$$\sum_{d=1}^p (sM_{d,b} + sA_{d,b} + sN_{d,b}) = 23, \text{ dengan } b = 4.$$

Sekuriti 5 bekerja 21 hari selama satu bulan dengan model:

$$\sum_{d=1}^p (sM_{d,b} + sA_{d,b} + sN_{d,b}) = 21, \text{ dengan } b = 5.$$

Sekuriti 6 bekerja 22 hari selama satu bulan dengan model:

$$\sum_{d=1}^p (sM_{d,b} + sA_{d,b} + sN_{d,b}) = 22, \text{ dengan } b = 6.$$

Sekuriti 7 bekerja 23 hari selama satu bulan dengan model:

$$\sum_{d=1}^p (sM_{d,b} + sA_{d,b} + sN_{d,b}) = 23, \text{ dengan } b = 7.$$

Sekuriti 8 bekerja 21 hari selama satu bulan dengan model:

$$\sum_{d=1}^p (sM_{d,b} + sA_{d,b} + sN_{d,b}) = 21, \text{ dengan } b = 8.$$

Sekuriti 9 bekerja 23 hari selama satu bulan dengan model:

$$\sum_{d=1}^p (sM_{d,b} + sA_{d,b} + sN_{d,b}) = 23, \text{ dengan } b = 9.$$

7. Memastikan jumlah libur masing-masing sekuriti, yaitu Koordinator sekuriti libur pada hari 1, 8, 15, 22, 29 dengan model:

$$\sum_{s_1} f_{d,b} = 5, \text{ dengan } b = 1.$$

Sekuriti 2 libur pada hari 6, 7, 13, 14, 20, 21, 27, 28 dengan model:

$$\sum_{s_2} f_{d,b} = 8, \text{ dengan } b = 2.$$

Sekuriti 3 libur pada hari 3, 4, 10, 11, 17, 18, 24, 25, 31 dengan model:

$$\sum_{s_3} f_{d,b} = 9, \text{ dengan } b = 3.$$

Sekuriti 4 libur pada hari 5, 6, 12, 13, 19, 20, 26, 27 dengan model:

$$\sum_{s_4} f_{d,b} = 8, \text{ dengan } b = 4.$$

Sekuriti 5 libur pada hari 2, 3, 9, 10, 16, 17, 23, 24, 30, 31 dengan:

$$\sum_{s_5} f_{d,b} = 10, \text{ dengan } b = 5.$$

Sekuriti 6 libur pada hari 1, 7, 8, 14, 15, 21, 22, 28, 29 dengan model:

$$\sum_{s_6} f_{d,b} = 9, \text{ dengan } b = 6.$$

Sekuriti 7 libur pada hari 4, 5, 11, 12, 18, 19, 25, 26 dengan model:

$$\sum_{s_7} f_{d,b} = 8, \text{ dengan } b = 7.$$

Sekuriti 8 libur pada hari 1, 2, 8, 9, 15, 16, 22, 23, 29, 30 dengan model:

$$\sum_{s_8} f_{d,b} = 10, \text{ dengan } b = 8.$$

Sekuriti 9 libur pada hari 5, 6, 12, 13, 19, 20, 26, 27 dengan model:

$$\sum_{s_9} f_{d,b} = 8, \text{ dengan } b = 9.$$

8. Memastikan jumlah minimum dan maksimum sekuriti yang bekerja pada masing-masing *shift* dalam sebulan.

Shift pagi harus 22 % dari total hari dalam satu bulan dengan model:

$$\begin{aligned} \sum_{d=1}^p sM_{d,b} &\geq 4, \text{ dengan } b = 2, 3, \dots, q, \\ \sum_{d=1}^p sM_{d,b} &\leq 5, \text{ dengan } b = 2, 3, \dots, q. \end{aligned}$$

Shift sore harus 22 % dari total hari dalam satu bulan dengan model:

$$\begin{aligned} \sum_{d=1}^p sA_{d,b} &\geq 7, \text{ dengan } b = 2, 3, \dots, q, \\ \sum_{d=1}^p sA_{d,b} &\leq 8, \text{ dengan } b = 2, 3, \dots, q. \end{aligned}$$

Shift malam harus 29 % dari total hari dalam satu bulan dengan model:

$$\begin{aligned} \sum_{d=1}^p sN_{d,b} &\geq 10, \text{ dengan } b = 2, 3, \dots, q, \\ \sum_{d=1}^p sN_{d,b} &\leq 11, \text{ dengan } b = 2, 3, \dots, q. \end{aligned}$$

9. Memastikan bahwa setelah libur tidak ada *shift* malam dan sore pada hari berikutnya dengan model:

$$\begin{aligned} f_{d,b} + f_{d+1,b} + sN_{d+2,b} + sA_{d+2,b} &\leq 2, \text{ dengan } d = 1, 2, \dots, p-2; \\ b &= 2, 3, \dots, q. \end{aligned}$$

3.3. Kendala Tambahan

Kendala-kendala tambahan yang disajikan dalam bagian ini adalah

1. Menghindari *shift* pagi yang dilanjutkan dengan *shift* malam atau libur pada hari berikutnya dengan model:

$$\begin{aligned} sM_{d,b} + sN_{d+1,b} + f_{d+1,b} &\leq 1, \\ sM_{d,b} + sN_{d+1,b} + f_{d+1,b} + ne1_{d,b}^- - po1_{d,b}^+ &= 1. \end{aligned}$$

$ne1_{d,b}^-$ adalah jumlah deviasi negatif dari tujuan 1 pada hari d untuk sekuriti b dan $po1_{d,b}^+$ adalah jumlah deviasi positif dari tujuan 1 pada hari d untuk sekuriti b untuk $d = 1, 2, \dots, p-1$; $b = 2, 3, \dots, q$.

