

**TUGAS AKHIR - KS141501**

***OPTIMASI PENJADWALAN PERAWAT MENGGUNAKAN GABUNGAN INTEGER LINEAR PROGRAMMING DAN VARIABLE NEIGHBORHOOD SEARCH. STUDI KASUS INSTALASI GAWAT DARURAT RUMAH SAKIT IBNU SINA MAKASSAR.***

***OPTIMIZATION ON NURSE SCHEDULLING PROBLEM COMBINING INTEGER LINEAR PROGRAMMING AND VARIABLE NEIGHBORHOOD SEARCH. STUDY CASE IN MAKASSAR'S IBNU SINA HOSPITAL EMERGENCY DEPARTMENT***

**MUHAMMAD ASRAR AMIR  
NRP 5213 100 025**

**Dosen Pembimbing :  
Edwin Riksakomara S.Kom, M.T.**

**JURUSAN SISTEM INFORMASI  
Fakultas Teknologi Informasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017**



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**TUGAS AKHIR - KS141501**

**OPTIMASI PENJADWALAN PERAWAT  
MENGUNAKAN GABUNGAN INTEGER  
LINEAR PROGRAMMING DAN VARIABLE  
NEIGHBORHOOD SEARCH. STUDI KASUS  
INSTALASI GAWAT DARURAT RUMAH  
SAKIT IBNU SINA MAKASSAR**

**MUHAMMAD ASRAR AMIR  
NRP 5213 100 025**

**Dosen Pembimbing :  
Edwin Riksakomara S.Kom, M.T.**

**JURUSAN SISTEM INFORMASI  
Fakultas Teknologi Informasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017**



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**FINAL PROJECT - KS141501**

***OPTIMIZATION ON NURSE SCHEDULLING  
PROBLEM COMBINING INTEGER LINEAR  
PROGRAMMING AND VARIABLE  
NEIGHBORHOOD SEARCH. STUDY CASE IN  
MAKASSAR'S IBNU SINA HOSPITAL  
EMERGENCY DEPARTMENT***

**MUHAMMAD ASRAR AMIR  
NRP 5213 100 025**

**Supervisor:  
Edwin Riksakomara S/Kom, M.T.**

**INFORMATION SYSTEM DEPARTMENT  
Information Technology Faculty  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**OPTIMALISASI PENJADWALAN PERAWAT  
MENGUNAKAN GABUNGAN INTEGER  
LINEAR PROGRAMMING DAN VARIABLE  
NEIGHBORHOOD SEARCH. SRUDI KASUS  
INSTALASI GAWAT DARURAT RUMAH SAKIT  
IBNU SINA MAKASSAR**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer  
pada  
Departemen Sistem Informasi  
Fakultas Teknologi Informasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Oleh:**

**MUHAMMAD ASRAR AMIR**

**5213 100 025**

**Surabaya, Juli 2017**

**KETUA  
JURUSAN SISTEM INFORMASI**

**Dr. Ir. Aris Ujahyanto, M. Kom.**

**NIP 19650310199102001**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**OPTIMASI PENJADWALAN PERAWAT  
MENGUNAKAN GABUNGAN INTEGER  
LINEAR PROGRAMMING DAN VARIABLE  
NEIGHBORHOOD SEARCH. STUDI KASUS  
INSTALASI GAWAT DARURAT RUMAH SAKIT  
IBNU SINA MAKASSAR**

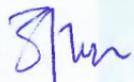
**TUGAS AKHIR**

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer  
pada  
Jurusan Sistem Informasi  
Fakultas Teknologi Informasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Oleh :

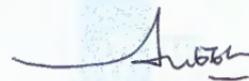
**Muhammad Asrar Amir**  
**NRP.5213 100 025**

Disetujui Tim Penguji : Tanggal Ujian : 14 Juni 2017  
Periode Wisuda : September 2017

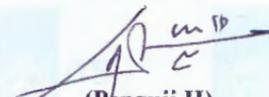
**Edwin Riksakomara, S.Kom., M.T.**

  
(Pembimbing I)

**Wirwik Anggraeni, S.Si., M.Kom.**

  
(Penguji I)

**Faisal Mahananto S.Kom, M.Eng., Ph.D.**

  
(Penguji II)

**OPTIMASI PENJADWALAN PERAWAT MENGGUNAKAN GABUNGAN  
INTEGER LINEAR PROGRAMMING DAN VARIABLE NEIGHBORHOOD  
SEARCH. STUDI KASUS INSTALASI GAWAT DARURAT RUMAH SAKIT  
IBNU SINA MAKASSAR**

**Nama Mahasiswa** : Muhammad Asrar Amir  
**NRP** : 5213 100 025  
**Jurusan** : Sistem Informasi FTIf-ITS  
**Pembimbing I** : Edwin Riksakomara, S.Kom., M.T.

**ABSTRAK**

*Rumah Sakit Ibnu Sina merupakan salah satu Rumah Sakit Swasta yang ada di Makassar. Salah satu bagian terpenting dalam Rumah sakit tersebut adalah Instalasi Gawat Darurat di mana bagian tersebut merupakan bagian tersibuk. Dikarenakan kesibukannya di mana semua pegawai terutama perawat harus siap 24 jam 7 hari untuk menangani pasien yang masuk. Agar Rumah Sakit dapat memenuhinya maka dibutuhkan sebuah jadwal perawat yang optimal sesuai dengan kebutuhan dan sumber daya manusia Rumah Sakit. Permasalahan ini disebut Nurse Scheduling Problem atau Permasalahan Penjadwalan Perawat. Dalam membuat sebuah jadwal, ada batasan-batasan yang harus dipertimbangkan seperti regulasi rumah sakit atau nurse preference dimana batasan tersebut dibagi menjadi dua yaitu hard constraint dan soft constraint. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, maka dilakukan dua kali proses pengerjaan yaitu pembuatan jadwal menggunakan metode Integer Linear Programming, dan membuat jadwal menggunakan kombinasi Integer Linear Programming dan Variable Neighborhood Search. Dari kedua metode tersebut, akan dicari manakah hasil yang optimal yang nantinya dapat membantu Rumah Sakit Ibnu Sina Makassar dalam membuat jadwal perawat.*

**Kata kunci** : **Pernjadwalan Perawat, Integer linear Programming, Variable Neighborhood Search**

**OPTIMIZATION ON NURSE SCHEDULLING PROBLEM COMBINING  
INTEGER LINEAR PROGRAMMING AND VARIABLE NEIGHBORHOOD  
SEARCH. STUDY CASE IN MAKASSAR'S IBNU SINA HOSPITAL  
EMERGENCY DEPARTMENT**

**Name** : Muhammad Asrar Amir  
**NRP** : 5213 100 025  
**Department** : Sistem Informasi FTIf-ITS  
**Supervisor** : Edwin Riksakomara, S.Kom., M.T.

