

Optimasi Penjadwalan Perawat Menggunakan *Integer Linear Programming* (Studi Kasus: RS. Aulia Hospital Pekanbaru)

Elfira Safitri, Sri Basriati, Rini Eka Putri

*Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. HR. Soebrantas No. 155 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293, Riau, Indonesia.*

Korespondensi; Rini Eka Putri, Email: rini.eka.putri98@gmail.com

Abstrak

Penjadwalan merupakan penyusunan jadwal yang optimal dalam pembagian shift kerja terutama di dunia medis. Penjadwalan perawat dengan adanya *shift* kerja dan total jam kerja memberikan dampak yang positif yaitu efisiensi waktu dan efektifitas pekerjaan sehingga sangat penting untuk mengoptimalkan sumber daya manusia untuk meningkatkan kuliatas rumah sakit salah satunya RS. Aulia Hospital. Model *Integer Linear Programming* digunakan untuk mendapatkan solusi optimal pada penjadwalan perawat di RS. Aulia Hospital Pekanbaru yang terdiri dari tiga ruangan yaitu ruangan perawatan, ruang IGD dan ruang ICU. Adapun Tujuan penelitian ini adalah mengetahui hasil optimasi menggunakan *Integer Linear Programming* serta mengetahui perbandingan hasil penjadwalan manual dan *software* Lingo. Berdasarkan hasil penelitian menggunakan model *Integer Linear Programming* menggunakan *Software Lingo* menunjukkan solusi yang optimal dengan semua kendala terpenuhi dan total hari kerja yang sama, yaitu sebanyak 22 hari kerja dengan interval jam kerja sebesar $175 \leq x \leq 185$. Penjadwalan perawat menggunakan *Integer Linear Programming* lebih optimal dibandingkan penjadwalan secara manual dikarenakan tidak terjadinya pengurangan anggota.

Kata Kunci: Integer Linear Programming; Optimasi; Penjadwalan Perawat; Shift Kerja; Software Lingo.

Abstract

Scheduling is an arrangement of an optimal schedule for work shifts division, especially in the medical world. The nurse scheduling through work shift and total work hours give positive impact such as time efficiency and work effectiveness until it is very important to optimize human resources to improve the hospital quality such as Aulia Hospital. Integer Linear Programming model was used to obtain optimal solution on nurse scheduling at Aulia Hospital Pekanbaru, which consists of three rooms, namely a treatment room, an emergency room, and an intensive care unit. The purpose of this research was to the optimization results using Integer Linear Programming and find out the result of manual scheduling and Lingo Software. This research discussed the nurse scheduling in three rooms at Aulia Hospital with the assistance of Lingo Software. Based on the research results by using Integer Linear Programming model with the assistance of Lingo software that it is an optimal solution and all obstacles are overcome with totally same work hours in the amount of 22 work days with work hour interval in the amount of $175 \leq x \leq 185$. Nurse scheduling using Integer Linear Programming is more optimal than manual scheduling because there is no reduction in members.

Keywords: Integer Linear Programming; Lingo Software; Nurse Scheduling; Optimization; Work Shift.

Pendahuluan

Penjadwalan merupakan aktivitas perencanaan untuk menentukan kapan dan dimana setiap operasi sebagian dari pekerjaan secara keseluruhan harus dilakukan pada sumber daya yang terbatas, serta pengalokasian sumber daya pada suatu waktu tertentu dengan memperhatikan kapasitas sumber daya yang ada. Pada umumnya penjadwalan sangat diperlukan untuk menentukan periode waktu kerja tetap baik dalam seminggu bahkan sebulan. Penjadwalan memang penting dalam dunia medis dikarenakan dapat dijadikan pendoman jam kerja dan shift yang di peroleh oleh seorang pekerja medis [5].

Penjadwalan adalah masalah yang sangat rumit dan sering terjadi di lembaga-lembaga yang beroperasi 24 jam sehari, salah satunya adalah rumah sakit. Rumah Sakit adalah lembaga sosial yang bergerak di bidang pelayanan kesehatan masyarakat yang harus berjalan optimal. Perawat sebagai penyedia pelayanan keperawatan merupakan ujung tombak pelayanan rumah sakit, karena perawat 24 jam dalam memberikan asuhan keperawatan [3].

