

# Penjadwalan Perawat Berdasarkan Minimasi Pelanggaran Peraturan Dan Minimasi Biaya Lembur

Agustinus Silalahi\*, Antonia Lydia, Christine Natalia, Wibawa Prasetya

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya  
Jalan Raya Cisauk, Sampora, Cisauk, BSD City, Tangerang, Banten 15345

## Article Info

### Article history:

Received  
21 November 2022

Accepted  
23 Desember 2023

### Keywords:

Nurse Scheduling  
Problem, Minimizing  
Regulation violations,  
Minimizing Overtime  
Costs, Goal  
Programming,  
LINGO18.0

## Abstract

The high overtime cost for nurses from Manual Scheduling, in the inpatient unit at ABC Hospital, where the overtime cost was Rp.10,409,910,-, much the difference number working hours between each nurses and many violations of hard constraint. So, it is necessary to make improvements to the scheduling. This study developed the scheduling whose goal is to minimize violations of regulations and minimize overtime costs by Goal Programming (GP). Mathematical formulation for both objectives were solved by LINGO 18.0. The difference in the number of working hours between the highest working hours and the least working hours for nurses who are not on leave, on Manual Scheduling, The Minimizing Regulatory Violations Scheduling and The Minimizing Overtime Costs Scheduling were 53, 0 and 1 hour(s) respectively. The highest number of working hours was 221 hours in Manual Scheduling, while the least number working hours was 175 hours in Minimizing Overtime Scheduling. If the policy in scheduling wanted to minimize violations, using the result of Scheduling for Minimizing Violation of the regulations there were 177 violations and overtime costs was Rp. 3.652.600,- reduced by 64.91%. Meanwhile, if the Hospital wanted to minimize overtime costs, using the result of Scheduling Minimizing Overtime Costs, there were 246 violations and overtime costs was Rp.104,360,- reduced by 99.0%. In the future, the hospital must establish a policy in terms of scheduling, whether the aim is to minimize violations of regulations or minimize overtime costs, so that based on this policy, the mathematical formulation can be determined.

## 1. PENDAHULUAN

Setiap perusahaan menginginkan proses bisnisnya berjalan dengan efektif dan efisien, dimana jika proses bisnisnya berjalan dengan efektif dan efisien maka akan menghasilkan suatu hasil yang optimal. Proses dalam suatu perusahaan selalu melibatkan tenaga kerja. Tenaga kerja melakukan pekerjaan untuk mencapai tujuan perusahaan tersebut. Tenaga kerja memiliki keterbatasan dalam melakukan setiap pekerjaannya, sehingga dibutuhkan pembagian waktu kerja untuk setiap tenaga kerja yang dinamakan penjadwalan kerja (Henry *et al*, 2020). Tujuan dari penjadwalan kerja adalah mengoptimalkan tenaga kerja dalam hal mencapai tujuan yang diinginkan oleh perusahaan dengan mempertimbangkan keterbatasan tenaga yang dimiliki oleh tenaga kerja (Henry *et al.*, 2020).

Rumah sakit pada unit-unit tertentu membutuhkan tenaga kerja yang dapat melayani pasien selama 24 jam tanpa henti karena tidak diketahui waktu pasien membutuhkan pelayanan dari dokter atau perawat yang ada di rumah sakit.

Oleh sebab itu maka, tenaga kerja, khususnya perawat dibagi menjadi beberapa kelompok dengan jadwal kerja yang berbeda embagian waktu tenaga kerja. Penjadwalan waktu kerja perawat dibagi menjadi tiga shift yaitu pagi, sore, dan malam dengan masing – masing shift memiliki waktu kerja yang berbeda atau sama..

Penjadwalan perawat kebanyakan dilakukan secara manual oleh kepala perawat. Jadwal tersebut diharapkan dapat membuat pemerataan shift, pemerataan jam kerja dan waktu untuk libur dari semua perawat yang ada dengan adil, penekanaan biaya lembur. Pada penjadwalan manual, sering terjadi pelanggaran peraturan jam kerja, salah satunya adalah ketidak seimbangan jam kerja. Hal ini mengakibatkan ada beberapa perawat mengalami kelebihan jam kerja yang mengakibatkan kelelahan pada perawat tersebut baik fisik maupun mentalnya. Akibat kelelahan yang dialami oleh perawat tersebut dapat berdampak dari hasil kerja yang dihasilkan oleh perawat tersebut yang mengakibatkan penjadwalan

\*Corresponding author. Agustinus Silalahi  
Email address: [agustinus.silalahi@atmajaya.ac.id](mailto:agustinus.silalahi@atmajaya.ac.id)

perawat menjadi hal yang rumit pada organisasi rumah sakit (Bazazan *et al.*, 2019).

Rumah sakit terdiri dari beberapa unit, diantaranya adalah Unit Gawat Darurat (UGD), ruang bedah, poliklinik, *Intensive Care Unit* (ICU), ruang hemodialisis, ruang rawat inap, dan sebagainya. Hampir setiap unit melakukan pelayanan selama 24 jam.

Penempatan perawat atau dokter pada masing-masing unit harus mempertimbangkan kekhususan yang dimiliki oleh perawat yang akan melayani pada unit tersebut. Hal ini mengakibatkan perpindahan perawat lintas unit jarang terjadi, sehingga perawat yang dijadwalkan pada setiap unit pada umumnya selalu sama selama periode penjadwalan. Penjadwalan dilakukan dengan mengikuti aturan pemerintah, aturan pada Rumah sakit, aturan yang ada pada unit tersebut serta kebutuhan untuk setiap shift.

Banyak penelitian terdahulu yang membahas penjadwalan perawat. (Punnakitikashem *et al.*, 2013). melakukan penjadwalan untuk meminimalkan beban kerja yang berlebihan dan juga biaya operasional.

Penelitian untuk minimasi biaya lembur perawat juga dilakukan oleh (Adoly *et al.*, 2017) dengan menggunakan *multi-commodity network flow model*. (Azaiez *et al.*, 2005) menggunakan Goal Programming dan pembobotan (*weight*) berdasarkan Analytical Hierarchy Process (AHP) pada fungsi tujuannya.