**ABSTRACT**

*Ibnu Sina Hospital is one of the Private Hospital in Makassar. One of the most important parts of the hospital is the Emergency Department where it is the busiest part. Due to busyness where all employees, especially the nurses must be ready 24 hours 7 days to handle incoming patients. In order for hospitals to fulfill it, they required an optimal nurse schedule in accordance with the needs and human resources Hospital. This problem is called Nurse Scheduling Problem. In making a schedule, there are limitations to consider such as hospital regulation or nurse preference where the limits are divided into two, namely hard constraint and soft constraint. To solve the problem, it is done two times the process of making the schedule using integer programming method, and make schedule using combination of integer programming and neighborhood neighborhood search. Of the two methods, will be searched where the optimal results that will be able to help the Hospital Ibnu Sina Makassar in making nurses schedule.*

**Key Word** : *Nurse Schedulling, Integer linear Programming, Variable Neighborhood Search*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan buku tugas akhir dengan judul **”OPTIMALISASI PENJADWALAN PERAWAT MENGGUNAKAN GABUNGAN INTEGER LINEAR PROGRAMMING DAN VARIABLE NEIGHBORHOOD SEARCH. SRUDI KASUS INSTALASI GAWAT DARURAT RUMAH SAKIT IBNU SINA MAKASSAR”** Yang merupakan salah satu syarat kelulusan pada Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Secara khusus penulis ingin memberikan ucapan terima kasih sedalam-dalamnya kepada :

- Allah SWT, yang telah memberikan kesehatan, kemudahan, kelancaran, dan kesempatan untuk penulis hingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- Kedua orangtua, adik, kakak, dan seluruh keluarga yang selalu hadir dan senantiasa mendoakan dan memberikan kasih sayang serta semangat tiada henti untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini
- Bapak Dr. Ir. Aris Tjahyanto, M.Kom, selaku Ketua Jurusan Sistem Informasi ITS, yang telah menyediakan fasilitas terbaik untuk kebutuhan penelitian mahasiswa.
- Bapak Edwin Riksakomara, S.Kom., M.T. Selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu untuk membimbing mengarahkan dan mendukung dalam penyelesaian Tugas Akhir
- Bapak Arif Djunaidy, Ir., M.Sc., PhD., Prof. selaku dosen wali yang telah memberikan arahan terkait perkuliahan di Jurusan Sistem Informasi
- Seluruh dosen pengajar beserta staff dan karyawan di Jurusan Sistem Informasi, FTIf ITS Surabaya yang telah memberikan ilmu dan bantuan kepada penulis selama 8 semester ini

- Teman-teman seperjuangan laboratorium RDIB yang selalu memberikan dukungan positif hingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini
- Teman-teman VEKTOR, BELTRANIS, BEMFTIF yang selalu memberikan dukungan kepada penulis.
- Teman-teman Forum Komunikasi Dery, Achan, Atam, Aan, Dofran, Teguh, Otto, Togu yang selalu menemani penulis di saat sedih, senang, dan susah hingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini
- Teman-teman amandasmualabhazoining yang selalu mendukung dan memberikan semangat positif kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini
- Terima kasih untuk sahabat saya yang selalu mendukung, mendoakan dan membantu dalam proses pengerjaan tugas akhir ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih belum sempurna dan memiliki banyak kekurangan di dalamnya. Dan oleh karena itu, penulis meminta maaf atas segala kesalahan yang dibuat penulis dalam buku Tugas Akhir ini. Penulis membuka pintu selebar-lebarnya kepada pihak-pihak yang ingin memberikan kritik, saran, masukan, dan penelitian selanjutnya yang ingin menyempurnakan karya, dan Tugas Akhir ini. Semoga buku Tugas Akhir ini bermanfaat bagi seluruh pembaca

Surabaya, 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	4
1.3. Batasan Tugas Akhir .....	4
1.4. Tujuan Tugas Akhir .....	5
1.5. Manfaat Tugas Akhir .....	5
1.6. Relevansi.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Penelitian Terdahulu .....	7
2.2 Dasar Teori .....	10
2.2.1 Manajemen Sains .....	10
2.2.2 Integer Linear Programming .....	12
2.2.3 Variable Neighborhood Search .....	12
2.2.4 Nurse Scheduling Problem .....	14
2.2.5 Rumah Sakit .....	15
2.2.6 Instalasi Gawat Darurat .....	16
BAB III METODOLOGI .....	19
3.1 Tahapan Pelaksanaan Tugas Akhir.....	19

3.1.1 Identifikasi masalah dan pemahaman sistem igddi RS Ibnu Sina.....	20
3.1.2 Studi literatur.....	20
3.1.3 Pendefinisian masalah.....	20
3.1.4 Pengumpulan data-data yang dibutuhkan .....	20
3.1.5 Pembuatan model.....	21
3.1.6 Pembuatan solusi integer programming .....	22
3.1.7 Pembuatan solusi variable neighborhood search ..	23
3.1.8 Perbandingan hasil perhitungan Integer Programming dan gabungan Integer programming dann Variable Neighborhood Search.....	23
3.1.9 Analisa hasil dan penarikan kesimpulan .....	23
3.1.10 Penyusunan laporan tugas akhir .....	23
3.2 Jadwal Kegiatan .....	24
<b>BAB IV DATA MASUKAN DAN PEMODELAN .....</b>	<b>25</b>
4.1 Hasil Pengumpulan Data.....	25
4.1.1 Kebijakan keperawatan.....	27
4.1.2 Waktu jaga.....	27
4.2 Proses Pembuatan Model.....	27
4.2.1 Batasan .....	28
4.2.2 Fungsi tujuan.....	28
4.2.3 Asumsi dan notasi .....	28
4.2.3 Variabel keputusan.....	29
4.2.4 Perumusan Batasan .....	29
4.2.4 Perumusan Fungsi Tujuan .....	33