2. Menghindari *shift* sore yang dilanjutkan *shift* pagi atau libur pada hari berikutnya dengan model:

$$\begin{aligned} sA_{d,b} + sM_{d+1,b} + f_{d+1,b} &\leq 1, \\ sA_{d,b} + sM_{d+1,b} + f_{d+1,b} + ne2_{d,b}^- - po2_{d,b}^+ &= 1. \end{aligned}$$

$ne2_{d,b}^-$ adalah jumlah deviasi negatif dari tujuan 2 pada hari d untuk sekuriti b dan $po2_{d,b}^+$ adalah jumlah deviasi positif dari tujuan 2 pada hari d untuk sekuriti b untuk semua $d = 1, 2, \dots, p-1$ dan $b = 2, 3, \dots, q$.

3.4. Fungsi Tujuan

Bobot dibuat dalam fungsi objektif berdasarkan kepentingan relatif dari tujuan yang telah ditentukan. Tujuan pertama memiliki bobot yang lebih besar dibandingkan dengan bobot selanjutnya yang dapat diubah tergantung keinginan dari pembuat keputusan. Simbol dari pembobotannya dimisalkan dengan w_1 dan w_2 dengan bobot yang berbeda yaitu $w_1=2$ untuk tujuan pertama dan $w_2=1$ untuk tujuan yang kedua. Fungsi objektif diperoleh dari variabel deviasi yang tidak diinginkan pada kendala tambahan. Fungsi objektif untuk permasalahan penjadwalan yang dibahas pada penelitian ini adalah

$$\min z = w_1 \sum_{d=1}^{p-1} \sum_{b=2}^q po1_{d,b}^+ + w_2 \sum_{d=1}^{p-1} \sum_{b=2}^q po2_{d,b}^+.$$

4. HASIL PENJADWALAN SEKURITI DENGAN LINGO

Jadwal manual yang dibuat koordinator sekuriti dan hasil komputasi LINGO disajikan pada bagian ini. Kedua jadwal tersebut dibandingkan dan dianalisa untuk mengetahui kelebihan dari penyusunan jadwal sekuriti dengan program gol.

Tabel 1: Jadwal Manual yang Dibuat Koordinator Sekuriti

Tanggal	Nama								
	R	BS	S	A	H	KM	MS	BM	AC
1	f	m	n	m	n	f	e	f	e
2	m	e	n	n	f	m	n	f	e
3	m	n	f	n	f	e	e	m	n
4	m	n	f	n	m	e	f	e	n
5	m	n	m	f	e	n	f	e	f
6	m	f	e	f	e	n	m	n	f
7	m	f	n	m	n	f	e	n	e
8	f	m	n	e	n	f	e	f	m
9	m	e	n	n	f	m	n	f	e
10	m	n	f	n	f	e	e	m	n
11	m	n	f	n	m	e	f	e	n
12	m	n	m	f	e	n	f	e	f
13	m	f	e	f	e	n	m	n	f
14	m	f	n	m	n	f	e	n	m
15	f	m	n	m	n	f	e	f	e
16	m	e	n	n	f	m	n	f	e
17	m	n	f	n	f	e	e	m	n
18	m	n	f	n	m	e	f	e	n
19	m	n	m	f	e	n	f	e	f
20	m	f	e	f	e	n	m	n	f
21	m	f	n	m	n	f	e	n	e
22	f	m	n	e	n	f	e	f	m
23	m	e	n	n	f	m	n	f	e
24	m	n	f	n	f	e	e	m	n
25	m	n	f	n	m	e	f	e	n
26	m	n	m	f	e	n	f	e	f
27	m	f	e	f	e	n	m	n	f
28	m	f	n	m	n	f	e	n	m
29	f	m	n	m	n	f	e	f	e
30	m	e	n	n	f	m	n	f	e
31	m	n	f	n	f	e	e	m	n