Penelitian penjadwalan perawat yang menggunakan *Goal Programming* (GP) dilakukan oleh: (Legrain *et al.*, 2015) melakukan penjadwalan pada dua jenis tim perawat, tim reguler dari unit perawatan, dan *the float team (out sourcing)* yang meng-cover kekurangan perawat di rumah sakit. Metoda yang digunakan adalah Goal Programming dan heuristic (Jenal *et al.*, 2011) tujuannya adalah kepuasan dan keadilan dalam penjadwalan perawat. (Topaloglu *et al.*, 2006) yang tujuannya untuk mendapatkan penjadwalan yang optimal dengan memperhatikan kendala utama dan kendala tambahan sehingga terhindar dari dampak negatif fisiologis, psikologis, dan sosial bagi tenaga kerja. (Hakim *et al.*, 2017) tujuannya untuk memenuhi semua spesifikasi aturan yang ditetapkan oleh manajemen Rumah Sakit.

Penelitian terdahulu tentang penjadwalan perawat diluar metoda GP, (Oyeleye *et al.*, 2020) menggunakan *Modified Genetic Algorithm* (MGA) untuk menyelesaikan Penjadwalan Perawat. dengan menggunakan software MATLAB. (Jeumard *et al.*, 1998) menggunakan *integer programming*, penelitian yang dilakukan menggunakan kendala tambahan sehingga, jika batasan-batasan dilanggar masih dapat diberikan toleransi. (Bagheri *et al.*,

2016) menggunakan metode *stochastic* berupa *sample average approximation* (SAA) dengan memperhitungkan ketidakpastian dalam permintaan dan periode masa inap pasien dari waktu ke waktu. Tujuan penelitian adalah meminimalkan jadwal reguler dan biaya lembur. (Ferdinand *et al.*, 2018) menggunakan metode *Simulated Annealing* (SA) yang dikombinasikan dengan metode *Probabilistic Cooling Scheme* (PCS) berdasarkan aturan yang ada tujuannya untuk menunjukkan bahwa PCS yang dikombinasikan dengan aturan transisi terhadap *cost matrix* menghasilkan nilai fungsi objektif yang lebih baik dan waktu proses yang lebih cepat daripada metode *cooling method exponential* and *logarithmic*. (M'Hallah *et al.*, 2013) menggunakan *mixed integer programming* yang bertujuan untuk meningkatkan tingkat kepuasan perawat dan untuk meningkatkan kinerja pekerjaan perawat. (Schoenfelder *et al.*, 2019) yang mempertimbangkan fluktuasi pasien dalam penjadwalan perawatnya, meminimalkan dampak negatif terhadap kepuasan pasien dan kualitas perawatan serta mengurangi jumlah shift ditugaskan yang tidak diinginkan. (Younespour *et al.*, 2019). Melakukan penjadwalan ruang operasi berdasarkan strategi blok dari ketersediaan pasien harian yang efektif dengan Metoda *Mix Integer Programming* yang dikombinasikan dengan *Constraint Programming* (CP). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jadwal pasien yang optimal dengan meminimalkan biaya lembur, makespan, dan waktu penyelesaian operasi dengan mempertimbangkan kendala sumber daya. (Zanda *et al.*, 2018) menggunakan *Linier Integer Programming* untuk penjadwalan perawat jangka panjang. Tujuannya mengurangi kebutuhan perawat dari departemen lain, mempertahankan jumlah jam kerja setiap perawat sesuai dengan aturan dan menetapkan adanya *isolated days*. (Lin *et al.*, 2015, Lin *et al.*, 2014) membuat penjadwalan yang adil dan juga mengusulkan model penjadwalan berdasarkan *Linier Integer Programming* yang mempertimbangkan preferensi dari perawat.

Penelitian ini melakukan penjadwalan pada Rumah Sakit ABC yang terletak di Jakarta Utara pada unit rawat inap untuk periode Januari 2020. Unit ini memiliki 16 perawat termasuk kepala perawat. Shift kerja terbagi menjadi 3 *shift* yaitu: shift pagi : 07.00 - 14.00, shift siang: 14.00 - 21.00 dan shift malam: 21.00 - 07.00. Ada 2 tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini, yang pertama adalah meminimumkan pelanggaran peraturan dan yang kedua adalah meminimumkan biaya lembur untuk perawat dengan cara meminimumkan jumlah jam kerja, karena biaya lembur setiap perawat sama. Hasil dari kedua tujuan tersebut akan dibanding, hal ini yang membedakan dengan penelitian sebelumnya. Model pemrograman matematis yang digunakan untuk menyelesaikan masalah

penjadwalan perawat pada RS. ABC adalah *Goal Programming* dengan metode *branch and bound*, dimana penyelesaiannya menggunakan *software* LINGO 18.0.

## 2. METODE PENELITIAN

Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara langsung kepada kepala perawat yang sekaligus merupakan kepala HRD, data tentang aturan penjadwalan perawat, peraturan tentang tenaga kerja, (Kepmenakertrans RI, 2004), banyak kebutuhan perawat untuk setiap shift selama periode penjadwalan pada rumah sakit ABC. Serta jadwal pada bulan Januari 2020 untuk dibandingkan dengan hasil penelitian ini. Peraturan tentang penjadwalan serta kebutuhan perawat diformulasikan ke model matematis sebagai fungsi batasan. Fungsi batasan yang diperoleh terdiri dari Fungsi Batasan Utama (*hard constraint*) dan Fungsi Batasan tambahan (*soft constraint*). Fungsi Batasan utama adalah batasan yang tidak boleh dilanggar sementara Fungsi Batasan tambahan diharapkan untuk dipenuhi, (Kendall, 1975). Dari batasan tambahan dibentuk Fungsi Batasan Goal Programming untuk membentuk fungsi Tujuan. Ada 2 fungsi tujuan yang dikembangkan, yang pertama adalah meminimumkan simpangan pelanggaran aturan dan kedua adalah meminimum biaya lembur dengan cara meminimumkan jam lembur. Hal ini dapat dilakukan karena biaya lembur/jam untuk semua perawat sama Model matematis diselesaikan dengan *software* LINGO, (Admin, 2018).

