

APLIKASI *GOAL PROGRAMMING* UNTUK OPTIMALISASI JADWAL KERJA STUDI KASUS PADA *LAUNDRY ZONE*

MUHAMMAD FADLY PUTRA MEDIANTO, SUSILA BAHRI*, RIRI LESTARI

*Jurusan Matematika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas,
Kampus UNAND Limau Manis Padang, Indonesia.
email : m.fadlyputramediato@gmail.com, susilabahri@sci.unand.ac.id,
ririlestari@sci.unand.ac.id*

Diterima Direvisi Dipublikasikan

Abstrak. Pekerja Laundry Zone dijadwalkan bekerja 7 hari dalam seminggu dan hanya bekerja pada satu jadwal tertentu saja. Untuk kenyamanan karyawan, maka jadwal pekerja perlu dikonstruksi kembali sehingga pekerja memiliki hari libur dalam seminggu dan dapat bekerja pada jadwal lain. Pada penelitian ini digunakan metode *Goal Programming* dan software LINGO 11.0 untuk menyusun jadwal yang optimal tersebut.

Abstract. *The laundry zone workers was scheduled to work 7 days a week and to work only on one particular schedule. For employee convenience, then the work schedule needs to be reconstructed so that workers have a week off and can work on other schedules. The assessment used Goal Programming and LINGO 11.0 software to complete the optimum schedule.*

Kata Kunci: Jadwal kerja, Goal Programming, LINGO 11.0

1. Pendahuluan

Pada umumnya perusahaan perlu menentukan solusi untuk masalah jadwal yang berhubungan dengan masalah kebutuhan jam kerja dengan jumlah pekerja yang ada. Penjadwalan adalah masalah yang sangat rumit dan sering ditemui di ketenagakerjaan dan dikaitkan dengan penugasan pekerja yang bekerja setiap hari kerja.

Penjadwalan *Laundry Zone* sebagaimana dinyatakan pada [3] ini adalah masih belum optimal karena pekerja tertentu hanya bekerja terbatas pada *shift* tertentu saja dan tidak dapat bekerja pada *shift* lain, sebagai contoh pekerja 1 dan 2 bekerja pada *shift* pagi saja dan pekerja 5 dan 6 bekerja pada *shift* siang saja. Pada [3] tersebut, penjadwalan pekerja menggunakan metode penjadwalan *Cyclical*.

*penulis korespondensi

Dalam riset operasi, masalah penjadwalan kerja sering diformulasikan ke dalam model matematika. Model matematika yang umum digunakan dalam masalah penjadwalan ini adalah model pemrograman linier yaitu model yang memiliki satu/lebih fungsi objektif. Berbagai metode dapat digunakan untuk menyelesaikan model yang memiliki satu/lebih fungsi objektif. Salah satu metode tersebut adalah *Goal Programming* yang berguna untuk menyeimbangkan konflik antar fungsi objektif tersebut.

Dalam makalah ini, masalah penjadwalan tenaga kerja dengan metode *Goal Programming* bertujuan untuk meminimalkan biaya tenaga kerja dan memaksimalkan preferensi tenaga kerja. Dalam kasus Laundry Zone[3], akan di-seimbangkan jadwal/*shift* tiap pekerja sehingga tiap pekerja dapat bekerja dalam berbagai *shift*.

2. Landasan Teori

2.1. Goal Programming

Goal Programming merupakan perluasan dari formula pemrograman linier dengan banyak tujuan (*multi objektif*). Dalam formulasi tersebut digunakan dua jenis variabel yaitu variabel keputusan dan variabel deviasi. Ada dua kategori dari kendala yaitu kendala struktural atau sistem dan kendala *goal* yang merupakan target *goal* dengan menetapkan prioritas serta variabel deviasi positif dan variabel deviasi negatif[2].

Bentuk umum model *goal programming* secara matematika adalah [2]

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^m P_i(d_i^+ + d_i^-), \quad (2.1)$$

dengan kendala *goal* adalah

$$\sum_{j=1}^n a_{i,j}x_j - d_i^+ + d_i^- = b_i, \text{ untuk } i = 1, \dots, m, \quad (2.2)$$

dan kendala sistem adalah

$$\sum_{j=1}^n a_{i,j}x_j \begin{bmatrix} \leq \\ = \\ \geq \end{bmatrix} b_i, \text{ untuk } i = m+1, \dots, m+p \quad (2.3)$$

dengan $d_i^+, d_i^-, x_j \geq 0$ untuk $i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$

dimana:

Z : fungsi tujuan

$a_{i,j}$: koefisien yang berhubungan dengan variabel j untuk tujuan ke- i

x_j : variabel keputusan ke- j

b_i : tujuan yang ingin dicapai

d_i^- : deviasi negatif dari tujuan ke- i

d_i^+ : deviasi positif dari tujuan ke- i

P_i : tingkat prioritas setiap tujuan ke- i

Pada model *goal programming*, terdapat m tujuan, p kendala sistem, dan n variabel keputusan. Selanjutnya, algoritma dalam *goal programming* adalah[3]:

1. Menetapkan variabel keputusan,
penetapan ini merupakan dasar dalam membuat model keputusan untuk mendapatkan solusi yang dicari.
2. Menyatakan kendala sistem,
tahap ini merupakan menentukan nilai-nilai sisi kanan dan kemudian koefisien variabel keputusan yang cocok dan variabel keputusan yang diikutsertakan dalam kendala.
3. Menyatakan kendala tujuan,
pada tahap ini sisi kiri ditambahkan dengan deviasi negatif dan deviasi positif.
4. Menentukan prioritas,
inti dalam tahapan ini adalah membuat urutan-urutan pada masing-masing tujuan.
5. Menyatakan fungsi tujuan,
fungsi tujuan adalah fungsi yang ingin dicapai dalam setiap kendala.
6. Menentukan nilai non negatif,
tahap ini merupakan tahapan yang diperlukan untuk merumuskan masalah *goal programming* karena semua variabel dalam model *goal programming* tidak boleh bernilai negatif
7. Menyelesaikan model *goal programming*.

3. Pembahasan

3.1. Penyajian Data

Berikut merupakan data alokasi karyawan laundry zone seturan dan jam kerja untuk pekerja. Data tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah:

Tabel 1. Alokasi Pekerja Laundry Zone Seturan

Hari	Shift		
	I	II	III
Senin	3	9	3
Selasa	3	9	3
Rabu	3	9	3
Kamis	3	9	3
Jumat	3	9	3
Sabtu	3	9	3
Minggu	3	9	3

Tabel 1 menyatakan bahwa pembagian jumlah pekerja dalam setiap shift per harinya dengan *shift* I merupakan *shift* pagi, *shift* II merupakan *shift* siang, dan *shift* III merupakan *shift* malam.

Tabel 2. Jam Kerja

Shift	Waktu
I	07.00-14.00
II	14.00-22.00
III	22.00-07.00
IV	PIKET

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2 diketahui bahwa tiap pekerja bekerja setiap hari. Pekerja memiliki jadwal yang berbeda-beda. Pekerja hanya boleh bekerja satu shift pagi, siang atau malam setiap harinya.

3.2. Pengembangan Model

Untuk membentuk model penentuan jadwal pekerja setiap harinya, ditetapkan notasi dan variabel-variabel keputusan berikut.

Tabel 3. Notasi

Notasi	Makna Notasi	Range
n	jumlah hari pada jadwal	$n=7$
m	jumlah pekerja yang tersedia	$m=15$
i	indeks hari	$i=1,\dots,n$
j	indeks pekerja	$j=1,\dots,m$

3.2.1. Variabel Keputusan

Variabel keputusan yang digunakan adalah

$$\begin{aligned}
 X_{(i,j)} &= \begin{cases} 1, & \text{jika pekerja } j \text{ ditugaskan shift pagi pada hari ke } i \\ 0, & \text{jika pekerja } j \text{ tidak ditugaskan shift pagi pada hari ke } i \end{cases} \\
 Y_{(i,j)} &= \begin{cases} 1, & \text{jika pekerja } j \text{ ditugaskan shift siang pada hari ke } i \\ 0, & \text{jika pekerja } j \text{ tidak ditugaskan shift siang pada hari ke } i \end{cases} \\
 Z_{(i,j)} &= \begin{cases} 1, & \text{jika pekerja } j \text{ ditugaskan shift malam pada hari ke } i \\ 0, & \text{jika pekerja } j \text{ tidak ditugaskan shift malam pada hari ke } i \end{cases}
 \end{aligned}$$

$$L_{(i,j)} = \begin{cases} 1, & \text{jika pekerja } j \text{ libur pada hari ke } -i \\ 0, & \text{jika pekerja } j \text{ tidak libur pada hari ke } -i. \end{cases}$$

3.2.2. Kendala-Kendala

Kendala 1 : Kebutuhan pekerja pada *shift*(pagi,siang, dan malam). Kebutuhan *shift* pagi minimal 3 orang, kebutuhan *shift* siang minimal 9 orang, dan kebutuhan *shift* malam minimal 3 orang.

