

Optimasi Penjadwalan Menggunakan Pemrograman Linier Integer pada Masalah Penjadwalan Perawat UPT Dinas Kesehatan Puskesmas Jonggon Jaya

Dewi Susi Anggraini¹, Syaripuddin Syaripuddin^{1,*}, Qonita Qurrota A'yun¹

¹ *Laboratorium Matematika Komputasi, Program Studi Matematika, Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Mulawarman*

Dikirim: Januari 2024;

Diterima: Maret 2024;

Dipublikasi: Maret 2024

Alamat Email Korespondensi: syarifrahman2014@gmail.com

Abstrak

Penjadwalan merupakan pengalokasian sumber daya yang ada dari waktu ke waktu untuk melakukan sejumlah tugas atau pekerjaan. Masalah penjadwalan sering ditemukan di berbagai bidang termasuk penjadwalan perawat di UPTD Puskesmas Jonggon Jaya. Penyelesaian masalah penjadwalan dapat dilakukan dengan pemrograman linier *integer*. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan model pemrograman linier *integer* dan hasil optimasi penjadwalan kerja perawat UPT Dinas Kesehatan Puskesmas Jonggon Jaya menggunakan pemrograman linier *integer*. Pada penelitian ini model penjadwalan perawat Puskesmas Jonggon Jaya dibatasi hanya untuk data jadwal bulan Mei tahun 2022, perawat yang akan di jadwalkan adalah semua perawat yang ada di Puskesmas Jonggon Jaya dan diselesaikan dengan metode *branch and bound*. Solusi optimal dengan menyelesaikan model pemrograman linier *integer* dengan menggunakan metode *branch and bound* dan software POM QM. Hasil menunjukkan bahwa terdapat dua skema penjadwalan dalam seminggu. Penjadwalan pertama adalah 44 perawat *shift* pagi, 10 perawat *shift* sore dan 14 perawat *shift* malam. Penjadwalan kedua adalah 47 perawat *shift* pagi, 10 perawat *shift* sore dan 12 perawat *shift* malam. Total jam kerja perawat Puskesmas Jonggon Jaya maksimum dari masing-masing penjadwalan adalah 520 jam per minggu.

Kata Kunci:

Penjadwalan, Pemrograman linier integer, Branch and Bound

PENDAHULUAN

Riset Operasi merupakan cabang matematika yang mengkaji terkait pemilihan tindakan terbaik (optimum) untuk masalah keputusan dengan sumber daya yang terbatas [5]. Seorang matematikawan Amerika Serikat bernama George D. Dantzig pada tahun 1947 menemukan cara untuk mendeskripsikan dan menyelesaikan masalah pemrograman linier dengan metode simpleks (*simplex method*) yang diuraikan pada buku yang berjudul *Linear Programming and Extensions*. Dantzig dipandang berhasil memecahkan berbagai masalah kehidupan nyata seperti di bidang militer, industri, pertanian, transportasi, ekonomi, kesehatan, dan ilmu sosial [2].

Demikian pula definisi operasional, apabila dirasa perlu, juga ditulis naratif. Pemrograman integer merupakan suatu model program linier yang khusus digunakan untuk menyelesaikan suatu masalah program linier dengan nilai variabel-variabel keputusan dalam menyelesaikan optimal harus berupa bilangan integer (bulat). Nilai

variabel keputusan harus bulat sebagai syarat karena nilai (banyaknya/ jumlah) tidak mungkin dalam bilangan pecahan, seperti rumah, pabrik, tugas dan lain sebagainya [4]. Metode *Branch and Bound* adalah salah satu penyelesaian pemrograman linier yang menghasilkan variabel-variabel keputusan bilangan bulat dengan cara membuat cabang atas dan bawah, masing-masing variabel keputusan yang bernilai pecahan agar bernilai bulat sehingga setiap pembatasan akan menghasilkan cabang yang baru [5].

Salah satu aplikasi pemrograman integer adalah masalah terkait penjadwalan. Penjadwalan merupakan pengalokasian sumber daya yang ada dari waktu ke waktu untuk melakukan sejumlah tugas atau pekerjaan. Penjadwalan tenaga kerja yang optimal dapat memberikan dampak yang positif terhadap pekerjaan sehingga menghasilkan sumber daya manusia yang berkualitas [1]. Beberapa penelitian terkait penjadwalan dengan pemrograman linier sebelumnya pernah dilakukan oleh [3] dan [6].

