

PEMROGRAMAN LINIER BILANGAN BULAT DALAM MENENTUKAN BANYAKNYA PERAWAT YANG BEKERJA DI RUMAH SAKIT

Integer Linear Programming to Determine the Number of Nurses which Works in the Hospital

Maya Widyastiti¹⁾, Amar Sumarsa²⁾

^{1, 2)}Program Studi Matematika, Universitas Pakuan
Jalan Pakuan, Tegallega, Bogor, Jawa Barat 16143

¹⁾e-mail: maya.widyastiti@unpak.ac.id

ABSTRAK

Penjadwalan perawat merupakan salah satu masalah yang sering terjadi di rumah sakit. Penjadwalan perawat biasanya disusun secara manual oleh kepala perawat di rumah sakit. Penjadwalan perawat yang tepat dibutuhkan untuk menghindari kelelahan yang dapat menurunkan kinerja perawat. Pada penelitian ini, masalah penjadwalan perawat akan diformulasikan dalam bentuk pemrograman linier bilangan bulat. Ada tiga simulasi yang ditelaah. Pada simulasi pertama, banyak perawat minimum setiap shift di setiap harinya sebanyak 2 perawat. Pada simulasi kedua, banyaknya perawat yang dibutuhkan untuk setiap shift setidaknya 3 perawat, sedangkan pada simulasi ketiga, perawat yang dibutuhkan sebanyak 4 orang di setiap shiftnya. Tujuan penelitian ini adalah menentukan banyaknya perawat yang akan ditugaskan di rumah sakit selama satu periode penjadwalan (30 hari). Hasil penjadwalan yang diperoleh memenuhi semua aturan rumah sakit. Pada simulasi pertama, dibutuhkan perawat sebanyak 10 orang dalam satu periode penjadwalan, pada simulasi kedua dibutuhkan 14 orang dalam satu periode penjadwalan, sedangkan untuk simulasi ketiga dibutuhkan perawat sebanyak 18 orang dalam satu periode penjadwalan.

Kata Kunci: pemrograman linier bilangan bulat, penjadwalan, jumlah perawat.

ABSTRACT

Nurses scheduling is one of problems that frequently occurs in hospital management. Nurses scheduling is commonly designed by the head of nurse without the aid of an operation research model. A proper schedule is needed in order to avoid fatigue, which subsequently may deteriorate their performance. In this research, nurses scheduling problem is formulated in the form of integer linear programming. There are three problems of nurses scheduling that have been analyzed. In the first problem, the minimum number of nurses for each shift each day is 2 nurses. In the second problem, the number of nurses is required for each shift is at least 3 nurses. In the third problem, it takes 4 nurses each shift each day. The objective of the model is to determine the number of nurses which works for one scheduling period (30 days). All schedules fulfill all of the government and hospital's rules. In the first problem, the number of nurses which works for 30 days is 10 nurses. In second problem, 14 nurses are required for 30 days. In third problem, 18 nurses work for 30 days.

Keywords: *integer linear programming, scheduling, the number of nurses*

PENDAHULUAN

Masalah klasik yang umumnya terjadi di berbagai instansi adalah masalah penjadwalan. Penjadwalan merupakan suatu proses dalam pengalokasian tenaga kerja untuk melakukan aktivitas tertentu selama periode tertentu. Salah satu instansi yang umum menggunakan penjadwalan adalah rumah sakit. Masalah penjadwalan perawat merupakan permasalahan yang sering terjadi di rumah

SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

sakit. Pada umumnya, penjadwalan dilakukan secara manual oleh kepala perawat. Cara ini dianggap tidak tepat karena tidak semua aturan penjadwalan dapat terpenuhi. Pembuatan penjadwalan ini memiliki tujuan agar perawat tidak mengalami kelelahan secara fisik dan psikis sehingga pelayanan dapat diberikan secara optimal. Penjadwalan perawat telah dilakukan sebelumnya, antara lain Widyastiti (2016) mengembangkan penjadwalan perawat dengan mempertimbangkan keahlian menggunakan Integer Linear Programming, El Adoly *et al* (2018) mengembangkan penjadwalan perawat untuk meminimalkan biaya yang dikeluarkan oleh rumah sakit. Masalah penjadwalan di rumah sakit menggunakan simulated annealing yang dikombinasikan dengan metode Probabilistic Cooling Scheme telah dikembangkan oleh Chahyadi *et al* (2018). Selain itu, model 0-1 Goal Programming juga telah dikembangkan oleh Agyei (2015) dalam penjadwalan perawat rumah sakit di Ghana.