- Kebutuhan *shift* pagi

$$\sum_{j=1}^{15} X_{(i,j)} \geq 3, \quad j = 1, \dots, 15 \text{ untuk setiap } i = 1, \dots, 7.$$
- Kebutuhan *shift* siang

$$\sum_{j=1}^{15} Y_{(i,j)} \geq 9, \quad j = 1, \dots, 15 \text{ untuk setiap } i = 1, \dots, 7.$$
- Kebutuhan *shift* malam

$$\sum_{j=1}^{15} Z_{(i,j)} \geq 3, \quad j = 1, \dots, 15 \text{ untuk setiap } i = 1, \dots, 7.$$

Kendala 2 : Setiap pekerja hanya boleh mengisi satu *shift* (jam kerja) atau libur setiap harinya,sehingga

$$X_{(i,j)} + Y_{(i,j)} + Z_{(i,j)} + L_{(i,j)} = 1$$

untuk setiap $i = 1, \dots, 15$ dan $j = 1, \dots, 7$.

Kendala 3 : Setiap pekerja harus memiliki satu *shift* pagi,siang atau malam setiap minggunya,oleh karena itu

- Setiap pekerja memiliki satu *shift* pagi setiap minggunya,sehingga

$$\sum_{i=1}^7 X_{(i,j)} \geq 1, \quad i = 1, \dots, 7 \text{ untuk setiap } j = 1, \dots, 15.$$
- Setiap pekerja memiliki satu *shift* siang setiap minggunya,sehingga

$$\sum_{i=1}^7 Y_{(i,j)} \geq 1, \quad i = 1, \dots, 7 \text{ untuk setiap } j = 1, \dots, 15.$$
- Setiap pekerja memiliki satu *shift* malam setiap minggunya,sehingga

$$\sum_{i=1}^7 Z_{(i,j)} \geq 1, \quad i = 1, \dots, 7 \text{ untuk setiap } j = 1, \dots, 15.$$

Kendala 4 : Jadwal setiap pekerja menghindari *shift* malam yang diikuti *shift* pagi.

$$Z_{(i,j)} + X_{(i+1,j)} \leq 1$$

untuk setiap $i = 1, \dots, 6$ dan $j = 1, \dots, 15$. Khusus untuk hari ke-7 maka kendala adalah

$$Z_{(i,j)} + X_{(i-6,j)} \leq 1$$

untuk setiap $i = 7$ dan $j = 1, \dots, 15$.

Kendala 5 : Laundry mengusahakan agar setiap pekerja mendapatkan maksimal satu kali libur setiap minggunya dan jadwal setiap pekerja tidak memiliki pola libur yang berderet (hari libur yang diikuti kembali oleh libur pada hari berikutnya). Kendala ini dapat dinyatakan dengan

$$L_{(i,j)} + L_{(i+1,j)} \leq 1$$

untuk setiap $i = 1, \dots, 6$ dan $j = 1, \dots, 15$. Khusus untuk hari ke-7 maka kendala adalah

$$L_{(i,j)} + L_{(i-6,j)} \leq 1$$

untuk setiap $i = 7$ dan $j = 1, \dots, 15$.

Kendala 6 : Setiap pekerja memiliki kesempatan libur minimal nol kali setiap minggunya, yang dapat dinyatakan dengan

$$\sum_{i=1}^7 L_{(i,j)} \geq 0, \quad i = 1, \dots, 7$$

untuk setiap $j = 1, \dots, 15$.

Kendala 7 : Laundry menginginkan agar setiap pekerja memiliki *shift* kerja (pagi, siang atau malam) minimal 6 kali dalam seminggu, yang dapat dinyatakan dengan

$$\sum_{i=1}^7 X_{(i,j)} + \sum_{i=1}^7 Y_{(i,j)} + \sum_{i=1}^7 Z_{(i,j)} \geq 6, \quad i = 1, \dots, 7$$

untuk setiap $j = 1, \dots, 15$.

Kendala 1 *goal programming* : Kendala 7 berhubungan dengan kendala 1 sehingga kendala 7 diubah kedalam bentuk kendala baru dengan menambahkan nilai deviasi. Kendala baru memastikan bahwa semua pekerja dijadwalkan untuk mempunyai 6 *shift* kerja sebisa mungkin dalam satu minggu. Notasi $d1_{(j)}^-$ dan $d1_{(j)}^+$ berturut-turut adalah banyaknya deviasi negatif dan positif dari tujuan 1 untuk j pekerja. Kendala ini dapat dinyatakan dengan

$$\left(\sum_{i=1}^7 X_{(i,j)} + \sum_{i=1}^7 Y_{(i,j)} + \sum_{i=1}^7 Z_{(i,j)} \right) + d1_{(j)}^- - d1_{(j)}^+ = 6, \quad i = 1, \dots, 7,$$

untuk setiap $j = 1, \dots, 15$.