4.3	Pemodelan Variable Neighborhood Search .....	33
BAB V IMPLEMENTASI .....		39
5.1	Lingkungan Uji Coba .....	39
5.2	Pemodelan Integer Linear Programming dengan LINGO .....	40
5.2.1	Hard constraint .....	40
5.2.2	Soft constraint .....	42
5.2.3	Fungsi tujuan .....	43
5.2.4	Variabel tambahan .....	44
5.3	Pemodelan Variable Neighborhood Search dengan VBA Excel .....	45
5.3.1	Mendefinisikan neighborhood .....	45
5.3.2	Inisialisasi solusi .....	46
5.3.2	Pertukaran dalam 1 kolom .....	46
5.3.3	Pengecekan constraint .....	47
5.3.3	Pertukaran seluruh kolom .....	49
5.3.5	Berpindah neighborhood .....	49
5.3.5	Neighborhood = 1 .....	49
5.3.5	Solusi optimal .....	49
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN .....		51
6.1	Hasil implemementasi Integer Linear Programming .....	51
6.2	Hasil Implemementasi Gabungan Variable Neighborhood Search Dan Integer Linear Programming .....	52
6.3	Perbandingan Hasil Kedua Metode .....	52
6.3.1	Perbandingan constraint .....	52
6.3.1	Perbandingan nilai preferensi .....	55

6.4 Analisis kesesuaian jadwal dengan preferensi .....	55
BAB VII SARAN DAN KESIMPULAN .....	59
7.1 Kesimpulan .....	59
7.2 Saran .....	59
DAFTAR PUSTAKA .....	61
BIODATA PENULIS.....	63
LAMPIRAN A : SCRIPT VNS PADA VBA EXCEL .....	65
LAMPIRAN B : BENTUK KUISONER .....	81
LAMPIRAN C : HASIL KUISONER .....	83

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penjelasan Penelitian Terdahulu .....	7
Tabel 3. 1 Tahapan Pelaksanaan Tugas Akhir .....	24
Tabel 4. 1 Neighborhood Nk, k = 1 .....	35
Tabel 4. 2 Neighborhood Nk, k = 2 .....	35
Tabel 4. 3 Neighborhood Nk, k = 3 .....	35
Tabel 4. 4 Neighborhood Nk, k = 4 .....	35
Tabel 5. 1 Perangkat Keras dan Lunak yang digunakan.....	39
Tabel 5. 2 Hasil Jadwal Perawat ILP sebagai Solusi Awal ....	46
Tabel 6. 1 Jadwal Perawat Metode ILP .....	51
Tabel 6. 2 jadwal Perawat metode gabungan ILP dan VNS ...	52
Tabel 6. 3 Pemenuhan Hard Constraint .....	53
Tabel 6. 4 Pemenuhan Soft Constraint .....	54
Tabel 6. 5 Jumlah perawat yang berjaga pada setiap shift.....	54
Tabel 6. 6 Perbandingan Nilai Preferensi .....	55
Tabel 6. 7 Perbandingan nilai preferensi ideal dan ILP setiap perawat.....	56

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Rangkaian Proses Manajemen Sains .....	10
Gambar 2. 2 Langkah Variable Neighborhood Descent .....	14
Gambar 3. 1 Tahapan Pelaksanaan Tugas Akhir .....	19
Gambar 4. 1 Pseudocode Algoritma VNS.....	34
Gambar 4. 2 Flowchart VNS pada VBA Excel.....	37

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

Dalam bab ini akan dijelaskan gambaran umum mengenai tugas akhir yang diangkat. Hal tersebut meliputi latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan tugas akhir, tujuan tugas akhir, dan relevan atau manfaat kegiatan tugas akhir. Selain itu, akan dijelaskan pula sistematika penulisan tugas akhir untuk memudahkan pembaca pada saat membaca buku tugas akhir ini.

### **1.1. Latar Belakang Masalah**

Ibnu Sina merupakan salah satu Rumah Sakit yang telah memiliki IGD pada bagiannya. Ibnu Sina merupakan salah satu Rumah Sakit besar di Makassar yang telah menerima pasien yang sangat banyak. Ibnu Sina sendiri merupakan Rumah Sakit Swasta sehingga anggaran yang dimiliki tidak melalui pemerintah melainkan melalui yayasan Wakaf UMI (Universitas Muslim Indonesia) [1]. Agar penggunaan anggaran efektif, maka pihak manajemen Rumah Sakit harus bisa mengelola secara efektif dan efisien.

Penjadwalan pegawai dalam hal ini perawat merupakan salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam pengelolaan rumah sakit. Dalam memenuhi kebutuhan rumah sakit di mana pegawai harus selalu siap selama 24 jam seringkali penggunaan penjadwalan tidak dapat mencukupi hal tersebut. Rumah sakit harus mampu untuk menyesuaikan alokasi sumber daya yang dimiliki dengan kebutuhan yang harus dipenuhi. Tidak sesuainya pengalokasian dapat menyebabkan rumah sakit mengalami kerugian dimana akan ada perawat yang tidak bekerja secara maksimal dikarenakan jumlah perawat yang berlebihan dan perawat yang kelelahan karena jumlah pasien tidak sesuai dengan jumlah perawat [2]

Instalasi Gawat Darurat (IGD) merupakan salah satu bagian terpenting dalam rumah sakit. Berdasarkan Keputusan Menteri

Kesehatan Republik Indonesia Nomor 856 tahun 2009 terkait standar Instalasi Gawat Darurat bahwa setiap rumah sakit wajib memiliki pelayanan gawat darurat yang mampu memberikan pelayanan selama 24 jam dalam sehari dan tujuh hari dalam seminggu [3]. IGD yang merupakan bagian rumah sakit yang paling sibuk tentunya butuh penjadwalan yang lebih optimal agar performa orang-orang yang bekerja di dalamnya bisa maksimal. Agar performa yang dimiliki oleh perawat semakin meningkat, peninjauan pada keinginan dan kepuasan perawat juga perlu dilakukan. Menurut Marihot Tua Effendi Hariandja, Kepuasan kerja adalah merupakan salah satu elemen yang cukup penting dalam organisasi. Hal ini disebabkan kepuasan kerja dapat mempengaruhi perilaku kerja seperti malas, rajin, produktif, dan lain-lain, atau mempunyai hubungan beberapa jenis perilaku sangat penting dalam organisasi. [4]