Di masa pandemi Coronavirus Disease (Covid-19) ini, penjadwalan sangat dibutuhkan. Berdasarkan data yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Kota Bogor per tanggal 10 Juni 2021, sebanyak 16.513 orang terkonfirmasi positif atau bertambah 53 kasus dari hari sebelumnya. Pada tanggal 11 Juni 2021, mengalami kenaikan sebanyak 97 kasus. Kasus positif di Bogor mengalami kenaikan pada bulan Juli 2021. Per tanggal 7 Juli 2021, perkembangan covid-19 di kota Bogor bertambah sebanyak 23.582 orang terkonfirmasi positif atau mengalami kenaikan sebanyak 497 kasus dari hari sebelumnya. Untuk hari berikutnya, penambahan kasus sebesar 524 kasus di Bogor. Hal ini menunjukkan bahwa penjadwalan tenaga kesehatan, dalam hal ini perawat, sangat dibutuhkan untuk tetap meminimalisir tingkat penyebaran virus akibat kelelahan dan penurunan sistem imunitas tubuh.

Penjadwalan perawat ini akan dibuat dengan pada bulan Oktober 2021 (30 hari dalam satu periode penjadwalan) menggunakan *Integer Linear Programming*. Dalam penentuan solusi optimalnya akan menggunakan perangkat lunak LINGO 11.0. Tujuannya adalah menentukan banyaknya perawat yang ditugaskan dalam satu periode penjadwalan. Penelitian ini penting untuk dilakukan karena masih banyak kasus Covid-19 yang terjadi di Kota Bogor sedangkan jumlah perawat yang menangani kasus ini terbatas dan kemungkinan resiko terpapar pun tinggi apabila perawat mengalami kelelahan. Oleh karena itu, dibutuhkan penjadwalan perawat dalam penanganan Covid-19 ini agar rumah sakit rujukan dapat memberikan pelayanan optimal kepada pasien Covid-19 yang dirawat rumah sakit.

METODOLOGI PENELITIAN

Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini, masalah penentuan banyaknya perawat dimodelkan dalam bentuk pemrograman linier bilangan bulat. Aturan yang digunakan merupakan aturan yang ditetapkan oleh