Dalam menyusun suatu penjadwalan salah satunya penyusunan penjadwalan shift kerja perawat memiliki berbagai permasalahan. Rumah Sakit Aulia Hospital Pekanbaru misalnya, rumah sakit ini memberlakukan tiga shift kerja untuk ruangan tertentu yaitu shift pagi, shift siang dan shift malam. Dari ke tiga shift kerja tersebut terdapat indikasi beberapa jenis keluhan. Karena menurut perawat rumah sakit aulia hospital pekanbaru sebenarnya tenaga perawat masih kurang serta berdampak pada kekurangan tenaga kerja perawat dalam satu hari per shift kerja.

Menurut Muhammad [6] Penjadwalan yang baik dapat memaksimalkan pemenuhan dari batasan-batasan yang ada, untuk menyusun sebuah jadwal yang optimal dibutuhkan teknik optimasi yang dapat mempertimbangkan berbagai aspek yang ada mulai dari regulasi atau peraturan rumah sakit hingga *preference* pada perawat. Salah satu model matematika yang bisa digunakan untuk menganalisis solusi optimal pada penjadwalan perawat adalah *Integer Linear Programming* (ILP) 0 dan 1 atau disebut juga dengan *pure Integer Linear Programming*. Karena ILP 0 dan 1 digunakan untuk memodelkan permasalahan yang variabel-variabelnya tidak mungkin berupa bilangan yang tidak bulat (bilangan riil).

Penelitian terdahulu yang berkaitan dengan ilp telah dibahas sebelumnya oleh Hui Liew Su & Sufahani Suliadi [4] dengan judul penelitian *Healthy Menu Schedulling for High Blood Pressure Patient with Optimization Method Integer Programming*. Dalam penelitian ini pemograman linear digunakan untuk menguji validasi model perencanaan menu. Karena jumlah makanan yang di produksi oleh pasien. Dengan demikian, integer programming adalah teknik yang lebih baik untuk menghasilkan solusi yang optimal untuk memecahkan menu diet. Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Harlina, L., dkk. [3] Yang berjudul “*Nurse Scheduling Model with the Work Shift and Work Location*”. Jurnal tersebut membahas penjadwalan perawat dengan shift kerja dan lokasi kerja, penelitian ini dimodelkan dengan metode *Integer Linear Programming* dengan fungsi tujuan meminimalkan jumlah perawat yang bekerja di rumah sakit sehingga kebutuhan masing-masing *shift* dan bekerja lokasi perawat terpenuhi.

Berdasarkan penelitian dari Harlina, L dkk. [3] maka penulis tertarik melakukan penelitian dengan kasus yang berbeda yaitu membahas penjadwalan perawat berdasarkan *shift* kerja serta membandingkan penjadwalan manual dengan penjadwalan menggunakan *software Lingo* pada RS. Aulia Hospital Pekanbaru. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil optimasi penjadwalan menggunakan *Integer Linear Programming* (ILP) dan mengetahui perbandingan hasil penjadwalan perawat menggunakan ILP dan penjadwalan perawat secara manual.

Bahan dan Metode

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer dan data sekunder yang diambil dari RS. Aulia Hospital Pekanbaru. Data primer berupa kuisioner yang diisi oleh perawat dan wawancara dengan kepala ruangan. Sedangkan data sekunder berupa data daftar perawat dan data jadwal perawat setiap hari.

Integer Linear Programming (ILP)

Integer linear programming merupakan suatu *linear programming* dengan variabel keputusannya berupa bilangan bulat (*integer*), sehingga pada bentuk umum *linear programming* terdapat tambahan syarat bahwa variabel keputusannya harus bilangan bulat [1]. Bentuk umum dari *Integer Linear Programming* [2] adalah

$$\text{Maks/Min } z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (1)$$

kendala

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j (\leq / = / \geq) b_i, \quad \text{untuk } i = 1, 2, 3, \dots, m$$

$$x_j \geq 0, \text{ untuk } j = 1, 2, 3, \dots, n$$

x_j bernilai *integer* untuk semua j .