Selanjutnya, penelitian ini menghasilkan model penjadwalan perawat UPT Dinas Kesehatan Puskesmas Jonggon Jaya yang dibatasi hanya untuk data bulan Mei 2022 saja. Data penelitian ini diperoleh dari UPT Dinas Kesehatan Puskesmas Jonggon Jaya yang meliputi jumlah perawat, jumlah ruangan, jadwal perawat dan pembagian waktu kerja.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang terdiri dari studi literatur dan empiris. Pada penelitian ini data yang diambil merupakan data sekunder dan merupakan jenis penelitian non eksperimen karena tidak dilakukan penelitian langsung melainkan mengambil data yang sudah ada. Data yang digunakan adalah ketersediaan data dan keterbaruan informasi mengenai jumlah perawat, pembagian jam kerja serta jumlah ruangan di UPTD Puskesmas Jonggon Jaya. Dalam menyusun suatu penjadwalan, ada beberapa langkah-langkah yang harus digunakan untuk menganalisis data. Berikut langkah-langkah tersebut:

1. Pendeskripsian masalah dengan menentukan parameter utama yang digunakan dalam penjadwalan perawat, tujuan dan batasan-batasan yang digunakan dalam pemodelan penjadwalan perawat.
2. Merumuskan variabel keputusan untuk masalah penjadwalan perawat dengan variabel yang ditentukan seperti waktu kerja, pembagian *shift* dalam seminggu, dan jumlah perawat.
3. Perumusan model dilakukan berdasarkan tujuan pemodelan penjadwalan yang akan dijadikan fungsi objektif dan batasan-batasan dalam masalah penjadwalan dirumuskan menjadi fungsi kendala.
4. Penyelesaian permasalahan model penjadwalan pada bagian 3 diselesaikan dengan *software* POM QM.
5. *Output* dari langkah ke-4 tersebut kemudian disusun menjadi jadwal perawat setiap ruangan dan jadwal jam kerja setiap perawat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Data

Data yang digunakan adalah jadwal kerja pada perawat UPT Dinas Kesehatan Puskesmas Jonggon Jaya, yang terdiri dari 13 perawat dengan berbagai jenis pelayanan kesehatan diantaranya: Poli Kesehatan Ibu dan Anak, Poli KB, Poli Umum, Poli Gizi, Poli

Lansia, Imunisasi, Apotek, Pemeriksaan Penunjang lain seperti Laboratorium serta untuk pelayanan 24 jam terdiri dari Ruang Persalinan dan Tindakan Gawat Darurat.

Deskripsi Masalah

Masalah penjadwalan perawat menggunakan asumsi-asumsi untuk mempermudah pemodelan pada penelitian ini adalah:

1. Seorang perawat bekerja paling banyak satu *shift* dalam satu hari.
2. Seorang perawat bekerja enam hari kerja dalam seminggu.
3. Kemampuan atau keterampilan setiap perawat sama.
4. Waktu tunggu antarpergantian *shift* kerja diabaikan.
5. Permintaan tiap-tiap perawat akan hari libur tertentu dalam jadwal diabaikan.
6. Dalam model ini, satu *shift* didefinisikan sebagai berikut:
 - a. *Shift* pagi : jam 07.30 - 14.30 (7 jam)
 - b. *Shift* sore : jam 14.30 - 21.00 (6,5 jam)
 - c. *Shift* malam : jam 21.00 - 07.30 (10,5 jam)
 - d. Libur : (0 jam)

Model Matematika

Misalkan didefinisikan variabel x_j dengan $j = 1, 2, 3, 4$ sebagai berikut:

x_1 = jumlah perawat yang mengalami *shift* pagi dalam seminggu.

x_2 = jumlah perawat yang mengalami *shift* sore dalam seminggu.

x_3 = jumlah perawat yang mengalami *shift* malam dalam seminggu.

x_4 = jumlah perawat yang mengalami *shift* libur dalam seminggu.

Misalkan c_j menyatakan jumlah jam kerja dalam setiap *shift* (untuk $j = 1, 2, 3, 4$), berarti diperoleh:

- a. $c_1 = 7$ sebab *shift* pagi dimulai jam 07.30 - 14.30 (7 jam)
- b. $c_2 = 6,5$ sebab *shift* sore dimulai jam 14.30 - 21.00 (6,5 jam)
- c. $c_3 = 10,5$ sebab *shift* malam dimulai jam 21.00 - 07.30 (10,5 jam)
- d. $c_4 = 0$ sebab libur tidak memiliki jam kerja (0 jam)

Akan ditentukan model pemrograman linier integer yang memaksimalkan total jumlah jam kerja perawat pada semua shift di puskesmas Jonggong Jaya. Oleh karena itu, didapatkan fungsi tujuan sebagai berikut:

$$\text{Maksimumkan } Z = 7x_1 + 6,5x_2 + 10,5x_3 + 0x_4 \quad (1.a)$$

dengan kendala:

1. Jam kerja maksimal setiap perawat selama seminggu adalah 40 jam (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 52 tahun 2018) dengan jumlah 13 perawat maka total jam kerja untuk semua perawat maksimal adalah 520 jam.

$$7x_1 + 6,5x_2 + 10,5x_3 \leq 520 \quad (1.b)$$

2. Jumlah perawat di puskesmas ada 13 perawat maka dalam seminggu (7 hari) yang mengalami jadwal *shift* pagi, sore, malam dan libur ada 91 perawat .