## 3. FORMULASI MODEL MATEMATIK

### 3.1 Parameter Model

Notasi yang digunakan untuk membentuk formulasi matematik pada penjadwalan di Unit Rawat Inap pada RS ABC adalah:

$i$  : Indeks untuk Perawat yang aktif

$i = 1, \dots, 16$  (Indeks untuk perawat yang aktif)

$i_1 = 1, \dots, 10$ . (Indeks untuk perawat yang dapat ditugaskan selama masa penjadwalan)

$i_2 = 11, \dots, 15$ . (Indeks untuk perawat yang memperoleh cuti selama masa penjadwalan)

$i_3 = 1, \dots, 15$ . (Indeks untuk Perawat diluar kepala perawat)

$i_4 = 16$  (Perawat *shift* pagi atau kepala perawat)

$j$  : Indeks hari selama periode penjadwalan

$j = 1, \dots, 31$  (Indeks hari)

$j_1 = 1, 2, 3, 6, \dots, 10, 13, \dots, 17, 20, \dots, 24, 27, \dots, 31$ . (Indeks untuk hari Senin – Jumat untuk perawat ke – 16/ kepala perawat).

$j_2 = 4, 5, 11, 12, 18, 19, 25, 26$ . (Indeks untuk hari Sabtu dan Minggu untuk perawat ke – 16).

$j_3 = 1, 2, 5, \dots, 31$ . (Indeks untuk hari kerja aktif perawat ke – 11)

$j_4 = 3, 4$ . (Indeks untuk hari cuti perawat ke – 11)

$j_5 = 1, \dots, 16, 20, \dots, 31$ . (Indeks untuk hari kerja aktif perawat ke – 12)

$j_6 = 17, \dots, 19$ . (Indeks untuk hari cuti perawat ke – 12).

$j_7 = 1, 4, \dots, 31$ . (Indeks untuk hari kerja aktif perawat ke – 13).

$j_8 = 2, 3$ . (Indeks untuk hari cuti perawat ke – 13).

$j_9 = 1, \dots, 4, 7, \dots, 31$ . (Indeks hari kerja perawat ke – 14)

$j_{10} = 5, 6$ . (Indeks hari cuti perawat ke – 14).

$j_{11} = 6, \dots, 31$ . (Indeks hari kerja perawat ke – 15).

$j_{12} = 1, \dots, 5$ . (Indeks hari cuti perawat ke – 15).

Indeks untuk setiap shift

$k = 1, \dots, 6$

( $k = 1$  : *Shift* Pagi,  $k = 2$  : *Shift* Sore,  $k = 3$  : *Shift* Malam,  $k = 4$  : *Shift* Lepas Kerja,  $k = 5$  : *Shift* Libur,  $k = 6$  : *Cuti*).

### 3.2 Fungsi Kendala

Variabel Keputusan untuk formulasi matematik yang akan dibentuk adalah :

$$x_{ijk} = \begin{cases} 1, & \text{Jika perawat ke- } i \text{ bekerja pada} \\ & \text{hari ke- } j \text{ di } \textit{shift} \text{ ke- } k \\ 0, & \text{untuk yang lain} \end{cases}$$

Dari data yang diperoleh maka fungsi kendala utamanya adalah :

$$\sum_{k=1}^5 x_{i,j,k} = 1, \quad \forall i, \forall j \quad (1)$$

$$x_{11,j3,6} = 0, \quad \forall j_3 \quad (2)$$

$$x_{11,j4,6} = 1, \quad \forall j_4 \quad (3)$$

$$x_{12,j5,6} = 0, \quad \forall j_5 \quad (4)$$

$$x_{12,j6,6} = 1, \quad \forall j_6 \quad (5)$$

$$x_{13,j7,6} = 0, \quad \forall j_7 \quad (6)$$

$$x_{13,j8,6} = 1, \quad \forall j_8 \quad (7)$$

$$x_{14,j9,6} = 0, \quad \forall j_9 \quad (8)$$

$$x_{14,j10,6} = 1, \quad \forall j_{10} \quad (9)$$

$$x_{15,j11,6} = 0, \quad \forall j_{11} \quad (10)$$

$$x_{15,j12,6} = 1, \quad \forall j_{12} \quad (11)$$

$$\sum_{k=1}^3 x_{i1,j,k} + x_{i1,j+1,k} + x_{i1,j+2,k} + x_{i1,j+3,k} + x_{i1,j+4,k} + x_{i1,j+5,k} + x_{i1,j+6,k} \leq 6, \quad \forall i_1, \forall j \quad (12)$$

$$\sum_{k=1}^3 x_{i2,j,k} + x_{i2,j+1,k} + x_{i2,j+2,k} + x_{i2,j+3,k} + x_{i2,j+4,k} + x_{i2,j+5,k} + x_{i2,j+6,k} \leq 6, \quad \forall i_2, \forall j \quad (13)$$

$$\sum_{k=4}^5 x_{i1,j,k} + x_{i1,j+1,k} + x_{i1,j+2,k} + x_{i1,j+3,k} + x_{i1,j+4,k} + x_{i1,j+5,k} + x_{i1,j+6,k} \geq 1, \quad \forall i_1, \forall j \quad (14)$$

$$\sum_{k=4}^5 x_{i2,j,k} + x_{i2,j+1,k} + x_{i2,j+2,k} + x_{i2,j+3,k} + x_{i2,j+4,k} + x_{i2,j+5,k} + x_{i2,j+6,k} \geq 1, \quad \forall i_2, \forall j \quad (15)$$

$$\sum_{k=4}^5 x_{i1,j,k} + x_{i1,j+1,k} + x_{i1,j+2,k} + x_{i1,j+3,k} + x_{i1,j+4,k} + x_{i1,j+5,k} + x_{i1,j+6,k} \leq 2, \quad \forall i_1, \forall j \quad (16)$$

$$\sum_{k=4}^5 x_{i2,j,k} + x_{i2,j+1,k} + x_{i2,j+2,k} + x_{i2,j+3,k} + x_{i2,j+4,k} + x_{i2,j+5,k} + x_{i2,j+6,k} \leq 2, \quad \forall i_2, \forall j \quad (17)$$

$$\left. \begin{aligned} x_{i1,j,1} + x_{i1,j+1,4} &\leq 1, \quad \forall i_1, \forall j \\ x_{i1,j,2} + x_{i1,j+1,4} &\leq 1, \quad \forall i_1, \forall j \\ x_{i1,j,4} + x_{i1,j+1,4} &\leq 1, \quad \forall i_1, \forall j \\ x_{i1,j,5} + x_{i1,j+1,4} &\leq 1, \quad \forall i_1, \forall j \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

$$\left. \begin{aligned} x_{i2,j,1} + x_{i2,j+1,4} &\leq 1, \forall i_2, \forall j \\ x_{i2,j,2} + x_{i2,j+1,4} &\leq 1, \forall i_2, \forall j \\ x_{i2,j,4} + x_{i2,j+1,4} &\leq 1, \forall i_2, \forall j \\ x_{i2,j,5} + x_{i2,j+1,4} &\leq 1, \forall i_2, \forall j \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