Pengaplikasian Model dalam Penjadwalan Perawat

Penjadwalan perawat dilakukan pada salah satu Rumah Sakit yang ada di Pekanbaru yaitu RS. Aulia Hospital Pekanbaru. Pada penelitian ini terdiri dari tiga ruangan yaitu ruang perawatan, ruang IGD dan ruang ICU. Untuk menyederhanakan masalah dan mempermudah pemodelan digunakan asumsi-asumsi sebagai berikut;

1. Semua perawat yang bekerja dapat diidentifikasi berdasarkan *shift* kerja dan hari kerja perawat.
2. Perawat bekerja tidak lebih satu *shift* dalam satu hari.
3. Kemampuan dan keterampilan perawat adalah sama

Notasi yang digunakan pada model ini adalah:

i : Himpunan perawat RS. Aulia Hospital yang tersedia ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)

h : Hari ($h = 1, 2, 3, \dots, n$)

k : Shift (Pagi = 1, Siang = 2, Malam = 3, Libur = 4)

c : Preferensi waktu shift perawat

b : Himpunan jumlah perencanaan hari dalam jadwal

d : Banyaknya perawat yang bekerja pada periode k

Berikut model dari penjadwalan perawat sebagai berikut:

a. Variabel Keputusan

$$x_{ibk} = \begin{cases} 1, & \text{jika perawat bekerja di shift } k \text{ pada hari } h. \\ 0, & \text{jika perawat tidak bekerja di shift } k \text{ pada hari } h. \end{cases}$$

b. Fungsi Tujuan

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{b=1}^{31} \sum_{k=1}^3 CX_{ibk} \quad (2)$$

c. Kendala

1. Setiap perawat bekerja tidak lebih dari satu *shift* setiap hari dengan i adalah perawat dan b adalah himpunan jumlah perencanaan hari dalam jadwal, dengan rumus sebagai berikut:

$$\sum_{k=1}^3 X_{ibk} \leq 1; i: 1, 2, \dots, n; b: 1, 2, 3, 4, \dots, 31. \quad (3)$$

2. Setelah selesai shift malam, tidak boleh ada *shift* pagi atau *shift* siang dengan i adalah perawat, b adalah himpunan jumlah perencanaan hari dalam jadwal, m adalah malam, s adalah siang dan p adalah pagi, dengan rumus sebagai berikut:

$$X_{im}(b-1) + X_{ipb} \leq 1; i: 1, 2, \dots, n; b: 1, 2, 3, 4, \dots, 31.$$

$$X_{im}(b-1) + X_{isb} \leq 1; i: 1, 2, \dots, n; b: 1, 2, 3, 4, \dots, 31. \quad (4)$$

3. Selalu ada minimal 1 di setiap *shift* setiap harinya dengan i adalah perawat dan b adalah himpunan jumlah perencanaan hari dalam jadwal, dengan rumus sebagai berikut:

$$\sum_{i=1}^n X_{ibk} \geq 1; i: 1, 2, \dots, n; b: 1, 2, 3, 4, \dots, 31. \quad (5)$$

4. Perawat harus bekerja sebanyak 22 hari dalam 1 bulan dengan i adalah perawat dan k adalah *shift*, dengan rumus sebagai berikut:

$$\sum_{h=1}^{31} \sum_{k=1}^3 X_{ihk} = 22; i: 1, 2, \dots, n; k: 1, 2, 3. \quad (6)$$

5. Semua perawat harus memiliki *shift* pagi, siang, dan malam dengan i adalah perawat dan k adalah *shift*, dengan rumus sebagai berikut:

$$\sum_{h=1}^{31} X_{ihk} \geq 1 ; i : 1, 2, \dots, n ; k : 1, 2, 3. \quad (7)$$

6. Jumlah perawat di setiap *shift* tidak melebihi dari d orang dengan i adalah perawat dan k adalah *shift*, dengan rumus sebagai berikut :

$$\sum_{I=1}^n X_{ibk} \leq d ; i : 1, 2, \dots, n ; k : 1, 2, 3. \quad (8)$$

7. Batasan tak negatif dan *integer* dengan i adalah perawat, b adalah himpunan jumlah perencanaan hari dalam jadwal dan k adalah *shift*, dengan rumus sebagai berikut:

$$X_{ibk} \in \{0, 1\} ; i : 1, 2, \dots, n ; b : 1, 2, 3, \dots, 31 ; k : 1, 2, 3. \quad (9)$$

Hasil dan Pembahasan

Gambaran Data

Data yang digunakan adalah jadwal kerja dan hasil pengisian kuisioner pada perawat RS Aulia Hospital Pekanbaru, yang terdiri dari 36 perawat dengan tiga ruangan yaitu ruang perawatan, ruang IGD dan ruang ICU. Untuk ruang perawatan terdiri dari 8 orang perawat, ruang IGD terdiri dari 14 orang perawat dan ruang ICU terdiri dari 14 orang perawat. Data tersebut digunakan untuk menentukan penjadwalan perawat berdasarkan preferensi masing-masing perawat.

