

Optimalisasi Penjadwalan Karyawan Untuk Meminimalisasi Biaya Operasi Dengan Pemrograman Linear Integer

Hasbi Ardianto Pratama¹, Ahmad Ilham, S.Kom., M.Kom.²

¹Program Studi Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang, Indonesia

²Program Studi Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang, Indonesia

Info Artikel

Riwayat Artikel:

Diterima 10 Mei 2025
Perbaikan 13 Juni 2025
Disetujui 28 Juli 2025

Keywords:

Optimasi Penjadwalan
Pemrograman Linear

ABSTRAK

Penelitian ini membahas penerapan pemrograman linear integer untuk mengoptimalkan penjadwalan karyawan di sebuah perusahaan manufaktur. Perusahaan ini memiliki 15 karyawan yang perlu dijadwalkan selama 7 hari kerja, dengan tujuan memastikan kebutuhan tenaga kerja setiap hari terpenuhi sambil meminimalkan biaya tenaga kerja. Setiap hari membutuhkan minimal 8 karyawan, dengan batasan jam kerja maksimum 48 jam per minggu per karyawan. Model matematis yang dikembangkan mendefinisikan variabel keputusan biner untuk menunjukkan kehadiran karyawan setiap hari, fungsi objektif untuk meminimalkan total biaya tenaga kerja, serta kendala-kendala yang harus dipenuhi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model yang diterapkan mampu menghasilkan jadwal kerja yang memenuhi semua kendala dan meminimalkan biaya tenaga kerja.

ABSTRACT

This study discusses the application of integer linear programming to optimize employee scheduling in a manufacturing company. The company has 15 employees who need to be scheduled for 7 working days, with the aim of ensuring that daily labor needs are met while minimizing labor costs. Each day requires a minimum of 8 employees, with a maximum working hour limit of 48 hours per week per employee. The developed mathematical model defines binary decision variables to indicate employee attendance each day, an objective function to minimize total labor costs, and constraints that must be met. The results of the study show that the applied model is able to produce a work schedule that meets all constraints and minimizes labor costs.

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi CC BY-SA.



Penulis Korespondensi:

Hasbi Ardianto Pratama
Program Studi Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Muhammadiyah Semarang
Alamat: Gedung FT-MIPA Lt. 7, Ruang 707, Jl.Kedungmundu Raya No.18, Semarang 50273, Indonesia
Email: c2c021020@unimus.ac.id

1. PENDAHULUAN

Penjadwalan adalah tindakan pengalokasian sumber daya yang tersedia untuk menyelesaikan sejumlah pekerjaan dengan mempertimbangkan batasan yang ada [1]. Penjadwalan bisa mencakup alokasi sumber daya manusia atau fasilitas untuk suatu kegiatan operasi. Penjadwalan bertujuan untuk menentukan urutan pelaksanaan kegiatan operasi. Penjadwalan yang tidak efektif akan menghasilkan tingkat penggunaan yang

rendah dari sumber daya yang ada [2]. Akibatnya, biaya produksi suatu operasi menjadi tinggi dan produktivitas suatu instansi atau perusahaan akan menjadi rendah. Oleh sebab itu, penjadwalan harus disusun sedemikian rupa untuk mencegah hal tersebut. Salah satu metode yang paling banyak digunakan untuk menyusun jadwal dengan menggunakan pemrograman linear.

Pada tahun 1947 seorang ahli matematika dari Amerika Serikat yang bernama George D. Danzig menemukan cara untuk menguraikan dan memecahkan persoalan pemrograman linear dengan Metode Simpleks. Terkenal karena keberhasilannya yang mampu menyelesaikan berbagai masalah dalam kehidupan nyata seperti di bidang militer, industri, pertanian, transportasi, ekonomi, kesehatan, dan ilmu sosial [3]. Pemrograman linear (Linear Programming) adalah metode matematika yang digunakan untuk menemukan nilai optimal dari suatu fungsi tujuan linear, dengan syarat bahwa solusi tersebut harus memenuhi serangkaian kendala linear. Pemrograman linear sering digunakan untuk memaksimalkan atau meminimalkan fungsi tujuan, seperti keuntungan atau biaya, dalam konteks berbagai batasan yang dapat mencakup keterbatasan sumber daya, waktu, atau kapasitas produksi.

Pada penelitian kali ini kita akan membahas penerapan pemrograman linear dalam masalah penjadwalan karyawan di sebuah perusahaan manufaktur. Perusahaan ini memiliki 15 karyawan yang perlu dijadwalkan selama 7 hari kerja, dengan tujuan memastikan kebutuhan tenaga kerja setiap hari terpenuhi sambil meminimalkan biaya tenaga kerja. Dengan menggunakan pemrograman linear integer, diharapkan dapat mengoptimalkan jadwal karyawan dengan tujuan meminimalkan total biaya tenaga kerja.