*Nurse Scheduling Problem* (NSP) merupakan permasalahan umum yang sering dihadapi dalam menjadwalkan perawat. NSP berurusan dengan pekerjaan, waktu libur, dan pengaturan shift untuk perawat yang bekerja di Rumah Sakit [5]Penjadwalan yang baik dapat memaksimalkan pemenuhan dari batasan-batasan yang ada seperti regulasi pemerintah, praktek kerja, dan keinginan pribadi yang menjalankan jadwal tersebut. 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* perawat pada IGD. Constraint atau batasan yang digunakan dalam NSP biasanya terbagi dua yaitu *Hard Constraint*, batasan yang harus dipenuhi seperti regulasi Rumah Sakit, lalu *Soft Constraint* merupakan batasan yang tidak harus dipenuhi tapi diusahakan untuk dipenuhi seperti *Nurse Preference* [6]. Ada 4 teknik penjadwalan yang biasa digunakan untuk menyelesaikan NSP ini, yaitu *cyclical scheduling*, *mathematical programming*, penjadwalan heuristic, dan kecerdasan buatan [7].

Pendekatan *Mathematical programming* merupakan salah satu pendekatan yang sering digunakan dalam NSP. Pendekatan ini mencoba mencari di ruang lingkup solusi yang besar untuk mendapatkan solusi terbaik sehingga fungsi objektif dapat dioptimalkan [7]. Beberapa penelitian terdahulu yang pernah menggunakan *Mathematical programming* yaitu Integer Programming. John Thornton (1997) [8] menggunakan metode integer programming dalam menyelesaikan permasalahan penjadwalan perawat, di mana menurutnya yang membedakan antara integer programming dengan metode heuristic lainnya adalah dia bisa mendapatkan hasil yang optimal. Tetap terdapat permasalahan di mana saat mengeksekusi metode ini, yaitu waktu eksekusi yang lama [9]. Dan permasalahan ini sering terjadi pada berbagai pendekatan yang menggunakan *mathematical programming* biarpun hasil yang didapatkan merupakan hasil paling optimal dibandingkan pendekatan lainnya. Maka dari itu, metode ini biasanya diintegrasikan dengan metode lain seperti *Genetic Algorithm* untuk memperhalus solusi yang didapatkan dari *mathematical programming* [7] [10]

Tidak hanya menggabungkan dengan *Genetic Algorithm*, terdapat penelitian terdahulu yang menggabungkan *Integer Programming* (IP) dan *Variable Neighborhood Search* (VNS). *A Hybrid Integer Programming and Variable Neighborhood Search Algorithm to Solve Nurse Rostering Problems* [11], di mana solusi awal dibuat terlebih dahulu menggunakan *greedy heuristic search* yang nantinya solusi tersebut akan diperhalus menggunakan VNS. Apabila jumlah iterasi telah mencapai maksimal atau solusi yang lebih baik sudah tidak ditemukan melalui sejumlah iterasi, maka selanjutnya solusi tersebut akan diperbaiki lebih baik lagi menggunakan IP dimana IP akan memperbaiki solusi bagian bawah yang melanggar, dan mencari solusi yang lebih baik lagi. Hasil optimasi tersebut dibandingkan dengan hasil optimasi menggunakan algoritma *two-state-of-the-art* dan Standar Gurobi IP Solver dan hasilnya lebih baik dibandingkan dua algoritma tersebut.

Penelitian lain terkait NSP dan menggunakan algoritma gabungan adalah *A hybrid model of integer programming and variable neighborhood search for highly-constrained problems* [12]. Pada penelitian ini, peneliti menggabungkan IP dan VNS dimana IP digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang mudah diatasi dengan cara hanya memasukkan *constraint* yang dapat menyebabkan kompleksitas perhitungan berkurang atau yang dianggap lebih penting oleh user. Setelah itu VNS akan digunakan untuk meningkatkan kualitas dari solusi IP. Sebagian besar dari aspek untuk memenuhi *constraint* yang tidak dipertimbangkan dalam menyelesaikan model IP. Penelitian ini membandingkan hasil optimasi menggunakan metode yang sama dengan perbandingan yang ke dua menggunakan dekomposisi.

Dengan berbasis dua penelitian sebelumnya. Maka dalam tugas akhir ini, Penjadwalan perawat pada bagian IGD Rumah Sakit Ibnu Sina akan dioptimalkan menggunakan kombinasi metode *Integer Programming* dan *Variable Neighborhood Search*.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimana mengatur jadwal perawat di IGD Rumah Sakit Ibnu Sina menggunakan *Integer Programming* dan kombinasi *Integer Programming* dan *Variable Neighborhood Search* untuk menemukan dan membandingkan jadwal perawat yang lebih optimal?”.

## **1.3. Batasan Tugas Akhir**

Tugas Akhir ini memiliki batasan agar lebih fokus pada topik yang diteliti yaitu sebagai berikut :

- a. Tugas Akhir dilakukan di Rumah Sakit Ibnu Sina Makassar pada bagian IGD
- b. Data yang digunakan sebagai *hard constraint* adalah Regulasi perawat yang ada di IGD Ibnu Sina

- c. Data yang digunakan sebagai *soft constraint* adalah data keinginan perawat yang didapatkan melalui kuisioner
- d. Membandingkan dua metode yaitu *Variable Neighborhood Search* dan *Integer Programming* yang dikombinasikan dengan *Variable Neighborhood Search*
- e. Permasalahan yang dibandingkan adalah hasil optimasi.

#### **1.4. Tujuan Tugas Akhir**

Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk mendapatkan jadwal perawat yang optimal pada bagian IGD Rumah Sakit Ibnu Sina dengan menggunakan *Integer Programming* dan dengan menggunakan metode *Integer Programming* yang dikombinasikan dengan *Variable Neighborhood Search*, sehingga dapat membandingkan hasil yang lebih optimal dari kedua cara tersebut.

#### **1.5. Manfaat Tugas Akhir**

Tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat yaitu :

1. Bagi Rumah Sakit Ibnu Sina

Dapat membantu Rumah Sakit Ibnu Sina dalam menyusun penjadwalan perawat pada bagian IGD untuk meningkatkan performa perawat pada bagian tersebut

2. Bagi peneliti

Mampu memahami cara menerapkan metode *Integer Programming* yang dikombinasikan dengan *Variable Neighborhood Search*

#### **1.6. Relevansi**

Permasalahan penjadwalan merupakan hal yang umum dihadapi di berbagai bidang seperti 5ndustry, perusahaan, perbankan, penerbangan, dan Rumah Sakit. Banyak perusahaan atau 5ndustry mengalami permasalahan ini pada saat ingin menyusun jadwal produksi atau jadwal pekerjaan.