Analisis Data

Waktu kerja perawat di RS. Aulia Hospital terdiri dari tiga *shift* yaitu *shift* pagi mulai jam 07.00-14.00, *shift* siang mulai jam 14.00-21.00 dan *shift* malam mulai jam 21.00-07.00.

a. Penjadwalan Perawat Ruang Perawatan

Implementasi Pemodelan Implementasi Integer Linear Programming Ruang Perawatan

Berdasarkan pengolahan data menggunakan *Software Lingo*, maka diperoleh hasil implementasi ILP untuk ruang perawatan yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1 yang telah diimplementasikan menggunakan *Software Lingo* dengan melakukan iterasi sebanyak 55 kali iterasi, dengan 8 perawat dan 3 *shift* yaitu pagi, siang dan malam terlihat bahwa ketentuan yang telah diasumsikan sebanyak 6 kendala sudah terpenuhi, masing-masing *shift* dari tiap perawat menghasilkan nilai 0 dan 1; artinya nilai 0 perawat libur dan nilai 1 perawat bekerja.

Perbandingan Jadwal Manual dengan Software Lingo pada ruang perawatan

Perbandingan Jadwal Perawat dapat dilihat berdasarkan total jam kerja setiap perawat dengan menghitung perkalian *shift* pagi dan siang yaitu 7 jam serta *shift* malam 10 jam dengan interval jam kerja $175 \leq x \leq 185$, hari kerja perawat yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan hasil perbandingan antara penjadwalan manual dengan penjadwalan dengan menggunakan *Software Lingo* sehingga dapat dilihat dalam jumlah hari penjadwalan manual terdapat 15 sampai 20 hari dikarenakan adanya permintaan cuti masing-masing perawat. Sementara penjadwalan menggunakan *Integer Linear Programming* yang menggunakan *Software Lingo* menghasilkan jumlah hari yang sama sebanyak 22 sehingga tidak adanya perawat yang mengajukan cuti karena masing-masing perawat telah mengisi preferensi, sehingga terdapat perbedaan bahwa penjadwalan menggunakan aplikasi lebih efektif dibanding dengan penjadwalan manual dengan ketentuan total jam kerja yang sesuai standar minimum yang telah ditetapkan rumah sakit. Total Jam Kerja Minimum sebesar 175 jam kerja.

b. Penjadwalan Perawat Ruang IGD

Implementasi Pemodelan Implementasi Integer Linear Programming Ruang IGD

Berdasarkan pengolahan data menggunakan *Software Lingo*, maka diperoleh hasil implementasi ILP untuk ruang IGD yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3 yang telah diimplementasikan menggunakan *Software Lingo* dengan hasil iterasi sebanyak 17 iterasi dari 14 perawat dengan tiga *shift* yaitu pagi, siang dan malam terlihat bahwa ketentuan yang telah diasumsikan sebanyak 6 kendala sudah terpenuhi, masing-masing *shift* dari tiap perawat menghasilkan nilai 0 dan 1; artinya nilai 0 perawat libur dan nilai 1 perawat bekerja.

Perbandingan Jadwal Perawat Ruang Instalasi Gawat Darurat

Perbandingan Jadwal Perawat dapat dilihat berdasarkan total jam kerja setiap perawat dengan menghitung perkalian *shift* pagi dan siang yaitu 7 jam serta *shift* malam 10 jam dengan interval jam kerja $175 \leq x \leq 185$, hari kerja perawat yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan hasil perbandingan antara penjadwalan manual dengan penjadwalan menggunakan *Software Lingo* sehingga dapat dilihat dalam jumlah hari penjadwalan manual terdapat 15 sampai 24 hari dikarenakan adanya permintaan cuti masing-masing perawat. Sementara penjadwalan menggunakan *Integer Linear Programming* menggunakan *Software Lingo* menghasilkan jumlah hari yang sama sebanyak 22 sehingga tidak adanya perawat yang mengajukan cuti karena masing-masing perawat telah mengisi preferensi, sehingga terdapat perbedaan bahwa penjadwalan menggunakan aplikasi lebih efektif dibanding dengan penjadwalan manual dengan ketentuan total jam kerja yang sesuai standar minimum yang telah ditetapkan rumah sakit. Total Jam Kerja Minimum sebesar 175 jam kerja.

c. Penjadwalan Ruang ICU

Implementasi Pemodelan Implementasi Integer Linear Programming Ruang ICU

Berdasarkan pengolahan data menggunakan *Software Lingo*, maka diperoleh hasil implementasi ILP untuk ruang ICU yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Berdasarkan Tabel 5 yang telah diimplementasikan menggunakan *Software Lingo* dengan hasil iterasi sebanyak 15 iterasi dari 14 perawat dengan tiga *shift* yaitu pagi, siang dan malam terlihat bahwa ketentuan yang telah diasumsikan sebanyak 6 kendala sudah terpenuhi, masing-masing *shift* dari tiap perawat menghasilkan nilai 0 dan 1; artinya nilai 0 perawat libur dan nilai 1 perawat bekerja.