2. METODE

Untuk menyelesaikan masalah optimasi penjadwalan dengan pemrograman linear perlu untuk membentuk langkah-langkah penyelesaian dengan menggunakan pemrograman linear integer. Dalam upaya tersebut, diperlukan pengetahuan terhadap batasan-batasan permasalahan dari model penjadwalan yang dituju. Berikut informasi yang perlu dipertimbangkan:

- Setiap hari membutuhkan minimal 8 karyawan.
- Setiap karyawan memiliki upah per jam yang berbeda (lihat tabel di bawah).
- Jam kerja maksimum setiap karyawan adalah 48 jam per minggu.
- Total biaya tenaga kerja harus seminimal mungkin.

Dari informasi tersebut, kita dapat membangun model linear yang dapat digunakan untuk menemukan jadwal kerja optimal yang meminimalkan total biaya tenaga kerja sambil memenuhi semua batasan yang ada.

Pertama, bentuk fungsi tujuan dari permasalahan. Fungsi tujuan adalah untuk meminimalkan total biaya tenaga kerja selama 7 hari. Fungsi tujuan dapat dituliskan sebagai berikut:

$$z = \sum_{i=1}^{15} \sum_{j=1}^7 x_{ij} \cdot w_i \cdot h$$

i	: Karyawan
j	: Hari kerja
x	: Variabel biner, 1 jika bekerja, 0 jika tidak bekerja
w_i	: Upah/jam dari karyawan
h	: Jumlah jam kerja/hari

Selain fungsi tujuan, ada beberapa kendala yang harus dipenuhi dalam model ini:

- Jumlah minimal karyawan
Setiap hari harus ada 8 karyawan yang bekerja:

$$\sum_{i=1}^{15} x_{ij} \geq 8$$
- Jam kerja maksimum
Setiap karyawan tidak boleh bekerja lebih dari 48 jam per minggu (6 hari x 8 jam):

$$\sum_{j=1}^7 x_{ij} \cdot h \leq 48$$
- Variabel Biner
Setiap x_{ij} adalah variabel biner (0 atau 1):

$$x_{ij} \in \{0,1\}$$

Setiap karyawan juga memiliki upah yang berbeda, berikut adalah data karyawan beserta upah/jam yang digunakan:

Karyawan	Upah/Jam (\$)
1	15
2	12
3	14
4	13
5	15
6	12
7	14
8	13
9	15
10	12
11	14
12	13
13	15
14	12
15	13

Tabel 1. Data karyawan dan upah per jamnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah menyusun model matematis dari fungsi objektif dan kendala, langkah selanjutnya adalah mengimplementasikan model matematis yang telah dibuat. Implementasi akan menggunakan python sebagai bahasa pemrograman dan pustaka pulp untuk mengimplementasikan model.

Model diambil dari pustaka pulp dan dibuat untuk meminimalisasi fungsi objektif. Variabel x didefinisikan dari karyawan dan hari dengan kategori *binary*:

```
model = pulp.LpProblem("Penjadwalan_Karyawan", pulp.LpMinimize)
x = pulp.LpVariable.dicts("x", (karyawan, hari), cat='Binary')
```

Lalu, definisikan fungsi objektif ke dalam variabel model. Model matematis dari fungsi objektif yang telah dibuat bisa ditulis:

```
model += pulp.lpSum(x[i][j] * upah_per_jam[i] * jam_per_hari for i in karyawan for j in hari)
```

Kendala dari permasalahan bisa dituliskan:

```
for j in hari:
    model += pulp.lpSum(x[i][j] for i in karyawan) >= 8
for i in karyawan:
    model += pulp.lpSum(x[i][j] * jam_per_hari for j in hari) <= jam_max_per_minggu
```

Setelah implementasi model dan menjalankannya, model tersebut akan menghasilkan *output* biner untuk setiap karyawan selama 7 hari. Dalam output ini, nilai 1 menunjukkan bahwa karyawan hadir bekerja, sedangkan nilai 0 menunjukkan bahwa karyawan tidak hadir bekerja.

```
OUTPUT :
Karyawan 1: [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]
Karyawan 2: [1, 1, 1, 1, 1, 0, 1]
...
Karyawan 15: [1, 1, 0, 1, 1, 1, 1]
Total biaya tenaga kerja: 5696.0
```

Setelah mengimplementasikan dan menjalankan model pemrograman linear integer untuk penjadwalan karyawan, kita mendapatkan hasil berupa jadwal kerja optimal untuk 15 karyawan selama 7 hari. Hasil ini memberikan informasi tentang hari-hari di mana setiap karyawan harus bekerja (diwakili oleh nilai biner 1) dan hari-hari di mana mereka tidak bekerja (diwakili oleh nilai biner 0). Hasil lengkap keluaran program :