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 91 \quad (1.c)$$

3. Jumlah perawat untuk *shift* pagi selama seminggu maksimal 45 perawat.

$$x_1 \leq 45 \quad (1.d)$$

4. Jumlah perawat untuk *shift* sore selama seminggu maksimal 26 perawat.

$$x_2 \leq 26 \quad (1.e)$$

5. Jumlah perawat untuk *shift* malam selama seminggu maksimal 14 perawat.

$$x_3 \leq 14 \quad (1.f)$$

6. Jumlah perawat pada *shift* pagi, sore, malam dan libur dinyatakan dalam bilangan bulat positif

$$x_1, x_2, x_3, x_4 \in \mathbb{Z}^+ \quad (1.g)$$

Model menggunakan metode Big-M

Persamaan (1.a) - (1.g) diselesaikan menggunakan metode Big-M sehingga diperoleh model bentuk standar sebagai berikut:

Maksimumkan

$$Z - (7 + M)x_1 - (6,5 + M)x_2 - (10,5 + M)x_3 - Mx_4 - 0S_1 - 0S_2 - 0S_3 - 0S_4 = 91M \quad (2.a)$$

dengan kendala

$$7x_1 + 6,5x_2 + 10,5x_3 + S_1 = 520 \quad (2.b)$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + R_1 = 91 \quad (2.c)$$

$$x_1 + S_2 = 45 \quad (2.d)$$

$$x_2 + S_3 = 26 \quad (2.e)$$

$$x_3 + S_4 = 14 \quad (2.f)$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, S_1, R_1 \in \mathbb{Z}^+ \quad (2.g)$$

diperoleh solusi dari persamaan (2.a) - (2.g) di atas adalah $x_1 = 45$; $x_2 = 8,923$; $x_3 = 14$ dan $x_4 = 23,077$ dengan $Z = 520$.

Berdasarkan solusi yang diperoleh, maka jumlah perawat yang mengalami shift pagi dalam seminggu adalah 45 perawat, jumlah perawat yang mengalami shift sore dalam seminggu adalah 8,923 perawat, jumlah perawat yang mengalami shift malam dalam seminggu adalah 14 perawat dan jumlah perawat yang mengalami libur dalam seminggu adalah 23,077 perawat. Oleh karena jumlah perawat harus bilangan bulat, sehingga dibutuhkan solusi yang merupakan bilangan integer. Maka akan digunakan metode Branch and Bound untuk mencari solusi integer.

Penyelesaian Menggunakan Metode *Branch and Bound*

Berdasarkan perhitungan dengan metode simpleks diperoleh variabel solusi optimal masih berupa bilangan pecahan. Tahapan metode Branch and Bound untuk memperoleh solusi integer adalah dilakukan percabangan dengan memilih salah satu variabel untuk dijadikan kendala baru yaitu cabang 1 dan cabang 2. Selanjutnya dicari

solusi optimal dengan menggunakan metode simpleks, sehingga diperoleh solusi optimal dari tiap cabang. Langkah ini diulang sampai semua variabelnya integer.

1. Lakukan percabangan (*branching*)

Berdasarkan solusi optimal yang diperoleh dari simpleks sebelumnya yaitu $Z = 543,077$ dengan $x_1 = 45$; $x_2 = 8,923$; $x_3 = 14$ dan $x_4 = 23,077$. Pilih variabel x_2 untuk dilakukan percabangan baru yaitu cabang 1 ($x_2 \leq 8$) dan cabang 2 ($x_2 \geq 9$).

2. Lakukan metode simpleks untuk mengoperasikan program linier dengan penambahan kendala baru dan tetapkan batas untuk setiap iterasi yang dilakukan.