$$x_{i1,j,3} + x_{i1,j+1,1} + x_{i1,j+1,2} + x_{i1,j+1,5} \leq 1, \forall i_1, \forall j \quad (20)$$

$$x_{i1,j,4} + x_{i1,j,5} + x_{i1,j+1,1} + x_{i1,j+1,2} \leq 2, \forall i_1, \forall j \quad (21)$$

$$x_{i2,j,4} + x_{i2,j,5} + x_{i2,j+1,1} + x_{i2,j+1,2} \leq 2, \forall i_2, \forall j \quad (22)$$

$$x_{i1,j,4} + x_{i1,j,5} + x_{i1,j+1,3} \leq 1, \forall i_1, \forall j \quad (23)$$

$$x_{i2,j,4} + x_{i2,j,5} + x_{i2,j+1,3} \leq 1, \forall i_2, \forall j \quad (24)$$

$$x_{i1,j,3} + x_{i1,j+1,3} - x_{i1,j+2,4} \leq 1, \forall i_1, \forall j \quad (25)$$

$$x_{i2,j,3} + x_{i2,j+1,3} - x_{i2,j+2,4} \leq 1, \forall i_2, \forall j \quad (26)$$

$$x_{i2,j,3} + x_{i2,j+1,1} + x_{i2,j+1,2} \leq 1, \forall i_2, \forall j \quad (27)$$

$$x_{i1,j,4} - x_{i1,j+1,5} = 0, \forall i_1, \forall j \quad (28)$$

$$x_{i2,j,4} - x_{i2,j+1,5} = 0, \forall i_2, \forall j \quad (29)$$

Penjelasan Model matematis di atas sebagai berikut, Perawat bekerja sebanyak 1 shift dalam 1 hari (1), Persamaan (2),(4),(6) (8) dan (10) berturut-turut menyatakan bahwa perawat ke- 11, 12, 13, 14, 15 tidak boleh mendapatkan *shift* ke- 6 atau tidak boleh libur. Persamaan (3), (5), (7), (9) dan (11) berturut-turut menyatakan waktu cuti untuk perawat ke- 11, 12, 13, 14 dan 15. Jumlah hari kerja dalam satu minggu maksimal 6 hari (12, 13). Setiap perawat tidak boleh bekerja lebih dari 6 hari dalam 1 minggu tanpa mendapatkan *shift* libur atau *shift* lepas kerja (14) (15). Setiap perawat paling banyak mendapatkan *shift* lepas kerja dan *shift* libur sebanyak 2 hari, dalam 7 hari kerja (16, 17). Keesokan harinya perawat akan mendapat *shift* lepas, jika hari sebelumnya perawat mengambil *shift* malam (bukan *shift* pagi, sore,lepas,dan libur) (18, 19). Setiap perawat tidak dapat mengambil *shift* pagi, sore, ataupun libur pada keesokan harinya apabila perawat tersebut mendapatkan *shift* malam di hari sebelumnya (20). Setiap perawat dapat mengambil *shift* pagi atau *shift* sore keesokan harinya, meskipun dihari sebelumnya mendapat *shift* libur atau lepas kerja (21, 22). Setiap perawat tidak dapat mengambil *shift* malam jika hari sebelumnya mendapatkan *shift* lepas atau *shift* libur (23, 24). Setiap perawat yang telah mendapatkan *shift* malam sebanyak 1 sampai 2 kali, berhak mendapatkan *shift* lepas (25, 26). Setiap Perawat khusus cuti yang mbil *shift* malam pada hari sebelumnya tidak boleh mengambil *shift* pagi, sore, libur dihari berikutnya (27). Setiap perawat mendapatkan *shift* libur setelah mendapatkan *shift* lepas kerja (28, 29).

Terdapat juga beberapa kendala khusus bagi perawat yang mengalami kondisi khusus pada saat penjadwalan perawat, diantaranya adalah sebagai berikut: kendala perawat khusus *shift* pagi artinya perawat tersebut selama periode penjadwalan perawat hanya bekerja pada *shift* pagi, dalam hal ini terjadi pada perawat ke – 16, dimana perawat tersebut adalah kepala perawat. Perawat tersebut bekerja pada hari senin sampai jumat dan hanya

bekerja pada *shift* pagi, model matematis untuk batasan tersebut adalah sebagai berikut:

$$x_{i16,j1,1} = 1, \forall j_1 \quad (30)$$

$$x_{i16,j2,5} = 1, \forall j_2 \quad (31)$$

Penjelasan keadaan di atas adalah Perawat ke 16 hanya bekerja pada *shift* pagi hari Senin – Jumat dalam setiap periodenya (30), Perawat ke-16 mendapatkan libur pada hari sabtu dan minggu dalam setiap periodenya (31).

(Harlina, 2018) kendala tambahan merupakan batasan-batasan yang merepresentasikan peraturan-peraturan kerja yang sewaktu-waktu dapat dilanggar, namun sebisa mungkin pelanggaran terhadap kendala tambahan tersebut diminimalkan. Berikut adalah model matematis dari kendala tambahan termasuk variabel deviasinya.

$$\sum_{j=1}^{31} (7 \times x_{i1,j1} + 7 \times x_{i1,j2} + 10 \times x_{i1,j3}) + d_{1i1}^- - d_{1i1}^+ = 175, \forall i_1 \quad (32)$$

$$\sum_{i=1}^{16} x_{i,j,1} + d_{2i1}^- - d_{2i1}^+ = 3, \forall j \quad (33)$$

$$\sum_{i=1}^{15} x_{i,j,2} + d_{3i2}^- - d_{3i2}^+ = 3, \forall j \quad (34)$$

$$\sum_{i=1}^{15} x_{i,j,3} + d_{4i3}^- - d_{4i3}^+ = 3, \forall j \quad (35)$$

$$\sum_{j=1}^j x_{i3,j,1} + x_{i3,j,2} + d_{5i1}^- - d_{5i1}^+ = 16, \forall i_3 \quad (36)$$

$$\sum_{j=1}^j x_{i3,j,3} + d_{6i1}^- - d_{6i1}^+ = 6, \forall i_3 \quad (37)$$

$$x_{i3,j,1} + x_{i3,j+1,1} + x_{i3,j+2,1} + d_{7i3,j}^- - d_{7i3,j}^+ = 2, \forall i_3, \forall j \quad (38)$$