rumah sakit maupun pemerintah. Adapun aturan yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Setiap perawat yang ditugaskan hanya mendapatkan 1 shift setiap harinya
2. Kepala ruangan akan bertugas di shift pagi dan mendapat shift libur di hari minggu
3. Kebutuhan perawat terpenuhi setiap harinya
Kebutuhan perawat dalam setiap shift ditentukan berdasarkan banyaknya tempat tidur yang tersedia. Terdapat 2 ruangan yang ditelaah. Untuk ruangan pertama, rasio banyaknya perawat dan tempat tidur adalah 1:3, sedangkan untuk ruangan kedua rasionya adalah 1:4. Artinya untuk ruangan pertama, apabila terdapat maksimal 3 tempat tidur maka minimal perawat yang bertugas sebanyak 1 orang, sedangkan untuk ruangan kedua, 1 orang perawat maksimal bertugas untuk 4 tempat tidur. Dalam penentuan banyaknya perawat tiap shift diberlakukan sistem pembulatan. Misalnya, di ruangan pertama terdapat 5 tempat tidur, maka banyaknya perawat yang bertugas di setiap shiftnya sebanyak 2 orang. Contoh lain, di ruangan kedua terdapat 9 tempat tidur, maka banyaknya perawat yang bertugas di setiap shift sebanyak 3 orang.
4. Setiap perawat yang ditugaskan akan mendapatkan shift lepas setelah maksimal 3 hari mendapatkan shift malam, dan dilanjutkan dengan mendapatkan waktu libur
Waktu lepas merupakan hari dimana perawat dibebastugaskan dari shift kerja yang diberikan kepada perawat setelah mendapatkan shift malam pada hari sebelumnya. Waktu libur merupakan hari dimana perawat dibebastugaskan dari shift kerja selama 24 jam penuh.
5. Setiap perawat yang ditugaskan tidak akan mendapatkan shift pagi dan shift sore setelah bertugas di shift malam
6. Setiap perawat yang ditugaskan tidak akan mendapatkan shift pagi setelah bertugas shift sore
7. Setiap perawat yang ditugaskan tidak akan mendapatkan waktu lepas setelah bertugas di shift pagi, shift sore, ataupun waktu libur
8. Setiap perawat yang ditugaskan tidak mendapatkan waktu libur setelah bertugas di shift malam, tetapi akan mendapatkan waktu lepas
9. Setiap perawat yang ditugaskan setidaknya akan mendapatkan waktu libur sebanyak 1 hari setelah bertugas maksimal 6 hari
10. Setiap perawat yang ditugaskan tidak akan mendapatkan shift libur-masuk-libur
11. Setiap perawat yang ditugaskan akan mendapatkan waktu kerja sebesar 170-176 jam setiap bulannya
12. Setiap perawat yang ditugaskan akan mendapatkan shift pagi, shift sore, dan shift malam sebanyak 5-10 hari dalam satu bulan untuk setiap shiftnya

13. Setiap perawat yang ditugaskan akan mendapatkan shift yang sama maksimal 3 kali berturut-turut

Aturan tersebut diformulasikan ke dalam bentuk formulasi matematik, kemudian ditentukan solusi masalah penentuan banyaknya perawat menggunakan bantuan software LINGO 11.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Masalah penentuan banyaknya perawat yang ditugaskan dapat diformulasikan sebagai berikut.

Himpunan

$A = \{1, 2, \dots, a\}$ = himpunan perawat

$B = \{1, 2, \dots, b\}$ = himpunan hari dalam satu periode penjadwalan

Indeks

i = indeks perawat

j = indeks hari

Parameter

$butuhP_j$ = banyaknya perawat yang dibutuhkan pada shift pagi pada hari ke $- j$

$butuhS_j$ = banyaknya perawat yang dibutuhkan pada shift sore pada hari ke $- j$

$butuhM_j$ = banyaknya perawat yang dibutuhkan pada shift malam pada hari ke $- j$

$bigM$ = konstanta positif yang nilainya relatif besar

TT = banyaknya tempat tidur yang tersedia

$ratio$ = besarnya perbandingan antara banyaknya perawat dan tempat tidur

Variabel Keputusan

$P_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{jika perawat } i \text{ mendapat shift pagi pada hari } j \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$

$S_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{jika perawat } i \text{ mendapat shift sore pada hari } j \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$

$M_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{jika perawat } i \text{ mendapat shift malam pada hari } j \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$

$LE_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{jika perawat } i \text{ mendapat waktu lepas pada hari } j \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$

$$LI_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{jika perawat } i \text{ mendapat waktu libur pada hari } j \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$y_i = \begin{cases} 1, & \text{jika perawat } i \text{ ditugaskan} \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

Fungsi Objektif

Fungsi objektif dari masalah penentuan banyaknya perawat ini adalah meminimumkan banyaknya perawat yang bekerja selama satu periode penjadwalan. Formulasi dari fungsi objektif adalah sebagai berikut.

$$\min \sum_{i=1}^{20} y_i$$

Kendala

Kendala yang digunakan merupakan aturan yang berlaku yang telah ditetapkan oleh rumah sakit yang bersangkutan ataupun aturan pemerintah. Adapun kendala yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut.