Permasalahan ini juga termasuk umum di Rumah Sakit yang biasa disebut *Nurse Scheduling Problem* di mana yang menjadi permasalahan adalah karena waktu aktif selama 24 jam dengan sumber daya yang terbatas. Permasalahan ini memberikan dampak pada performa perawat dalam memberikan layanan di mana jadwal yang kurang baik dapat menyebabkan perawat tidak berkerja secara maksimal atau kelelahan yang tentunya akan berdampak pada pelayanan yang diberikan kepada pasien. Agar penjadwalan perawat rumah sakit dapat diatur dengan baik, maka optimasi pembuatan jadwal perawat merupakan hal yang patut dipertimbangkan dalam manajemen rumah sakit yang bertugas untuk menentukan jadwal perawat. Dengan menerapkan metode *Integer Programming* yang dikombinasikan dengan *Variable Neighborhood Search* dapat membantu menemukan jadwal yang tepat dalam IGD.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam Bab ini, akan dijelaskan mengenai penelitian terdahulu dan landasan teori yang digunakan sebagai acuan dalam pengerjaan tugas akhir. Penelitian terdahulu merupakan suatu penelitian yang pernah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya yang digunakan sebagai acuan tugas akhir. Landasan teori merupakan teori-teori yang berhubungan dengan pengerjaan tugas akhir. Landasan teori yang dibahas meliputi Manajemen Sains, *Integer Programming*, *Variable Neighborhood Search*, *Nurse Scheduling Problem*, Rumah Sakit, dan Instalasi Gawat Darurat.

### 2.1. Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian mengenai optimalisasi penjadwalan perawat di rumah sakit telah dilakukan dengan berbagai macam metode.

Tabel 2. 1 Penjelasan Penelitian Terdahulu

No.	Tahun; Penulis	Pembahasan
1	<i>A two-stage heuristic approach for nurse scheduling problem: A case study in an emergency department</i> 2014; Wong T.C, Xu M., Chin K.S.	Penelitian ini membahas tentang penyelesaian permasalahan penjadwalan perawat di IGD pada rumah sakit yang berada di Hong Kong di mana saat itu sedang terjadi krisis pada jumlah perawat rumah sakit umum karena perawat yang dimilikinya banyak yang berpindah ke Rumah Sakit Swasta yang memiliki gaji yang lebih besar. Dibutuhkan sebuah jadwal yang efisien sesuai dengan kemampuan IGD Rumah sakit tersebut. Untuk menyelesaikan permasalahan ini, peneliti menggunakan pendekatan heuristic dua tahap dengan metode <i>shift</i>

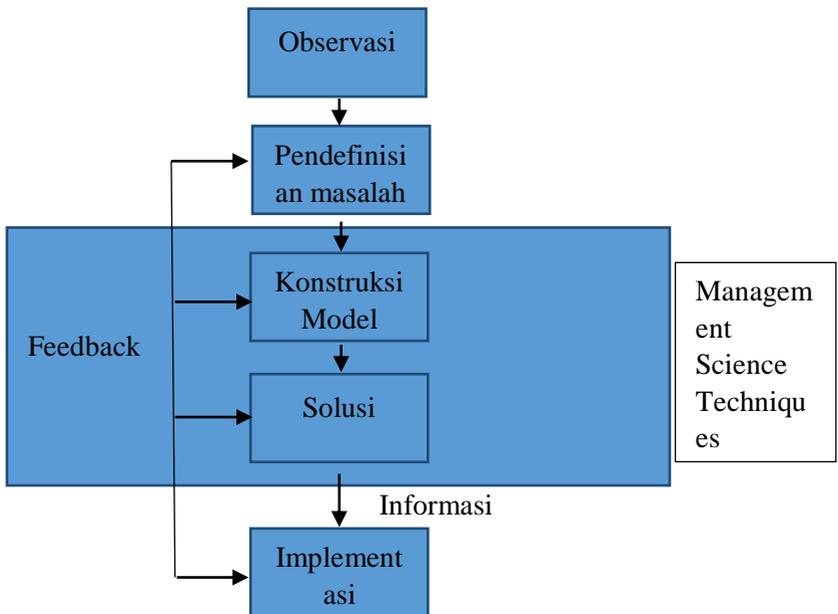
		<i>assignment heuristic</i> dan <i>sequential local search</i> . [7]
2	<i>A two-stage modeling with genetic algorithm for the nurse scheduling problem</i> 2009; Tsai Chang-Chun, H. A. Li Sherman	Penelitian ini membahas mengenai penyelesaian Permasalahan NSP menggunakan metode <i>Genetic Algorithm</i> dua tahap di mana pada tahap pertama, jadwal bekerja dan waktu libur perawat diatur berdasarkan jadwal liburan yang diatur oleh setiap staff rumah sakit. Dan pada tahap kedua, jadwal perawat diatur dan GA digunakan untuk melakukan optimalisasi lebih jauh lagi di mana output dari penelitian ini adalah jumlah perawat setiap shift setiap harinya dan perawat yang libur setiap harinya berapa. [5]
3	<i>A hybrid model of integer programming and variable neighborhood search for highly-constrained nurse rostering problem</i> 2010; Edmund K. Burke, Jingpeng Li, Rong Qu	Penelitian ini mengenai menyelesaikan NSP menggunakan gabungan <i>Integer Programming</i> dan algoritma <i>Variable Neighborhood Search</i> untuk mendapatkan <i>Global Optimization</i> . IP digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang mudah diatasi dengan memasukkan <i>constraint</i> yang membutuhkan sedikit kompleksitas atau yang penting untuk user. VNS yang digunakan adalah <i>swapping blocks of shift</i> digunakan untuk meningkatkan hasil dari solusi IP. <i>Constraint</i> dibagi menjadi dua bagian, <i>hard constraint</i> yang harus dipenuhi, <i>soft constraint</i> yang dipenuhi tapi tidak harus semua. Selain menggunakan gabungan metode tersebut, peneliti juga