Node 1 ($x_2 \leq 8$)

Maksimumkan

$$Z = 7x_1 + 6,5x_2 + 10,5x_3 + 0x_4 \quad (3.a)$$

dengan kendala:

$$7x_1 + 6,5x_2 + 10,5x_3 \leq 520 \quad (3.b)$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 91 \quad (3.c)$$

$$x_1 \leq 45 \quad (3.d)$$

$$x_2 \leq 8 \quad (3.e)$$

$$x_3 \leq 14 \quad (3.f)$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4 \geq \mathbb{Z}^+$$

Dari perhitungan Persamaan (3.a) - (3.f) didapatkan hasil yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan *Node 1*

VB	Z	x_1	x_2	x_3	x_4	S_1	R_1	S_2	S_3	S_4	NK
Z	1	0	0	0	0	0	M	7	6,5	10,5	514 + 182M
S_1	0	0	0	0	0	1	0	-7	-6,5	-10,5	6
x_4	0	0	0	0	1	0	1	-1	-1	-1	24
x_1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	45
x_2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	8
x_3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	14

Sehingga diperoleh $x_1 = 45$; $x_2 = 8$; $x_3 = 14$ dan $x_4 = 24$ dengan $Z = 514$ jam.

Node 2 ($x_2 \geq 9$)

Maksimumkan

$$Z = 7x_1 + 6,5x_2 + 10,5x_3 + 0x_4 \quad (4.a)$$

dengan kendala:

$$7x_1 + 6,5x_2 + 10,5x_3 \leq 520 \quad (4.b)$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 91 \quad (4.c)$$

$$x_1 \leq 45 \quad (4.d)$$

$$x_2 \geq 9 \quad (4.e)$$

$$x_3 \leq 14 \quad (4.f)$$

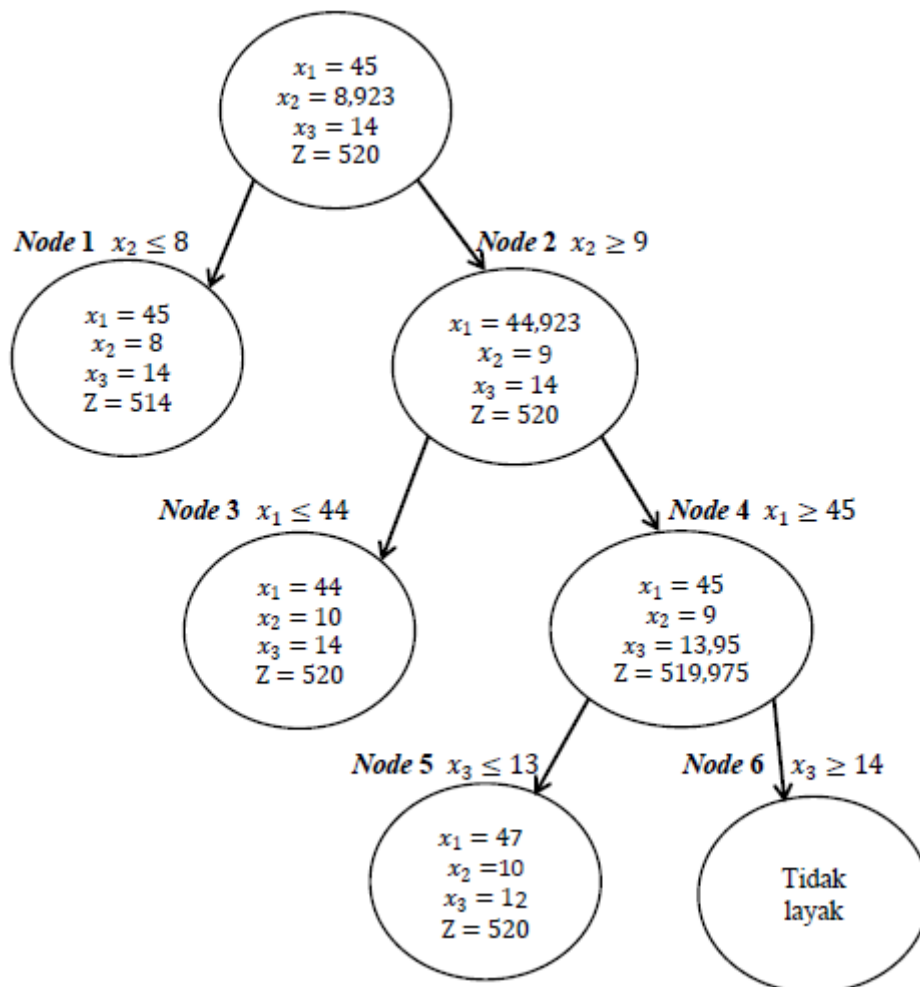
$$x_1, x_2, x_3, x_4 \geq \mathbb{Z}^+$$

Dari perhitungan Persamaan (4.a) - (4.f) diperoleh hasil yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan *Node 2*