1. Setiap perawat yang ditugaskan hanya mendapatkan 1 shift setiap harinya

$$\forall i, i = 2,3, \dots, 20$$

$$\forall j, j = 1,2, \dots, 30$$

$$(P_{i,j} + S_{i,j} + M_{i,j} + LE_{i,j} + LI_{i,j}) = 1 - bigM(1 - y_i)$$

2. Kepala ruangan akan bertugas di shift pagi dan mendapat shift libur di hari minggu

$$\forall j, j = 1,2, \dots, 30$$

$$\forall j \neq 5, j \neq 12, j \neq 19, j \neq 26$$

$$P_{1,j} = 1$$

$$\forall j = 5, j = 12, j = 19, j = 26$$

$$LI_{1,j} = 1$$

3. Kebutuhan perawat terpenuhi untuk setiap shift setiap harinya

$$\forall j, j = 1,2, \dots, 30$$

$$butuhP_j = \left\lceil \frac{TT_j}{ratio} \right\rceil$$

$$butuhS_j = \left\lceil \frac{TT_j}{ratio} \right\rceil$$

$$butuhM_j = \left\lceil \frac{TT_j}{ratio} \right\rceil$$

$$\sum_{i=1}^{20} P_{i,j} \geq butuhP_j - bigM(1 - y_i)$$

$$\sum_{i=1}^{20} S_{i,j} \geq \text{butuh}S_j - \text{big}M(1 - y_i)$$

$$\sum_{i=1}^{20} M_{i,j} \geq \text{butuh}M_j - \text{big}M(1 - y_i)$$

4. Setiap perawat yang ditugaskan akan mendapatkan shift lepas setelah maksimal 3 hari mendapatkan shift malam

$$\forall i, i = 2,3, \dots, 20$$

$$\forall j, j = 1,2, \dots, 27$$

$$M_{i,j} + M_{i,j+1} + M_{i,j+2} - LE_{i,j+1} - LE_{i,j+2} - LE_{i,j+3} \leq 2 + \text{big}M(1 - y_i)$$

5. Setiap perawat yang ditugaskan tidak akan mendapatkan shift pagi dan shift sore setelah bertugas di shift malam

$$\forall i, i = 2,3, \dots, 20$$

$$\forall j, j = 1,2, \dots, 29$$

$$M_{i,j} + P_{i,j+1} \leq 1 + \text{big}M(1 - y_i)$$

$$M_{i,j} + S_{i,j+1} \leq 1 + \text{big}M(1 - y_i)$$

6. Setiap perawat yang ditugaskan tidak akan mendapatkan shift pagi setelah bertugas shift sore

$$\forall i, i = 2,3, \dots, 20$$

$$\forall j, j = 1,2, \dots, 29$$

$$S_{i,j} + P_{i,j+1} \leq 1 + \text{big}M(1 - y_i)$$

7. Setiap perawat yang ditugaskan tidak akan mendapatkan waktu lepas setelah bertugas di shift pagi, shift sore, ataupun waktu libur

$$\forall i, i = 2,3, \dots, 20$$

$$\forall j, j = 1,2, \dots, 29$$

$$P_{i,j} + LE_{i,j+1} \leq 1 + \text{big}M(1 - y_i)$$

$$S_{i,j} + LE_{i,j+1} \leq 1 + \text{big}M(1 - y_i)$$

$$LI_{i,j} + LE_{i,j+1} \leq 1 + \text{big}M(1 - y_i)$$

8. Setiap perawat yang ditugaskan tidak mendapatkan waktu libur setelah bertugas di shift malam, tetapi akan mendapatkan waktu lepas

$$\forall i, i = 2, 3, \dots, 20$$

$$\forall j, j = 1, 2, \dots, 29$$

$$M_{i,j} + LI_{i,j+1} \leq 1 + bigM(1 - y_i)$$

$$LE_{i,j} - LI_{i,j+1} \leq 0 + bigM(1 - y_i)$$

9. Setiap perawat yang ditugaskan setidaknya akan mendapatkan waktu libur sebanyak 1 hari setelah bertugas maksimal 6 hari

$$\forall i, i = 2, 3, \dots, 20$$

$$\forall j, j = 1, 2, \dots, 24$$

$$LI_{i,j} + LI_{i,j+2} + LI_{i,j+3} + LI_{i,j+4} + LI_{i,j+5} + LI_{i,j+6} \geq 1 - bigM(1 - y_i)$$