		menganabungkan <i>Multi Objective heuristic</i> dan <i>Variable Neighborhood Search</i> sebagai perbandingan. [12]
4	<i>A hybrid Integer Programming and Variable Neighborhood Search Algorithm to solve Nurse Rostering Problems</i>	
	2016; Rahimian Erfan, Akartunah Karem, Levine John	Peneliti ini menyelesaikan NSP menggunakan gabungan <i>Integer Programming</i> dan <i>Variable Neighborhood Search</i> . Dalam penelitian ini terdapat 10 <i>Hard Constraint</i> dan 2 <i>Soft Constraint</i> . Pada tahap awal, solusi dibuat menggunakan <i>Greedy heuristic</i> lalu selanjutnya menggunakan solusi tersebut, solusi akan ditingkatkan lagi menggunakan VNS. Lalu solusi terbaik yang didapatkan pada VNS akan dimasukkan dalam IP solber untuk memperbaiki pelanggaran yang terjadi pada bagian bawah solusi. Dalam proses ini, ada kemungkinan sebagian struktur solusi akan dihancurkan dan diubah untuk mendapatkan solusi yang lebih baik. [11]
5	Optimasi <i>Nurse Scheduling Problem</i> (Study Kasus RSUD Dr. Soetomo Surabaya)	
	2014; Aditya Pratama Hidayatullan, Budi Santosa	Melakukan penelitian terkait optimasi perawat pada RSUD Dr. Soetomo Surabaya menggunakan algoritma metaheuristik <i>Simulated Annealing</i> dengan software LINGO. Hasil dari penelitian telah dapat memperbaiki jadwal yang saat ini sedang ada di RS Dr Soetomo. Hasil penelitian ini didapatkan jumlah deviasi pelanggaran sebesar 1140 dengan menggunakan metaheuristic dan sebesar 275 dengan menggunakan emtode eksak. [2]

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Manajemen Sains

Manajemen sains adalah pengaplikasian metode sains pada permasalahan yang melibatkan identifikasi, analisis, dan interpretasi, menggunakan model, yang berhubungan dengan operasi dan organisasi bisnis [5]. Pendekatan ini biasanya mengikuti rangkaian tahap yaitu: (1) observasi, (2) mendefinisikan masalah, (3) konstruksi model, (4) model solusi, (5) hasil implementasi solusi [16]. Figur 2.1 merupakan ilustrasi dari rangkaian proses yang ada pada manajemen sains.



Gambar 2. 1 Rangkaian Proses Manajemen Sains

### **2.2.1.1 Observation**

Tahap Observasi merupakan tahap pertama dalam proses ini. Tahap ini berisikan mengenai proses identifikasi masalah yang ada di dalam sistem. Sistem tersebut harus diamati dengan baik secara terus menerus sehingga permasalahan dapat diidentifikasi pada saat dia muncul atau diantisipasi.

### **2.2.1.2 Pendefinisian masalah**

Tahap Pendefinisian masalah adalah tahap setelah observasi. Pada tahap ini, kita akan menentukan masalah yang ada pada sistem. Masalah tersebut harus didefinisikan dengan jelas dan singkat.

### **2.2.1.3 Konstruksi model**

Tahap Konstruksi Model dilakukan setelah mendefinisikan masalah dengan baik. Model merupakan sebuah representasi abstrak dari situasi permasalahan yang ada. Dapat berupa grafik atau bagan., tetapi biasanya berbentuk model hubungan matematis. Hubungan matematis ini terbentuk dari angka dan simbol

### **2.2.1.4 Solusi**

Tahap Solusi dilakukan setelah membentuk model permasalahannya. Pada tahap ini model yang dibentuk diselesaikan menggunakan teknik manajemen sains yang ada seperti *Integer Programming* atau *Linear Programming*. Biasanya, teknik solusi yang digunakan diimplementasikan pada tipe model yang spesifik.

### **2.2.1.5 Implementasi**

Tahap implementasi adalah tahap terakhir dari proses ini. Pada tahap ini, kita menggunakan solusi yang telah kita temukan dalam dunia nyata untuk menyelesaikan permasalahan pada sistem. Tahap ini harus diperhatikan karena jika implementasi tidak benar-benar dilakukan maka solusi yang optimal yang kita buat, bisa menjadi sia-sia. [13]

### 2.2.2 Integer Linear Programming

Salah satu metode optimasi yang sering digunakan adalah *Integer Programming*. Metode ini merupakan metode formulasi matematika untuk menemukan hasil yang optimal. *Integer programming* adalah sebuah *Linear Programming* yang memiliki tambahan persyaratan yaitu semua atau beberapa variabel bernilai bulat dan tidak negative. Tetapi parameter model tersebut juga bernilai bulat [14].

Dalam model program integer, biasanya permasalahan muncul dari

- Solusi Logis, Seperti jika sebuah produk terbentuk, maka sebuah pabrik harus dibuat
- *non-linearities* seperti harga yang harus dikeluarkan untuk membuka sebuah Gudang

Terdapat 3 model dasar dalam *Integer Programming* yaitu Integer Total, dimana semua variable keputusan diharuskan untuk memiliki nilai solusi integer. Lalu yang ke dua adalah model integer 0-1, di mana semua variabel keputusan harus bernilai 0 atau 1. Lalu yang terakhir adalah model integer campuran, di mana beberapa dari variabel keputusan tapi tidak semua, membutuhkan solusi integer. [13]

### 2.2.3 Variable Neighborhood Search

Variable Neighborhood Search atau VNS diusulkan oleh P. Hansen dan N. Mladenovic. Konsep dasar dari VNS ini adalah memeriksa sekumpulan neighborhood yang telah ditetapkan untuk menyediakan solusi yang lebih baik. VNS akan memeriksa secara acak ataupun secara sistematis sekumpulan neighborhood untuk mendapatkan *local optima* yang berbeda dan untuk keluar dari *local optima* [15]. VNS secara sistematis akan memeriksa fakta-fakta berikut :

- Fakta 1, Sebuah *Local Minimum* berhubungan dengan satu struktur *neighborhood* belum tentu berhubungan dengan struktur lainnya

- Fakta 2, sebuah *Global minimum* merupakan sebuah *local minimum* yang berhubungan dengan semua kemungkinan struktur *neighborhood*
- Fakta 3, Untuk berbagai masalah *Local Minima* yang berhubungan dengan satu atau beberapa *neighborhoods* relative berdekatan satu sama lain. [16]