$$x_{i3,j,2} + x_{i3,j+1,2} + x_{i3,j+2,2} + d_{8i3,j}^- - d_{8i3,j}^+ = 2, \forall i_3, \forall j \quad (39)$$

$$x_{i3,j,3} + x_{i3,j+1,3} + x_{i3,j+2,3} + d_{9i3,j}^- - d_{9i3,j}^+ = 2, \forall i_3, \forall j \quad (40)$$

$$(\sum_{k=1}^3 x_{i1,j,k}) + x_{i1,j+1,4} + x_{i1,j+1,5} + (\sum_{j=1}^3 x_{i1,j+2,k}) + d_{10i1,j}^- - d_{10i1,j}^+ = 2, \forall i_1, \forall j \quad (41)$$

$$(\sum_{k=1}^3 x_{i2,j,k}) + x_{i2,j+1,4} + x_{i2,j+1,5} + x_{i2,j+1,6} + (\sum_{j=1}^3 x_{i2,j+2,k}) + d_{10i2,j}^- - d_{10i2,j}^+ = 2, \forall i_2, \forall j \quad (42)$$

$$x_{i1,j,4} + x_{i1,j,5} + (\sum_{k=1}^3 x_{i1,j+1,k}) + x_{i1,j+2,4} + x_{i1,j+2,5} + d_{11i1,j}^- - d_{11i1,j}^+ = 2, \forall i_1, \forall j \quad (43)$$

$$x_{i2,j,4} + x_{i2,j,5} + x_{i2,j,6} + (\sum_{k=1}^3 x_{i2,j+1,k}) + x_{i2,j+2,4} + x_{i2,j+2,5} + x_{i2,j+2,6} + d_{11i2,j}^- - d_{11i2,j}^+ = 2, \forall i_2, \forall j \quad (44)$$

Penjelasan dari model matematis di atas sebagai berikut, Setiap perawat diharapkan mencapai minimum jam kerja pada setiap bulannya, dalam 1 bulan 175 jam (32), Jumlah minimal perawat yang bertugas pada *shift* pagi yaitu 3 orang perawat (33), Jumlah minimal perawat yang bertugas pada *shift* sore yaitu 3 orang perawat (34), Jumlah minimal perawat yang bertugas pada *shift* malam yaitu 3 orang perawat (35), Setiap perawat dalam satu periode penjadwalan mendapatkan 16 *shift* pagi dan sore (36), Setiap perawat dalam satu periode penjadwalan mendapatkan 6 *shift* malam (37), Setiap perawat diharapkan untuk mendapat *shift* pagi sebanyak 2 kali secara berturut- turut (38), Setiap perawat diharapkan untuk mendapat *shift* sore sebanyak 2 kali secara berturut- turut (39), Setiap perawat diharapkan untuk mendapat *shift* malam sebanyak 2 kali secara berturut- turut (40),

disarankan untuk menghindari pola masuk – libur – masuk (41, 42), Disarankan untuk menghindari pola libur – masuk – libur (43, 44).

Untuk tujuan pertama, meminimumkan pelanggaran aturan model matematis fungsi tujuan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{MIN } W = & \sum_{i=1}^{10} d_1^+ + \sum_{i=1}^{16} d_2^- + \sum_{i=1}^{15} d_3^- + \sum_{i=1}^{15} d_4^- + \sum_{i=1}^{15} \sum_{j=1}^{31} d_5^+ + \\ & \sum_{i=1}^{15} \sum_{j=1}^{31} d_6^+ + \sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^{31} d_7^+ + \sum_{i=1}^{15} \sum_{j=1}^{31} d_8^+ + \sum_{i=1}^{15} \sum_{j=1}^{31} d_9^+ + \\ & \sum_{i=1}^{15} \sum_{j=1}^{31} d_{10}^+ + \sum_{i=1}^{15} \sum_{j=1}^{31} d_{11}^+; \end{aligned} \tag{45}$$

Dengan fungsi batasan (1) sampai (44)

Tujuan kedua, meminimumkan biaya lembur, dengan cara meminimumkan jam lembur diluar kepala perawat, (karena biaya lembur kerja biaya lembur setiap perawat sama) model matematis fungsi tujuan adalah sebagai berikut:

$$U_i = \sum_{j=1}^{31} (7 \times x_{i1,j,1} + 7 \times x_{i1,j,2} + 10 \times x_{i1,j,3}) - 175, \quad \forall i_3 \tag{46}$$

$$Y_i = \begin{cases} U_i, & U_i > 0 \\ 0, & \text{others} \end{cases} \tag{47}$$

$$\text{Min } Z_i = \sum_{i=1}^{16} 52180 \times Y_i \tag{48}$$

Dengan fungsi batasan (1) sampai (44)

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengolahan formulasi matematika diperoleh hasil penjadwalan pada Tabel 1 dan Tabel 2 di bawah. Tabel 1 Penjadwalan untuk Minimasi Pelanggaran Aturan dan Tabel 2 Penjadwalan untuk Minimasi Biaya Lembur. Dari Tabel 1 dan Tabel 2 diperoleh banyaknya pelanggar aturan untuk kendala tambahan antara penjadwalan dengan tujuan Minimasi Pelanggaran Peraturan dan Penjadwalan Minimasi Biaya Lembur seperti tabel 3 berikut:

**Tabel 1.**  
Penjadwalan untuk Minimasi Pelanggaran Aturan

Pe- ra wat	HARI/TANGGAL																															TOTAL				
	RB	K	M	SN	SL	RB	K	M	SN	SL	RB	K	M	SN	SL	RB	K	M	SN	SL	RB	K	M	SN	SL	RB	K	M	SN	SL	RB	P	S	M		
1	M	LP	L	S	S	M	M	LP	L	P	M	M	S	S	P	P	LP	L	P	S	S	P	P	M	LP	L	S	S	P	P	M	8	8	7		
2	S	S	P	P	M	LP	L	P	P	M	M	LP	L	S	S	P	M	M	LP	L	S	S	P	P	M	M	LP	L	S	S	P	8	8	7		
3	M	P	P	S	S	LP	L	M	S	S	P	M	M	LP	L	S	S	P	P	S	M	LP	L	S	S	P	P	M	M	LP	L	7	9	7		
4	M	LP	L	P	P	M	M	LP	L	M	S	S	P	P	S	M	LP	L	P	P	S	S	M	M	LP	L	P	S	S	P	9	7	7			
5	S	S	M	LP	L	S	S	P	P	M	M	LP	L	S	S	P	P	M	M	LP	L	S	S	P	P	M	M	LP	L	S	S	6	10	7		
6	M	M	LP	L	P	P	S	S	M	LP	L	S	S	P	P	S	M	LP	L	S	S	P	S	M	M	LP	L	P	S	S	M	6	10	7		
7	S	S	P	P	M	LP	L	M	S	S	P	M	LP	L	S	S	P	P	M	M	LP	L	S	S	P	P	M	M	LP	L	S	7	9	7		
8	P	P	S	M	LP	L	M	S	S	P	P	M	LP	L	P	P	S	S	M	M	LP	L	P	P	S	S	M	M	LP	L	P	9	7	7		
9	S	M	LP	L	S	S	P	M	M	LP	L	S	S	P	M	M	LP	L	S	S	P	M	M	LP	L	P	P	S	S	P	7	9	7			
10	S	S	M	LP	L	P	S	S	M	M	LP	L	P	P	S	S	M	M	LP	L	P	P	S	S	M	M	LP	L	P	P	S	7	9	7		
11	P	P	C	C	M	LP	L	S	P	P	M	P	P	M	M	LP	L	P	P	S	S	M	LP	L	P	P	S	S	M	M	LP	10	5	7		
12	S	S	M	M	LP	L	P	P	S	S	P	P	M	M	LP	L	C	C	C	P	M	M	LP	L	S	S	P	P	M	M	LP	7	6	8		
13	L	C	C	P	P	S	M	LP	L	S	S	P	P	M	M	LP	L	S	S	P	P	M	M	LP	L	S	S	P	P	M	M	8	7	7		
14	P	P	S	M	C	C	LP	L	S	S	P	P	M	M	LP	L	S	S	P	P	M	M	LP	L	S	S	P	P	M	M	LP	8	7	7		
15	C	C	C	C	C	M	LP	L	P	P	S	S	M	M	LP	L	P	P	S	S	M	M	LP	L	P	P	S	S	M	M	LP	6	6	7		
16	P	P	P	L	L	P	P	P	P	L	L	P	P	P	P	P	L	L	P	P	P	P	P	L	L	P	P	P	P	P	23	0	0			
P	4	5	4	4	3	3	3	4	5	5	5	4	5	5	4	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	6	5	4	5	4	5	4
S	6	5	2	2	3	3	3	3	5	5	3	4	3	3	5	4	3	3	3	6	5	3	4	3	4	4	4	4	5	4	3	3	6	5	2	
M	4	2	3	3	3	3	4	3	3	4	4	4	4	5	3	2	3	3	3	2	4	6	3	3	3	3	3	3	5	5	3	4	2	3		

Cat: RB= Rabu, KM =Kamis , JM= Jumat, SB =Sabtu, MG =MIngggu, SN =Senin, SL = Selasa  
P=shift Pagi, S= shift Sore, M= Shift Malam, LP= Libur Lepas, L = Libur, C=Cuti

**Tabel 2.**  
Penjadwalan untuk Minimasi Biaya Lembur

Pe -ra wa t	HARI/TANGGAL																															TOTAL				
	R	K	JM	SB	M	SN	SL	R	K	JM	SB	M	SN	SL	R	K	JM	SB	M	SN	SL	R	K	JM	SB	M	SN	SL	R	K	JM					
	B	M			G			B	M			G			B	M			G			B	M			G			B	M						
1	L	S	S	P	P	P	M	LP	L	S	S	S	M	M	LP	L	S	S	S	M	M	LP	L	P	P	P	M	M	LP	L	S	6	9	7		
2	L	S	P	S	M	M	LP	L	S	S	S	P	M	LP	L	P	P	P	S	M	LP	L	P	S	S	M	M	LP	S	P	M	7	9	7		
3	L	L	S	P	M	M	LP	L	S	P	P	M	M	LP	L	S	S	S	M	M	LP	L	S	S	P	S	P	M	LP	L	P	6	8	7		
4	M	M	LP	L	P	S	P	M	M	LP	L	P	S	P	S	M	LP	L	P	S	S	S	M	LP	L	S	S	P	S	M	LP	6	9	7		
5	P	S	M	LP	L	S	S	S	S	M	LP	L	P	P	S	P	M	LP	L	S	S	P	S	M	M	LP	L	S	P	S	S	6	12	5		
6	LP	L	S	P	P	S	M	LP	L	P	S	P	P	M	M	LP	L	P	P	P	S	M	M	LP	L	P	S	P	M	M	LP	10	5	7		
7	M	LP	L	S	S	S	S	M	M	LP	L	P	P	S	M	M	LP	L	S	P	S	S	M	LP	L	P	S	P	P	M	LP	6	9	7		
8	S	S	M	LP	L	S	S	P	P	M	LP	L	P	S	S	S	M	LP	L	P	S	S	S	M	LP	L	P	S	S	S	M	5	13	5		
9	L	S	P	S	S	M	M	LP	L	P	P	S	S	S	M	LP	L	P	S	P	M	M	LP	L	S	S	S	M	M	LP	L	5	10	7		
10	M	M	LP	L	S	P	S	M	M	LP	L	P	P	S	P	M	LP	L	P	P	P	S	M	LP	L	S	P	S	S	M	LP	8	7	7		
11	P	M	C	C	M	LP	L	P	P	S	S	M	LP	L	P	P	S	M	M	LP	L	P	S	P	S	M	LP	L	S	P	S	8	7	6		
12	S	S	M	M	LP	L	P	S	S	M	M	LP	L	P	S	S	C	C	C	LP	L	P	S	S	P	S	M	LP	L	S	M	4	10	6		
13	S	C	C	M	LP	L	S	S	S	S	M	LP	L	P	S	P	M	M	LP	L	P	S	S	M	M	LP	L	S	S	P	P	5	10	6		
14	S	P	P	M	C	C	LP	L	S	P	P	S	S	M	LP	L	P	S	S	S	M	M	LP	L	S	S	S	S	M	M	LP	5	11	6		
15	C	C	C	C	C	LP	L	P	S	P	M	M	LP	L	P	P	P	M	M	LP	L	S	P	P	M	M	LP	L	P	S	S	8	4	6		
16	P	P	P	L	L	P	P	P	P	L	L	P	P	P	P	L	L	P	P	P	P	L	L	P	P	L	L	P	P	P	P	23	0	0		
P	3	3	4	3	3	3	3	4	3	6	3	5	6	5	4	6	4	3	3	6	3	5	3	4	3	3	4	4	4	4	3					
S	4	6	3	3	3	5	5	3	7	4	4	3	3	4	5	3	3	3	5	3	5	6	6	3	4	6	5	5	5	4	4					
M	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3			