Perbandingan Jadwal Ruang Intensive Care Unit (ICU)

Perbandingan Jadwal Perawat dapat dilihat berdasarkan total jam kerja setiap perawat dengan menghitung perkalian *shift* pagi dan siang yaitu 7 jam serta *shift* malam 10 jam dengan interval jam kerja $175 \leq x \leq 185$, hari kerja perawat yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan hasil perbandingan antara penjadwalan manual dengan penjadwalan menggunakan *Software Lingo* dapat dilihat dalam jumlah hari penjadwalan manual terdapat 12 sampai 24 hari dikarenakan adanya permintaan cuti masing-masing perawat. Sementara penjadwalan menggunakan *Integer Linear Programming* menggunakan *Software Lingo* menghasilkan jumlah hari yang sama sebanyak 22 sehingga tidak adanya perawat yang mengajukan cuti karena masing-masing perawat telah mengisi preferensi. Oleh karena itu, terdapat perbedaan bahwa penjadwalan menggunakan aplikasi lebih efektif dibanding dengan penjadwalan manual dengan ketentuan total jam kerja yang sesuai standar minimum yang telah ditetapkan rumah sakit. Total Jam Kerja Minimum sebesar 175 jam kerja.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan model *Integer Linear Programming* pada penjadwalan perawat dapat disimpulkan bahwa penjadwalan menggunakan ILP lebih efektif karena telah sesuai dengan Standar Operasional Prosedur (SOP) yang ditentukan pihak rumah sakit dan sesuai dengan standar total jam kerja dengan interval $175 \leq \text{jam kerja} \leq 185$ dan Penjadwalan dengan menggunakan ILP lebih optimal dari pada penjadwalan manual, dikarenakan pada penjadwalan menggunakan ILP membutuhkan dan memberikan pilihan *shift* kerja pada masing-masing perawat tanpa mengurangi efektivitas kerja sehingga tidak ada permintaan cuti. Sementara pada penjadwalan manual perawat banyak yang mengajukan cuti sehingga terjadinya kekurangan anggota.

Referensi

- [1] **Basriati, S.** *Integer Linear Programming dengan Pendekatan Metode Cutting Plane dan Branch and Bound untuk Optimasi Produksi Tahu.* Jurnal Sains Matematika dan Statistika, Vol 4(2), 2018.
- [2] **Dimiyati T. T, Dimiyati A.** *Operation Research: Model-Model Pengambilan Keputusan*, CV. Sinar Baru Bandung, Bandung, 2009.
- [3] **Harlina. L, dkk.** *Nurse Scheduling Model with the Work Shift and Work Location.* Journal of physics: Conf. Series 1255 (2019) 012038, 2019.
- [4] **Hui Liew Su dan Sufahani, S.** *Healthy Menu Schedulling for High Blood Pressure Patient with Optimazation Method through Integer Programming*, Advances in Computing and lintelegent System, Vol.1 Hal 1-5, 2019.
- [5] **Madura, J.** *Introduction Bussines*, Salemba Empat, Jakarta, 2007.
- [6] **Muhammad, A. A.** *Optimasi penjadwalan perawat menggunakan gabungan integer linear programming dan variable neighboard serch (Studi Kasus: Instalasi Gawat darurat Rummah Sakit Ibnu Sina Makassar*, Thesis, Institut Sepuluh November, Surabaya, 2017

Tabel 1. Hasil Implementasi *Integer Linear Programming* Ruang Perawatan.

Hari		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
X1	P	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
	S	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
	M	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
X2	P	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	S	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1
	M	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
X3	P	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
	S	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	M	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
X4	P	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	M	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
X5	P	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	S	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	M	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1
X6	P	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
	S	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	M	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
X7	P	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
	S	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
	M	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
X8	P	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1
	M	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0

Keterangan: $X_1, \dots, X_8$ adalah perawat ruang perawatan dan P :Pagi ; S :Siang ; M :Malam

Tabel 2. Perbandingan Jadwal Manual dengan *Software Lingo* Ruang Perawatan.