1. Karyawan 1: [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]

2. Karyawan 2: [1, 1, 1, 1, 0, 1]
3. Karyawan 3: [0, 1, 1, 0, 0, 1, 1]
4. Karyawan 4: [1, 1, 1, 1, 1, 0, 1]
5. Karyawan 5: [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]
6. Karyawan 6: [1, 1, 1, 1, 1, 1, 0]
7. Karyawan 7: [1, 0, 0, 1, 0, 0, 0]
8. Karyawan 8: [1, 0, 1, 1, 1, 1, 1]
9. Karyawan 9: [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]
10. Karyawan 10: [1, 1, 1, 1, 1, 1, 0]
11. Karyawan 11: [0, 0, 0, 0, 0, 1, 1]
12. Karyawan 12: [1, 1, 1, 0, 1, 1, 1]
13. Karyawan 13: [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]
14. Karyawan 14: [0, 1, 1, 1, 1, 1, 1]
15. Karyawan 15: [1, 1, 0, 1, 1, 1, 1]

Hasil menunjukkan bahwa setiap hari terdapat minimal 8 karyawan yang dijadwalkan untuk bekerja, sehingga kendala kebutuhan minimum karyawan per hari terpenuhi. Batasan Jam Kerja Maksimum: Tidak ada karyawan yang dijadwalkan bekerja lebih dari 48 jam per minggu, sehingga kendala jam kerja maksimum per karyawan juga terpenuhi. Fungsi objektif model ini adalah meminimalkan total biaya tenaga kerja. Total biaya tenaga kerja selama 7 hari dapat dihitung dengan menjumlahkan upah per jam masing-masing karyawan yang bekerja setiap hari. Hasil yang diperoleh sebesar \$5696. Dari hasil ini, kita dapat menyimpulkan bahwa model telah berhasil meminimalkan biaya dengan memenuhi semua kendala yang ada.

Meskipun model pemrograman linear integer yang diterapkan telah memberikan solusi optimal dalam banyak aspek, terdapat kelemahan yang perlu diperhatikan, yaitu adanya karyawan yang tidak mendapatkan jadwal kerja selama periode 7 hari. Beberapa penyebab beberapa karyawan tidak mendapatkan jadwal:

- a. Model dirancang untuk memenuhi kebutuhan minimal karyawan per hari (minimal 8 karyawan per hari), namun tidak ada kendala yang menjamin semua karyawan mendapatkan minimal satu hari kerja. Akibatnya, beberapa karyawan mungkin tidak dijadwalkan bekerja jika jumlah karyawan yang tersedia melebihi kebutuhan minimal harian.
- b. Fokus utama dari model adalah meminimalkan total biaya tenaga kerja. Oleh karena itu, karyawan dengan upah per jam yang lebih tinggi mungkin lebih jarang dijadwalkan bekerja dibandingkan dengan karyawan dengan upah per jam yang lebih rendah.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil memenuhi harapan yang dinyatakan pada bagian pendahuluan, yaitu mengoptimalkan penjadwalan karyawan di perusahaan manufaktur untuk memenuhi kebutuhan tenaga kerja setiap hari sambil meminimalkan biaya tenaga kerja. Implementasi model pemrograman linear integer (ILP) menghasilkan jadwal yang sesuai dengan semua kendala yang ditetapkan, termasuk kebutuhan minimal karyawan per hari dan batasan jam kerja maksimum per minggu.

Hasil dan pembahasan menunjukkan bahwa model ini efektif dalam meminimalkan biaya tenaga kerja, meskipun ada kelemahan terkait distribusi kerja yang tidak merata. Untuk mengatasi kelemahan ini, direkomendasikan penambahan kendala yang memastikan distribusi kerja yang lebih adil di antara karyawan, serta eksplorasi solusi alternatif seperti fleksibilitas jam kerja dan optimasi multi-objektif.

Prospek pengembangan hasil penelitian ini mencakup penerapan model pada skenario penjadwalan yang lebih kompleks dan penggunaan metode optimasi lain untuk meningkatkan kinerja model. Selain itu, penelitian ini memiliki potensi aplikasi yang luas di berbagai sektor industri yang membutuhkan optimasi penjadwalan tenaga kerja untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi biaya operasional. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya membuktikan efektivitas ILP dalam penjadwalan karyawan tetapi juga memberikan dasar yang kuat untuk pengembangan lebih lanjut dan aplikasi praktis dalam berbagai konteks industri.

REFERENSI

- [1] D. S. Anggraini, S. Syaripuddin, Q. Qurrota, and A. ' Yun, "Optimasi Penjadwalan Menggunakan Pemrograman Linier Integer pada Masalah Penjadwalan Perawat UPT Dinas Kesehatan Puskesmas Jonggon Jaya," *BASIS JURNAL ILMIAH MATEMATIKA*, vol. 3, no. 1, pp. 54–60, 2024, [Online]. Available: <http://jurnal.fmipa.unmul.ac.id/index.php/Basis>
- [2] N. Elisabet and T. Andriyani, "Aplikasi Pemrograman Linier Penjadwalan Produksi Mie Kering di PT. Tiga Pilar Sejahtera," *Performa Vol. 5, No.2 : 21 - 28*, 2006, doi: <https://doi.org/10.20961/performa.5.2.11190>.

-
- [3] W. Nur and N. M. Abdal, "Penggunaan Metode Branch and Bound dan Gomory Cut dalam Menentukan Solusi Integer Linear Programming," 2016.