Cat: RB= Rabu, KM =Kamis , JM= Jumat, SB =Sabtu, MG =MIngg, SN =Senin, SL = Selasa  
P=shift Pagi, S= shift Sore, M= Shift Malam, LP= Libur Lepas, L = Libur, C=Cuti

**Tabel 3.**  
Pelanggaran Kendala tambahan

Kendala Tambahan	Banyak perawat yang melanggar aturan	
	Penjadwalan Minimasi Pelanggaran Peraturan	Penjadwalan Minimasi Biaya Lembur
(32)	13	5
(33)	43	27
(34)	27	39
(35)	19	3
(36)	5	14
(37)	16	10
(38)	15	53
(39)	11	62
(40)	28	33
(41) & (42)	0	0
(43) & (44)	0	0
Total	177	246

Dari Tabel 3 di atas, pelanggaran aturan yang paling kecil terjadi pada fungsi tujuan untuk Minimasi Pelanggaran Peraturan.

Tabel 4 berikut merupakan jumlah jam kerja masing-masing perawat untuk semua perawat selama periode penjadwalan yang berasal dari pengolahan Tabel 1 dan Tabel 2.

**Tabel 4.**  
Jumlah Jam Kerja Perawat untuk semua jenis penjadwalan

Perawat	Jam Kerja		
	Manu al	Mini-masi Pelang-garan Peraturan	Mini-masi Biaya Lembur
1	194	182	175
2	220	182	175
3	194,5	182	175
4	180,5	182	175
5	181,5	182	176
6	162,5	182	175
7	213	182	175
8	221	182	176
9	176,5	182	175
10	168	182	175
11	154	175	165
12	136	171	158
13	152	175	165
14	154	175	172
15	139	154	151
16	161	161	161
Rata- rata	175	176,94	170,25
Standar Deviasi (SD)	27	8,50	7,79
Jam Kerja terkecil yang tidak cuti	168	182	175
Jam Kerja terbesar yang tidak cuti	221	182	176
Selisih jam kerja terkecil dan terbesar	53	0	1

Dari Tabel 4 di atas, Penjadwalan Minimasi Biaya Lembur, memiliki rata-rata dan standart

deviasi terkecil , sementara yang terbesar untuk kedua hal tersebut adalah penjadwalan Manual.

Untuk perbandingan biaya lembur antar 3 model penjadwalan , hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.**

Perbandingan biaya lembur untuk ketiga model penjadwalan

Pera-wat	Biaya Lembur		
	Penjadwalan manual	Penjadwalan Minimasi Pelanggaran Peraturan	Penjadwalan Minimasi Biaya Lembur
1	Rp. 782,688	Rp. 365260	-
2	Rp. 2.056,214	Rp. 365260	-
3	Rp. 1,233,728	Rp. 365260	-
4	Rp. 650,029	Rp. 365260	-
5	Rp. 862,283	Rp. 365260	Rp. 52180
6	Rp. 278,584	Rp. 365260	-
7	Rp. 1,684,769	Rp. 365260	-
8	Rp. 1,897,023	Rp. 365260	Rp. 52180
9	Rp. 650,029	Rp. 365260	-
10	Rp. 358,179	Rp. 365260	-
TOTAL	Rp.10.409.910	Rp. 3.652.600	Rp. 104.360

Dari Tabel 5 di atas, Penjadwalan Minimasi Biaya Lembur, memiliki rata-rata dan standart deviasi terkecil , sementara yang terbesar untuk kedua hal tersebut adalah penjadwalan Manual.

Untuk perbandingan biaya lembur antar 3 model penjadwalan, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 6

**Tabel 6.**

Perbandingan biaya lembur untuk ketiga model penjadwalan

Pera-wat	Biaya Lembur		
	Penjadwalan manual	Penjadwalan Minimasi Pelanggaran Peraturan	Penjadwalan Minimasi Biaya Lembur
1	Rp. 782,688	Rp. 365260	-
2	Rp. 2.056,214	Rp. 365260	-
3	Rp. 1,233,728	Rp. 365260	-
4	Rp. 650,029	Rp. 365260	-
5	Rp. 862,283	Rp. 365260	Rp. 52180
6	Rp. 278,584	Rp. 365260	-
7	Rp. 1,684,769	Rp. 365260	-
8	Rp. 1,897,023	Rp. 365260	Rp. 52180
9	Rp. 650,029	Rp. 365260	-
10	Rp. 358,179	Rp. 365260	-
TOTAL	Rp.10.409.910	Rp. 3.652.600	Rp. 104.360

Biaya lembur terbesar terjadi pada penjadwalan manual sebesar Rp.10.409.910 , untuk Penjadwalan Minimasi Pelanggaran Peraturan Rp. 3.652.600 dan 10 perawat yang mendapatkan lembur. Biaya lembur terkecil terjadi pada Penjadwalan Minimasi Biaya Lembur , dimana biaya lembur nya Rp.104.360 dan 2 perawat yang mendapatkan lembur.

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan data, pelanggaran yang paling sedikit diperoleh dari hasil Penjadwalan Minimasi Pelanggaran Peraturan. Biaya lembur paling kecil diperoleh dari hasil pengolahan