Fakta-fakta tersebut merupakan hal yang pasti yang ada pada VNS. Lalu, langkah-langkah dasar dalam melakukan Variable Neighborhood Search adalah sebagai berikut

- **Inisialisasi** Memilih himpunan dari struktur neighborhood  $N'_k, k = 1, \dots, k'_{max}$ , yang akan digunakan dalam pencarian. Cari solusi awal  $x$ , lalu pilih kondisi kapan pencarian akan berhenti
- Ulangi langkah-langkah di bawah hingga kondisi berhenti terpenuhi

(1) set  $k \leftarrow 1$ ;

(2) hingga  $k = k_{max}$ , ulangi langkah dibawah

- a) *Shaking*. Membuat sebuah point  $x'$  secara acak dari  $k^{th}$  neighborhood dari  $x$  ( $x' \in N_k(x)$ );
- b) *Local Search*. Masukkan beberapa metode pencarian lokal dengan  $x'$  sebagai solusi awalnya. Menandakan dengan  $x''$  optimal lokal yang didapatkan
- c) *Move or Not*, Jika optimal lokal ini lebih baik dari solusi yang diharuskan, pindahkan ke sana ( $x \leftarrow x''$ ), dan lanjut mencari dengan  $N_i$  ( $k \leftarrow 1$ ); Jika tidak, himpunan  $k \leftarrow k + 1$  [16]

Selain itu pada beberapa kasus, perubahan *neighborhood* juga dapat dilakukan pada tahap *local search*. Di beberapa kasus, pada saat mengaplikasikan VNS pada *graph theory*, penggunaan berbagai *neighborhoods* pada local search juga krusial. *Local Search* ini akhirnya disebut sebagai *Variable*

*Neighborhood Descent* (VND) dan tahapannya dapat dilihat pada gambar 2.2

*Initialization.* Select the set of neighborhood structures  $N'_k$ ,  $k = 1, \dots, k'_{max}$ , that will be used in the descent; find an initial solution  $x$ ;

*Repeat* the following until no improvement is obtained:

- (1) Set  $k \leftarrow 1$ ; (2) Until  $k = k'_{max}$ , repeat the following steps:
  - (a) *Exploration of neighborhood.* Find the best neighbor  $x'$  of  $x$  ( $x' \in N'_k(x)$ );
  - (b) *Move or not.* If the solution thus obtained  $x'$  is better than  $x$ , set  $x \leftarrow x'$ ; otherwise, set  $k \leftarrow k + 1$ .

Gambar 2. 2 Langkah Variable Neighborhood Descent

## 2.2.4 Nurse Scheduling Problem

Perawat berdasarkan KBBI adalah orang yang mendapatkan pendidikan khusus untuk merawat , terutama merawat orang sakit. Sudah merupakan tugas seorang perawat untuk merawat pasien-pasien yang berada di Rumah Sakit dan perawat juga harus selalu tersedia selama 24 jam. Untuk melakukan tersebut maka dibutuhkan lah jadwal untu mengatur jam kerja perawat. Permasalahan terkait penjadwalan perawat ini disebut dengan *Nurse Scheduling Problem* atau NSP.

Jadwal perawat ini terdiri dari sejumlah shift “s” per harinya, yang dimana setiap shift tersebut harus diisi dengan tidak kurang dari sejumlah “n” perawat. Permasalahan yang dihadapi adalah untuk mendesain sebuah jadwal yang dapat mengisi semua shift dengan sejumlah perawat seefisien mungkin untuk memenuhi setiap batasan yang ada. Dimana batasan tersebut merupakan satu-satunya batasan yang dibutuhkan untuk solusi yang valif. Tidak melihat dari kualitas solusi tersebut [6]

Batasan-batasan yang dipertimbangkan dalam pembuatan jadwal terbagi menjadi dua *constraint* yaitu *hard constraint* dan *soft constraint*. Tujuan dari penyelesaian permasalahan ini adalah untuk memaksimalkan keadaan yang menguntungkan perawat dan meminimalisis pengeluaran yang disebabkan Karena melanggar *soft constraint* [9] . Contoh *Constraint* yang biasanya ditemukan pada NSP adalah sebagai berikut:

- Kebutuhan perawat setiap shiftnya
- Setiap hari perawat hanya boleh mengisi 1 shift
- Setelah shift malam perawat harus mendapatkan libur
- Jumlah maksimal hari libur setelah shift malam
- Jumlah maksimal waktu kerja pada periode penjadwalan
- Jumlah maksimal waktu libur pada periode penjadwalan
- Jumlah maksimal bekerja setiap hari berturut-turut
- Jumlah maksimal hari shift malam berturut-turut
- Jumlah maksimal hari shift pagi berturut-turut
- Jumlah maksimal shift siang berturut-turut

Contoh Permasalahan yang terjadi pada perawat adalah semisal pada pagi hari sebenarnya hanya butuh 5 perawat untuk merawat pasien-pasien yang ada, tetapi saat itu malah ada 10 perawat. Dan pada malam hari yang seharusnya butuh 10 perawat ternyata hanya ada 5 perawat Karena sebagian perawat sudah bekerja pada pagi hari. Hal-hal tersebut harus dihindari untuk memaksimalkan sumber daya dan meminimalkan biaya yang dikeluarkan. Selain permasalahan performa, NSP bisa saja terjadi untuk memanfaatkan tenaga kerja sebaik mungkin disaat tenaga kerja rumah sakit sedang kekurangan di mana pada suatu kasus perawat-perawat yang bekerja pada rumah sakit tersebut berpindah ke rumah sakit dengan gaji yang lebih tinggi [7]

### **2.2.5 Rumah Sakit**

Rumah sakit berdasarkan KBBI adalah gedung tempat merawat orang sakit; gedung tempat menyediakan dan memberikan pelayanan kesehatan yang meliputi berbagai masalah kesehatan. Berdasarkan UU No.4 Tahun 2009 [17],

Rumah Sakit adalah Institusi pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna yang menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan, dan gawat darurat. Rumah sakit sendiri dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu Rumah sakit umum yang dimiliki oleh pemerintah dan Rumah Sakit swasta yang dimiliki oleh sebuah badan, yayasan, atau institusi di luar pemerintah.