Tabel 2: Jadwal Sekuriti dengan Program Gol

Tanggal	Nama								
	R	BS	S	A	H	KM	MS	BM	AC
1	f	e	e	m	n	f	m	f	n
2	m	n	n	m	f	n	e	f	e
3	m	e	f	f	e	n	n	m	n
4	m	n	f	n	m	e	f	e	n
5	m	n	m	f	e	n	f	e	f
6	m	f	e	f	n	n	m	e	f
7	m	f	n	e	n	f	e	n	m
8	f	m	n	e	n	f	e	f	m
9	m	m	n	n	f	e	n	f	e
10	m	e	f	e	f	n	n	m	n
11	m	n	f	n	m	e	f	e	n
12	m	n	m	f	e	e	f	n	f
13	m	f	e	f	e	n	m	n	f
14	m	f	n	m	n	f	e	n	e
15	f	m	e	m	n	f	e	f	n
16	m	e	n	e	f	m	n	f	n
17	m	n	f	n	f	e	n	m	e
18	m	e	f	n	m	n	f	e	n
19	m	n	m	f	e	e	f	n	f
20	m	f	e	f	e	n	m	n	f
21	m	f	n	e	n	f	e	n	m
22	f	m	e	n	n	f	e	f	m
23	m	e	n	n	f	m	n	f	e
24	m	n	f	e	f	e	n	m	n
25	m	e	f	n	m	n	f	e	n
26	m	n	m	f	e	e	f	n	f
27	m	f	e	f	e	n	m	n	n
28	m	f	n	m	n	f	e	n	e
29	f	m	e	e	n	f	n	f	m
30	m	e	n	n	f	m	n	f	e
31	m	n	f	n	f	m	n	e	e

Pada bagian ini dibandingkan jadwal sekuriti yang manual dengan komputasi LINGO.

Tabel 3: Perbandingan Jadwal Sekuriti secara Manual dengan Versi 1

Manual	Versi 1
<i>Shift</i> malam dengan 3 hari berturut-turut ada 12 kali.	<i>Shift</i> malam dengan 3 hari berturut-turut ada 6 kali
<i>Shift</i> malam dengan 2 hari berturut-turut ada 18 kali	<i>Shift</i> malam dengan 2 hari berturut-turut ada 17 kali
Jumlah <i>shift</i> pagi setiap sekuriti bervariasi dalam sebulan yaitu 4, 5, 7	Jumlah <i>shift</i> pagi setiap sekuriti ada 4 dan 5
Jumlah <i>shift</i> sore setiap sekuriti bervariasi dalam sebulan yaitu 2, 4, 5, 8, 9, 10, 14	Jumlah <i>shift</i> sore setiap sekuriti ada 7 dan 8
Jumlah <i>shift</i> malam setiap sekuriti bervariasi dalam sebulan yaitu 5, 8, 9, 13, 14	Jumlah <i>shift</i> malam setiap sekuriti ada 10 dan 11
Ada 3 kali sekuriti yang bekerja pada <i>shift</i> pagi diikuti <i>shift</i> malam	Tidak ada sekuriti yang bekerja shift pagi diikuti shift malam

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa penyusunan jadwal petugas sekuriti dengan program gol lebih baik dibandingkan dengan manual karena memenuhi semua kendala utama yang diperoleh dari kebijakan perusahaan yang tidak boleh dilanggar dan mendekati kendala tambahan yang dapat dilanggar. Versi 1 lebih baik dari versi 2 karena versi 1 memiliki nilai fungsi objektif yang lebih kecil yaitu 1 sedangkan versi 2 memiliki nilai fungsi objektif 2. Kajian berikutnya perlu dipikirkan tentang penyusunan jadwal petugas sekuriti dengan menggunakan program gol preemptif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Azaiez, M. N. & S. S. Al Sharif. 2005. A 0-1 Goal Programming Model for Nurse Scheduling. *Computers and Operations Research*. **32**(3): 491-507.
- [2] Bare, B. B. & B. F. Anholt. 1976. Selecting Forest Residue Treatment Alternatives Using Goal Programming. *USDA Forest Service General Technical Report PNW-43*. Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station. Portland.
- [3] Dan, E. D. & O. Desmond. 2013. Goal Programming: An Application to Budgetary Allocation of An Institution of Higher Learning. *Research Journal and Applied Sciences*. **2**(2): 95-105.
- [4] Hotvedt, J. E. 1983. Application of Linear Goal Programming to Forest Harvest Schdulling. *Southern Journal of Agricultural Economics*. **15**(1): 103-108.
- [5] Kanoun, I., H. Chabchoub & B. Aouni. 2010. Goal Programming for Fire and Emergency Service Facilities Site Selection. *Infor Journal*. **48**(3): 143-153.

- [6] Lasmanah. 2003. Goal Programming sebagai Alat Bantu Manajemen Dalam Memperkirakan Target Perusahaan. *Jurnal Akuntansi dan Manajemen Fakultas Ekonomi*. Universitas Widyatama. 4(3): 54-71.
- [7] Sharma, J. K. & M. M. Sharma. 1980. On Mixed Integer Solutions to Goal Programming Problems. *International Journal of Scientific and Research Publications* 11(3): 314-320.
- [8] Taylor III, W. B. 2001. *Sains Manajemen*. Terj. dari *Introduction to Management Sciences*, oleh Djakman, C. D & V. Silvira. Salemba Empat. Jakarta.
- [9] Jenal, R., W. R. Ismail, L. C. Yeun & A. Oughalime, 2011. A Cyclical Nurse Schedule Using Goal Programming. *Journal of Mathematical and Fundamental Sciences*. 43A(3): 151-164.