formulasi Penjadwalan Minimasi Biaya Lembur. Hal ini menunjukkan bahwa hasil yang diperoleh sesuai dengan tujuan. Banyak pelanggaran pada Penjadwalan Minimasi Pelanggaran Peraturan sebanyak 177 pelanggaran sementara untuk Penjadwalan Minimasi Biaya Lembur sebanyak 246 pelanggaran. Selisih jumlah Jam kerja antara jumlah jam kerja yang terbanyak dengan jumlah jam kerja yang paling sedikit untuk perawat yang tidak cuti pada Penjadwalan Manual , Penjadwalan Minimasi Pelanggaran Peraturan dan Penjadwalan Minimasi Biaya Lembur berturut-turut adalah 53 , 0 dan 1 jam. Untuk perawat yang tidak cuti, jumlah jam kerja terbanyak adalah 221 jam pada Penjadwalan Manual, sementara jumlah jam kerja yang paling sedikit adalah 175 jam pada Penjadwalan Minimasi Biaya Lembur. Biaya lembur terbesar Rp.10.409.910 pada Penjadwalan Manual, sementara terkecil Rp.104.360 pada Penjadwalan Minimasi Biaya Lembur. Dalam pengambilan kebijakan dalam penjadwalan perawat , jika ingin meminimalkan pelanggaran, maka jadwal yang digunakan adalah hasil dari Penjadwalan Minimasi Pelanggaran Peraturan dengan banyak pelanggaran 169 dan biaya lemburnya Rp.3.652.600., mengalami penurunan sekitar 64,91%. Jika kebijakan penjadwalan untuk meminimalkan biaya lembur maka jadwal yang digunakan adalah hasil dari Penjadwalan Minimasi Biaya Lembur dengan banyak pelanggaran 246 dan biaya lemburnya Rp.104.360,- mengalami penurunan sekitar 99,0%. Sehingga kedepannya pihak Rumah sakit harus menentukan kebijakan dalam hal penjadwalan apakah tujuannya meminimasi pelanggaran Peraturan atau meminimasi biaya lembur.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Henry, I., Emmanuel, I., Adeshola, P., & Lydia, H. (2020). Perception of workload balance and employee job satisfaction in work organisations, *Heliyon* 6 e03160, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03160>.
- Bazazan, A., Dianat, I., Bahrampour, S., Talebiahn, A., Zandi, H., Sharafkhaneh, A., & Ghahfarokhi, A. M. (2019). Association of Musculoskeletal Disorders and Workload with Work Schedule and Job Satisfaction Among Emergency Nurses. *International Emergency Nursing*, 44 : 8-13.
- P. Punnaikitikashem, J. M. Rosenberber, and D. F. Buckley-Behan. (2013). A Stochastic Programming Approach for Integrated Nurse Staffing and Assignment, 45 (10) : 1059- 1076.
- Adoly, A. A. E., Gheith, M., & Fors, N. (2017). A New Formulation and Solution for The Nurse Scheduling Problem: A Case Study in Egypt. *Alexandria Engineering Journal*, 57(4): 2289-2298.

5. Azaiez, M., & Al Sharif, S. (2005). A 0-1 goal programming model for nurse scheduling. *Computers & Operations Research*, 32(3): 491-507. doi:10.1016/s0305-0548(03)00249-1.
6. Legrain, A., Bouarab, H., & Nadia. (2015). The Nurse Scheduling Problem in Real-Life. *Journal of Medical System Manuscript*, 39(1): 1-16.
7. Jenal, R. (2011). A Cyclical Nurse Schedule Using Goal Programming. *ITB journal of Sciences*, 43(3): 151-164. doi:10.5614/itbj.sci.2011.43.3.1
8. Topaloglu, S. (2006). A Multi-Objective Programming Model for Scheduling Emergency Medicine Residents, *Computers & Industrial Engineering*, 51: 375-388.
9. Hakim, L., Bakhtiar, T., & Jaharuddin. (2017). The nurse scheduling problem: a goal programming and nonlinear optimization approaches. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 166, 012024. doi:10.1088/1757-899x/166/1/012024.
10. Oyeleye, C. A., Oladele, G. O., Alade, O. M., Bello, O. A., Adeyemo, A. I., Abidoun, E., & Adedeji, T. O. (2020). Modified Genetic Algorithm for Solving Nurse Scheduling Problem. *International Research Journal of Computer Science* 7(4): 33-41.
11. Jeumard et al. (1998). A Generalized Linear Programming Model For Nurse Scheduling. *European Journal of Operation Research* (107): 1-18.
12. Bagheri, M., Devin, A. G., & Izanloo, A. A. (2016). A Two-Stage Stochastic Programming for Nurse Scheduling Problem in a Real World Hospital. *Computers & Industrial Engineering*, 96: 192-200.
13. Ferdi, C., Azhari & Hendra, K. (2018). Hospital Nurse Scheduling Optimization Using Simulated Annealing and Probabilistic Cooling Scheme. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)* 12 (1): 21-32. doi:10.22146,ijccs.23056.
14. M'Hallah, R., & Alkhabbaz, A. (2013). Scheduling of nurses: A case study of a Kuwaiti health care unit. *Operations Research for Health Care*, 2(1-2): 1-19. doi:10.1016/j.orhc.2013.03.003z.
15. Schoenfelder, J., Bretthauer, K. M., Wright, P. D., & Coe, E. (2019). Nurse Scheduling with Quick Response Methods: Improving Hospital Performance, Nurse Workload, and Patient Experience. *European Journal of Operational Research*, 283(1): 390-403.
16. Younespour, M., Atighehchian, A., Kianfar, K., & Esfahani E. T. (2019). Using Mixed Integer Programming and Constraint Programming for Operating Room Scheduling with Modified Block Strategy. *Operation Research for Health Care*, 45(4): 425-432.
17. Zanda, S., Zuddas, P., & Seatzu, C. (2018). Long Term Nurse Scheduling Via A Decision Support System Based on Linear Integer Programming: A Case Study at the University Hospital in Cagliari. *Computer & Industrial Engineering*, 126: 337-347.
18. Lin, C., Kang, J., & Chiang, D. (2015). Nurse Scheduling with Joint Normalized Shift and Day – Off Preference Satisfaction Using a Genetic Algorithm with Immigrant Scheme. *Journal of Indexing and Metric*, 9:1-10, d <http://dx.doi.org/10.1155/2015/595419>.
19. Lin, C., Kang, J., & Liu, W. (2014). Modelling a Nurse Shift Schedule with Multiple Preference Ranks For Shifts and Days – Off. *Journal of Mathematical Problem in Engineering*, 3:1-10, doi: 10.1155/2014/937842.
20. Kepmenakertrans RI. (2004). Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor KEP.102/MEN/VI/2004 Tentang Waktu kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur.
21. Kendall, (1975), OMEGA , Hard and Soft Constraints in Linear Programming, *The International Journal of management Science*, 3(6): 709-715.
22. Admin. (2018). *LINGO The modeling Language and Optimizer*. Chicago: Lindo System INC. *Health*.
23. Harlina, L. (2018). Model Penjadwalan Perawat dengan Adanya Shift Kerja dan Lokasi Kerja. *Tesis*. Medan: Universitas Sumatera Utara.