Kendala 2 *goal programming* : Kendala 6 berhubungan dengan kendala 2 sehingga kendala 6 diubah kedalam bentuk batasan baru dengan menambahkan nilai deviasi. Batasan baru memastikan bahwa semua pekerja sebisa mungkin memiliki 0 hari libur dalam satu minggu. Notasi $d1_{(j)}^-$ dan $d1_{(j)}^+$ berturut-turut adalah banyaknya deviasi negatif dan positif dari tujuan 1 untuk j pekerja. Kendala ini dapat dinyatakan dengan

$$\left(\sum_{i=1}^7 L_{(i,j)} \right) + d1_{(j)}^- - d1_{(j)}^+ = 0, \quad i = 1, \dots, 7,$$

untuk setiap $j = 1, \dots, 15$.

3.2.3. Fungsi Tujuan

Ada beberapa ketentuan dalam *goal programming* untuk menentukan tujuan(*goal*) yang baru, yaitu [7] :

1. jika formula awal yang ditambahkan variabel deviasi adalah $Y \geq 0$, maka fungsi tujuan yang baru adalah meminimumkan d_j^- .
2. jika formula awal yang ditambahkan variabel deviasi adalah $Y \leq 0$, maka *goal* yang baru adalah meminimumkan d_j^+ .
3. jika formula awal yang ditambahkan variabel deviasi adalah $Y = 0$, maka *goal* yang baru adalah meminimumkan d_j^- dan d_j^+ .

Berdasarkan ketentuan tentang *goal programming* dan digunakan metode *pre-emptive* dimana jumlah *shift* kerja pekerja (*goal* satu) memiliki prioritas lebih besar ketimbang jumlah libur karyawan (*goal* dua), maka Persamaan berikut menyatakan fungsi tujuan untuk skenario ini.

$$\text{Min } Z = P_1 \sum_{j=1}^{15} d1^-(j), \text{Min } Z = P_2 \sum_{j=1}^{15} d2^-(j),$$

dimana P_1 adalah prioritas pertama sedangkan P_2 adalah prioritas kedua. Karena prioritas pertama adalah *goal* satu maka P_1 dipasangkan dengan $d1_{(j)}^-$ sedangkan P_2 dipasangkan dengan $d2_{(j)}^-$.

3.3. Formulasi dalam Bahasa LINGO

Setelah terbentuk model, selanjutnya diformulasikan ke dalam bahasa LINGO.

```
SETS:
    set_i/1..7/;;
    set_j/1..15/: DN1, DP1, DN2, DP2;
    link(set_i,set_j): X, Y, Z, L;
ENDSETS

!Kebutuhan shift pekerja setiap harinya terpenuhi;
@FOR(set_i(i): @SUM(set_j(j):X(i,j)) >=3;);
@FOR(set_i(i): @SUM(set_j(j):Y(i,j)) >=9;);
@FOR(set_i(i): @SUM(set_j(j):Z(i,j)) >=3;);
!Setiap pekerja bekerja maksimal 1 giliran per hari;
@FOR(link(i,j):X(i,j)+Y(i,j)+Z(i,j)+L(i,j)=1);
!Setiap pekerja harus memiliki shift pagi, siang dan malam;
@FOR(set_j(j): @SUM(set_i(i):X(i,j)) >=1;);
@FOR(set_j(j): @SUM(set_i(i):Y(i,j)) >=1;);
@FOR(set_j(j): @SUM(set_i(i):Z(i,j)) >=1;);
!Menghindari shift malam yang diikuti shift pagi;
@FOR(link(i,j)|i#LE#6: Z(i,j)+X(i+1,j)<=1);
@FOR(link(i,j)|i#EQ#7: Z(i,j)+X(i-6,j)<=1);
!Libur maksimal 1 dan libur tidak boleh berderet;
@FOR(link(i,j)|i#LE#6: L(i,j)+L(i+1,j)<=1);
@FOR(link(i,j)|i#EQ#7: L(i,j)+L(i-6,j)<=1);
!Pekerja bekerja minimal 6 kali tiap minggunya;
@FOR(set_j(j):@SUM(set_i(i): X(i,j)+Y(i,j)+Z(i,j)+DN1(j)-DP1(j))=6);
```

```

!Pekerja minimal mempunyai 0 hari libur tiap minggunya;
@FOR(set_j(j):@SUM(set_i(i): L(i,j)+DN2(j)-DP2(j))=0);
!Nilai X, Y, Z, dan L adalah Binari (1 atau 0);
@FOR(link(i,j): @BIN(X));
@FOR(link(i,j): @BIN(Y));
@FOR(link(i,j): @BIN(Z));
@FOR(link(i,j): @BIN(L));
!Fungsi Tujuan;
MIN = V1;
@SUM(set_j(j):DN1(j))=0;
@SUM(set_j(j):DN2(j))=V1;