VB	Z	x_1	x_2	x_3	x_4	S_1	S_2	S_3	S_4	R_1	R_2	VB
Z	1	0	0	0	0	1	0	0	1,5M	M	1,928M	520 + 200M
x_1	0	1	0	0	0	0,143	0	0,928	-1,5	0	-0,928	44,928
S_2	0	0	0	0	0	-0,143	0	-0,928	1,5	0	0,928	0,072
x_3	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	14
x_4	0	0	0	0	1	-0,143	0	0,072	0,5	1	-0,072	23,072
x_2	0	0	1	0	0	0	0	-1	0	0	1	9

Oleh karena hasil pada Tabel 2 masih terdapat solusi bilangan pecahan, maka perhitungan dilanjutkan dengan melakukan pencabangan, adapun perhitungannya menggunakan dengan bantuan *software* POM QM. Hasil optimal tiap cabang disajikan pada Gambar 1.

Gambar 1. Percabangan menggunakan metode *Branch and Bound*

Berdasarkan Gambar 1 didapat solusi *integer* untuk setiap sub masalah (*node*) adalah sebagai berikut:

Node 1: $x_1 = 45$; $x_2 = 8$; $x_3 = 14$ dan $Z = 514$.

Node 3: $x_1 = 44$; $x_2 = 10$; $x_3 = 14$ dan $Z = 520$.

Node 5: $x_1 = 47$; $x_2 = 10$; $x_3 = 12$ dan $Z = 520$.

Jadi solusi *integer* menggunakan metode *Branch and Bound* adalah *node 1*, *node 3* dan *node 5*. Akan tetapi, nilai maksimumnya terdapat pada *node 3* dan *node 5* yaitu 520 jam. Adapun rincian adalah pada *node 3* diperoleh jumlah perawat yang mengalami *shift* pagi dalam seminggu (x_1) adalah 44 perawat, jumlah perawat yang mengalami *shift* sore dalam seminggu (x_2) adalah 10 perawat dan jumlah perawat yang mengalami *shift* malam dalam seminggu (x_3) adalah 14 perawat. Sedangkan pada *node 5* diperoleh jumlah perawat yang mengalami *shift* pagi dalam seminggu (x_1) adalah 47 perawat, jumlah perawat yang mengalami *shift* sore dalam seminggu (x_2) adalah 10 perawat, dan jumlah perawat yang mengalami *shift* malam dalam seminggu (x_3) adalah 12 perawat dengan total jam kerja maksimum dalam seminggu adalah 520 jam atau berkurang 111 jam dari jadwal sebelumnya. Hasil ini sesuai dengan Peraturan Menteri Republik Indonesia nomor 52 tahun 2018 bahwa jumlah maksimal *shift* kerja tenaga kesehatan adalah 40 jam per minggu untuk setiap perawat.

PENUTUP

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan bahwa penjadwalan perawat UPT Dinas Kesehatan Puskesmas Jonggong Jaya dapat dimodelkan menjadi model pemrograman linier integer melalui fungsi objektif/ tujuan yang memaksimalkan jumlah jam kerja perawat dan memenuhi enam kendala yang ada pada puskesmas tersebut. Jadwal perawat yang dihasilkan yaitu diperoleh dua skema penjadwalan dalam seminggu. Penjadwalan pertama adalah 44 perawat *shift* pagi, 10 perawat *shift* sore dan 14 perawat *shift* malam. Penjadwalan kedua adalah 47 perawat *shift* pagi, 10 perawat *shift* sore dan 12 perawat *shift* malam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Husen A. (2009). *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Andi Offset.
- [2] Nur W. dan Abdal N. M. (2016). Penggunaan Metode Branch and Bound dan Gomory Cut dalam Menentukan Solusi *Integer Linear Programming*. *Jurnal Saintifik* vol.2 no.1 hal 9 – 15.
- [3] Safitri E., Basriati S., dan Putri R.E. (2021). Optimasi Penjadwalan Perawat Menggunakan *Integer Linear Programming* (Studi Kasus: Rs. Aulia Hospital Pekanbaru). *Jurnal Fourier* vol.10 no.1 hal 45 – 56.
- [4] Sitorus P. (2004). *Program Linier*. Jakarta: Penerbit Universitas Trisakti.
- [5] Taha H. A. (1996). *Riset Operasi edisi kelima jilid 1*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- [6] Topik, A., Syaripuddin, dan A'yun, Q.Q. (2023). Aplikasi Pemrograman *Integer* pada Masalah Penjadwalan Mata Pelajaran di SMPN 4 Tanah Grogot. *Jurnal Ilmiah Matematika Basis* vol. 2 no. 1 hal 39 – 46.