10. Setiap perawat yang ditugaskan tidak akan mendapatkan shift libur-masuk-libur

$$\forall i, i = 2, 3, \dots, 20$$

$$\forall j, j = 1, 2, \dots, 28$$

$$LI_{i,j} + P_{i,j+1} + S_{i,j+1} + M_{i,j+1} + LI_{i,j+2} \leq 2 + bigM(1 - y_i)$$

11. Setiap perawat yang ditugaskan akan mendapatkan waktu kerja sebesar 170-176 jam setiap bulannya

$$\forall i, i = 2, 3, \dots, 20$$

$$170 - bigM(1 - y_i) \leq \sum_{j=1}^{30} 7P_{i,j} + 7S_{i,j} + 10M_{i,j} \leq 176 + bigM(1 - y_i)$$

12. Setiap perawat yang ditugaskan akan mendapatkan shift pagi, shift sore, dan shift malam sebanyak 5-10 hari dalam satu bulan untuk setiap shiftnya

$$\forall i, i = 2, 3, \dots, 20$$

$$5 - bigM(1 - y_i) \leq \sum_{j=1}^{30} P_{i,j} \leq 10 + bigM(1 - y_i)$$

$$5 - bigM(1 - y_i) \leq \sum_{j=1}^{30} S_{i,j} \leq 10 + bigM(1 - y_i)$$

$$5 - bigM(1 - y_i) \leq \sum_{j=1}^{30} M_{i,j} \leq 10 + bigM(1 - y_i)$$

13. Setiap perawat yang ditugaskan akan mendapatkan shift yang sama maksimal 3 kali beturut-turut

$$\forall i, i = 2, 3, \dots, 20$$

$$\forall j, j = 1, 2, \dots, 27$$

$$P_{i,j} + P_{i,j+1} + P_{i,j+2} + P_{i,j+3} \leq 3 + bigM(1 - y_i)$$

$$S_{i,j} + S_{i,j+1} + S_{i,j+2} + S_{i,j+3} \leq 3 + bigM(1 - y_i)$$

$$M_{i,j} + M_{i,j+1} + M_{i,j+2} + M_{i,j+3} \leq 3 + bigM(1 - y_i)$$

14. Variabel $P_{i,j}$, $S_{i,j}$, $M_{i,j}$, $LE_{i,j}$, $LI_{i,j}$, dan y_i merupakan variabel keputusan yang bernilai 0 atau 1

$$P_{i,j} \in \{0,1\}$$

$$S_{i,j} \in \{0,1\}$$

$$M_{i,j} \in \{0,1\}$$

$$LE_{i,j} \in \{0,1\}$$

$$LI_{i,j} \in \{0,1\}$$

$$y_i \in \{0,1\}$$

Setelah dilakukan proses pencarian solusi dengan menggunakan software LINGO 11.0, diperoleh banyaknya perawat yang bertugas di ruang pertama, dengan rasio perawat dan tempat tidur sebanyak 1:3 dibutuhkan perawat sebanyak 10 orang untuk tempat tidur sebanyak 4-6 tempat tidur, sebanyak 14 perawat dibutuhkan untuk 7-9 tempat tidur, dan untuk 10-12 tempat tidur dibutuhkan perawat sebanyak 18 orang. Di ruangan kedua, dengan perbandingan perawat dan tempat tidur sebesar 1:4, dibutuhkan perawat sebanyak 10 orang untuk tempat tidur sebanyak 6-8 tempat tidur, untuk 9-12 tempat tidur dibutuhkan 14 perawat, dan 18 perawat dibutuhkan untuk tempat tidur sebanyak 13-16 tempat tidur. Adapun hasil keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 1. Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa untuk rumah sakit akan mengalami kekurangan perawat apabila ketersediaan tempat tidur di ruang pertama melebihi 9 tempat tidur dan melebihi 12 tempat tidur untuk di ruang kedua. Oleh karena itu, dibutuhkan perawat tambahan yang bekerja di ruang tersebut sehingga perawat tidak mengalami kelelahan dan dapat melayani pasien yang terkonfirmasi positif dengan baik.