```

3.4. Hasil

Berikut ini adalah jadwal jam kerja yang disimpulkan berdasarkan variabel keputusan yang bersumber pada hasil *output* LINGO untuk penjadwalan pekerja *laundry Zone*.

Tabel 4. Jadwal Pekerja Laundry Zone

Pekerja	Hari/Tanggal						
	1	2	3	4	5	6	7
1	S	S	S	P	M	S	S
2	M	S	S	S	S	P	S
3	S	S	P	P	P	M	S
4	P	S	M	S	S	P	P
5	S	P	S	S	M	S	S
6	P	S	S	S	M	S	S
7	P	P	S	M	S	S	S
8	S	P	S	M	S	S	P
9	M	M	M	S	P	M	M
10	M	S	P	S	S	S	S
11	S	S	P	S	S	S	M
12	S	S	M	S	P	S	M
13	S	M	S	P	S	M	S
14	S	M	S	S	S	S	P
15	S	S	S	M	S	P	S

Pada Tabel 4, P adalah *shift* pagi, S adalah *shift* siang, M adalah *shift* malam dan L adalah libur. Fungsi tujuan terpenuhi karena nilai seluruh deviasi $d1_{(j)}^-$ dan $d2_{(j)}^-$ sama dengan nol. Nilai deviasi ini menyatakan bahwa jadwal yang dihasilkan telah meminimumkan jumlah libur serta *shift* kerja para pekerja. Dikarenakan nilai deviasi sama dengan nol, maka jadwal telah memenuhi syarat *goal* minimal yaitu jumlah libur setiap pekerja lebih dari nol dan jumlah *shift* kerja lebih dari 6. Oleh karena itu, semua kendala dan fungsi tujuan sudah terpenuhi maka *Laundry Zone* dapat menggunakan jadwal pada Tabel 4.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan diatas didapatkan jadwal kerja para pekerja di Laundry Zone menggunakan metode *Goal Programming*. Metode ini dapat menyelesaikan model yang mempunyai banyak fungsi objektif. Hasil jadwal yang didapat pada program LINGO dapat dikatakan optimal karena pada LINGO dapat dilihat bahwa hasil jadwal tersebut merupakan solusi global optimal dan berdasarkan Tabel 4 dapat disimpulkan bahwa para pekerja dapat bekerja di berbagai *shift*.

5. Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Muhafzan, Bapak Efendi, dan Ibu Hazmira Yozza yang telah memberikan masukan dan saran terhadap penyempurnaan makalah ini.

Daftar Pustaka

- [1] Al-Rawi, O.Y.M. and Mukherjee, T. 2019. Application of linear programming in optimizing labour schedulling. *Journal of Mathematical Finance*. **9**: 272-285
- [2] Anonymous. No Year. Chapter 1 an introduction to goal programming. www.researchgate.net, diakses tanggal 9 Maret 2022
- [3] Oktaviani,L.,Y.Fuad dan Y.P.Astuti. 2018. Penerapan model goal programming dalam penyusunan rencana bisnis anggaran (studi kasus pada pemerintah kabupaten lamongan). *Jurnal Ilmiah Matematika*. **6**: 33-39
- [4] Sulisty, M.C.W. 2018. Penjadwalan karyawan (aplikasi metode cyclical scheduling di laundry zone). *Jurnal Profit*. **12**: 38-49
- [5] Siang, Jong Jek . 2011. *Riset Operasi Dalam Pendekatan Algoritmis*. Andi Offset, Yogyakarta
- [6] Siswanto . 2007. *Operation Research*. Erlangga, Jakarta
- [7] Warman, R.A.A. 2018. Optimasi Penjadwalan Karyawan Menggunakan Metode Goal Programming(Studi Kasus PT ABC). *Skripsi S-1*, tidak diterbitkan. Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [8] Wintson, W.L. 1991. *Operation Research : Application and Algorithms. Fourth Edition*. Indiana University, USA