Perawat	Manual			Total Hari	Total Jam	Menggunakan Aplikasi			Total Hari	Total Jam
	Pagi	Siang	Malam			Pagi	Siang	Malam		
1	7	6	7	20	161	9	5	8	22	178
2	5	6	8	19	171	6	8	8	22	178
3	3	5	7	15	168	9	6	7	22	175
4	7	6	7	20	161	4	8	10	22	184
5	3	6	11	20	173	7	9	6	22	175
6	6	5	8	19	157	6	8	8	22	178
7	4	10	6	20	168	7	6	9	22	181
8	10	6	0	16	119	7	6	9	22	181

Tabel 3. Hasil Penjadwalan Ruang IGD Menggunakan *Software Lingo*.

Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
X1	P	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	S	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	M	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
X2	P	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	S	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	M	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
X3	P	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
	M	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
X4	P	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	S	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	M	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
X5	P	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0

	S	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
	M	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	P	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
X6	S	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	M	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
	P	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
X7	S	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	M	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
	P	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
X8	S	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	M	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
	P	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
X9	S	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	M	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
	P	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
X10	S	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1
	M	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	P	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X11	S	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0
	M	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
	P	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1
X12	S	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	M	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
	P	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
X13	S	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
	P	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
X14	S	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	M	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0

Keterangan: $X_1, \dots, X_{14}$ adalah perawat ruang IGD dan P :Pagi ; S :Siang ; M :Malam

Tabel 4. Perbandingan Jadwal Manual dengan Aplikasi.

Perawat	Manual			Total Hari	Total Jam	Menggunakan Aplikasi			Total Hari	Total Jam
	Pagi	Siang	Malam			Pagi	Siang	Malam		
1	6	4	5	15	161	9	5	8	22	178
2	4	11	8	23	171	7	6	9	22	181
3	5	6	8	19	168	6	8	8	22	178
4	5	10	8	23	161	5	8	9	22	181
5	7	6	6	19	173	6	8	8	22	178
6	10	8	6	24	157	5	10	7	22	175
7	8	8	6	22	168	7	7	8	22	178
8	12	4	7	23	119	4	9	9	22	181
9	7	8	8	23	185	6	7	9	22	175
10	9	6	7	22	122	6	8	8	22	178
11	8	7	6	21	165	5	10	7	22	175
12	7	4	4	15	117	9	6	7	22	175
13	4	11	7	22	175	6	9	7	22	175
14	4	7	8	19	157	9	4	9	22	181

Tabel 5. Hasil Penjadwalan Ruang ICU menggunakan *Software Lingo*.

Hari		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
X1	P	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0
	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
X2	P	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1
	S	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	M	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
X3	P	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
	S	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

	M	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0		
X4	P	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		
	S	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	M	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	
	P	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	
X5	S	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
	M	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	
	P	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
X6	S	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	
	M	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	
	P	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
X7	S	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	M	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	
	p	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
X8	S	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
	M	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	
	p	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
X9	S	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	
	M	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
	p	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
X10	S	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	M	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
	p	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
X11	S	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
	M	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	
	p	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X12	S	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	M	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	
	P	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
X13	S	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

	M	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0
X14	P	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
	S	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	M	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0

Keterangan: $X_1, \dots, X_{14}$ adalah perawat ruang ICU dan *P*:Pagi ; *S*:Siang ; *M*:Malam

Tabel 6. Perbandingan Jadwal Manual dengan Aplikasi.

Perawat	Manual			Total Hari	Total Jam	Menggunakan Aplikasi			Total Hari	Total Jam
	Pagi	Siang	Malam			Pagi	Siang	Malam		
1	7	6	8	21	171	6	10	6	22	175
2	9	4	7	20	161	10	4	8	22	181
3	6	7	8	21	171	7	5	10	22	184
4	6	11	7	24	189	7	5	10	22	184
5	4	7	9	20	105	6	6	9	22	181
6	14	5	4	23	195	7	6	9	22	181
7	5	9	8	22	173	6	7	9	22	181
8	8	5	9	22	154	6	7	9	22	181
9	7	5	9	21	174	5	8	9	22	181
10	6	6	9	21	174	6	7	9	22	181
11	12	4	7	23	182	5	7	10	22	184
12	7	4	7	18	147	6	7	9	22	181
13	3	2	7	12	105	7	8	7	22	175
14	2	10	6	18	151	7	6	9	22	181