Tabel 1. Hasil banyaknya perawat yang dibutuhkan

Ruang	Tempat Tidur	Ratio Perawat : Tempat Tidur	Banyaknya Perawat Tiap Shift	Total Perawat	Perawat yang Tersedia	Keterangan
1	4	1:3	2	10	15	Mencukupi
	5	1:3	2	10	15	Mencukupi

SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

	6	1:3	2	10	15	Mencukupi
	7	1:3	3	14	15	Mencukupi
	8	1:3	3	14	15	Mencukupi
	9	1:3	3	14	15	Mencukupi
	10	1:3	4	18	15	Kekurangan 3 perawat
	11	1:3	4	18	15	Kekurangan 3 perawat
	12	1:3	4	18	15	Kekurangan 3 perawat
2	6	1:4	2	10	15	Mencukupi
	7	1:4	2	10	15	Mencukupi
	8	1:4	2	10	15	Mencukupi
	9	1:4	3	14	15	Mencukupi
	10	1:4	3	14	15	Mencukupi
	11	1:4	3	14	15	Mencukupi
	12	1:4	3	14	15	Mencukupi
	13	1:4	4	18	15	Kekurangan 3 perawat
	14	1:4	4	18	15	Kekurangan 3 perawat
	15	1:4	4	18	15	Kekurangan 3 perawat
	16	1:4	4	18	15	Kekurangan 3 perawat

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa untuk ruang pertama, dengan rasio perawat dan tempat tidur sebesar 1:3, dibutuhkan perawat sebanyak 10 perawat untuk tempat tidur sebanyak 4-6, 14 perawat untuk tempat tidur sebanyak 7-9, dan 18 perawat untuk tempat tidur sebanyak 10-12. Untuk ruang kedua, dengan rasio perawat sebesar 1:4, dibutuhkan 10 perawat untuk tempat tidur sebanyak 6-8, 14 perawat untuk 9-12 tempat tidur, dan 18 perawat untuk 13-16 tempat tidur. Untuk kebutuhan perawat sebanyak 18 orang selama satu periode penjadwalan, baik di ruang pertama maupun kedua, mengalami kekurangan sebesar 3 perawat. Oleh karena itu, apabila ketersediaan tempat tidur melebihi 9 tempat tidur untuk di ruang pertama dan 12 tempat tidur untuk di ruang kedua, dibutuhkan perawat tambahan yang bekerja di ruang tersebut sehingga perawat tidak mengalami kelelahan dan dapat melayani pasien dengan baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh dana Yayasan Pakuan Siliwangi dengan perjanjian/ Kontrak Nomor 89/LPPM-UP/VI/KPDP/2021. Ucapan terima kasih ini juga disampaikan kepada semua pihak terkait sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Agyei W, Denteh WO, Andaam EA. 2015. Modeling nurse scheduling problem using 0-1 goal programming: A case study of Tafo Government Hospital, Kumasi-Ghana. *International Journal*

SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

of Scientific & Technology Research. **4**: 5-10.

Chahyadi, F., Azhari, Kurniawan, H. 2018. Hospital Nurse Scheduling Optimization Using Simulated Annealing and Probabilistic Cooling Scheme. *Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems.* **12 (1)**: 21–32.

Dinas Kesehatan Kota Bogor. 2021. Data Rekap Kasus Covid-19 Di Kota Bogor Update Terakhir 7 Juli 2021. Bogor: Dinkes Kota Bogor.

Dinas Kesehatan Kota Bogor. 2021. Data Rekap Kasus Covid-19 Di Kota Bogor Update Terakhir 8 Juli 2021. Bogor: Dinkes Kota Bogor.

El Adoly, A. A., Gheith, M., Fors, M. N. 2018. A New Formulation and Solution for the Nurse Scheduling Problem: A Case Study in Egypt. *Alexandria Engineering Journal.* **57(4)**: 2289-2298.

Widyastiti, M., Aman, A., Bakhtiar, T. 2016. Nurses Scheduling by Considering the Qualification using Integer Linear Programming. *TELKOMNIKA.* **14 (3)**: 933-940.