Berdasarkan UU No. 4 Tahun 2009 tentang Rumah sakit, Rumah sakit mempunyai tugas memberikan pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna. Untuk menjalankan tugasnya tersebut, Rumah Sakit mempunyai fungsi :

- Penyelenggaraan pelayanan pengobatan dan pemulihan kesehatan sesuai dengan standar pelayanan rumah sakit
- Pemeliharaan dan peningkatan kesehatan perorangan melalui pelayanan kesehatan yang paripurna tingkat kedua dan ketiga sesuai kebutuhan medis
- Penyelenggaraan pendidikan dan pelatihan sumber daya manusia dalam rangka peningkatan kemampuan dalam pemberian pelayanan kesehatan
- Penyelenggaraan penelitian dan pengembangan serta penapisan teknologi bidang kesehatan dalam rangka peningkatan pelayanan kesehatan dengan memperhatikan etika ilmu pengetahuan bidang kesehatan [17]

### **2.2.6 Instalasi Gawat Darurat**

Sesuai dengan UU No. 44 Tahun 2009, dimana definisi Rumah sakit adalah institusi pelayanan kesehatan yang memiliki pelayanan gawat darurat maka dari itu terbentuklah Instalasi Gawat Darurat, unit yang mengurus pelayanan tersebut. Berdasarkan Kepmenkes 856 Tahun 2009, bahwa pasien yang masuk ke dalam IGD rumah sakit butuh pertolongan cepat dan tepat, dimana diharuskan untuk

melakukan penanganan gawat darurat dengan *response time* yang cepat dan penanganan yang tepat [3]. Untuk mencapai hal tersebut dibutuhkan peningkatan sarana, prasarana, sumberdaya manusia, dan manajemen Instalasi Gawat Darurat Rumah Sakit sesuai dengan standar. Instalasi Gawat Darurat atau IGD memiliki prinsip umum. Berikut Prinsip umum yang memiliki relevansi dengan Tugas Akhir ini:

- Setiap Rumah Sakit wajib memiliki pelayanan gawat darurat yang memiliki kemampuan, melakukan pemeriksaan awal kasus-kasus gawat darurat dan melakukan resusitasi dan stabilitasi (*life saving*)
- Pelayanan di Instalasi Gawat Darurat Rumah Sakit harus dapat memberikan pelayanan 24 jam dalam sehari dan tujuh hari dalam seminggu
- Berbagai nama untuk Instalasi/unit pelayanan gawat darurat di rumah sakit diseragamkan menjadi Instalasi Gawat Darurat
- Pasien gawat darurat harus ditangani paling lama 5 (lima) menit setelah sampai di IGD
- Setiap Rumah Sakit wajib berusaha untuk menyesuaikan pelayanan gawat daruratnya minimal sesuai dengan klasifikasi yang tertera pada kepmenkes ini.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

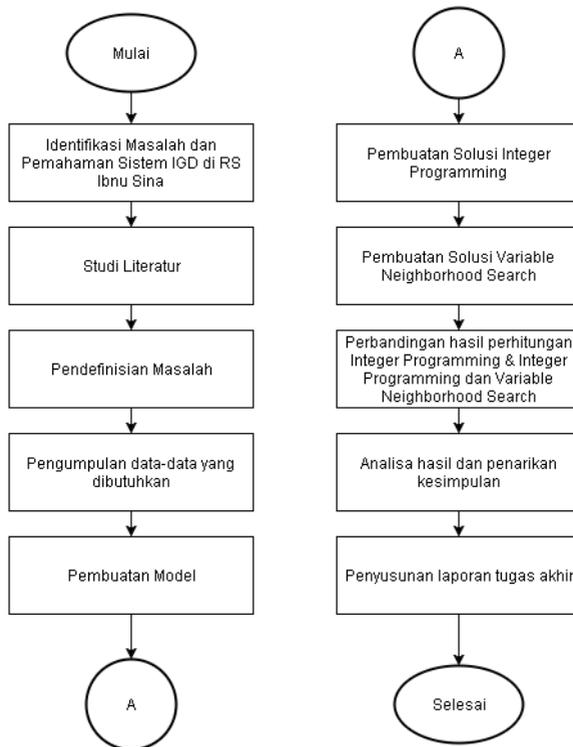
## BAB III METODOLOGI

Dalam bab ini, akan dijelaskan metodologi yang akan digunakan sebagai panduan untuk menyelesaikan tugas akhir ini

### 3.1 Tahapan Pelaksanaan Tugas Akhir

Berikut merupakan tahapan pelaksanaan tugas akhir.

*Flowchart* dari tahapan pelaksanaan tugas akhir dapat dilihat pada gambar.



Gambar 3. 1 Tahapan Pelaksanaan Tugas Akhir

### **3.1.1 Identifikasi masalah dan pemahaman sistem igddi RS Ibnu Sina**

Tahap pertama dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah identifikasi masalah dimana akan dilakukan pemilihan sebuah topik permasalahan yang ingin dibahas. Setelah menemukan topik, berikutnya perlu ada pemahaman akan sistem yang ada pada IGD Rumah Sakit Ibnu Sina.

### **3.1.2 Studi literatur**

Pada tahap ini, peneliti akan mengumpulkan informasi yang memiliki hubungan dengan permasalahan topik yang ingin diangkatnya dan Rumah Sakit Ibnu Sina. Sumber-sumber informasi yang digunakan adalah bisa berupa apa saja yaitu Buku, Jurnal, paper, Undang-Undang, sejarah Rumah Sakit, atau Website Rumah Sakit.

### **3.1.3 Pendefinisian masalah**

Setelah informasi yang didapatkan telah cukup dan telah paham akan sistem yang ada pada IGD Rumah sakit Ibnu Sina. Berikutnya masalah akan didefinisikan dengan lebih detail. Di mana masalah tersebut merupakan masalah yang sedang terjadi pada Rumah Sakit Ibnu Sina. Masalah tersebut akan dipaparkan dengan jelas dan singkat.

### **3.1.4 Pengumpulan data-data yang dibutuhkan**

Pada tahap ini, akan dikumpulkan data-data yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah yang telah didefinisikan sebelumnya. Data-data tersebut dapat berupa data wawancara atau kuisioner dengan pihak Rumah Sakit. Data-data yang dibutuhkan dalam pembuatan tugas akhir ini adalah :

#### **3.1.4.1 Regulasi atau aturan penjadwalan perawat IGD**

Regulasi atau aturan penjadwalan yang dimaksud merupakan aturan-aturan yang berlaku yang harus dipenuhi oleh perawat-perawat yang bekerja pada IGD yang dimasukkan ke dalam bentuk jadwal. Aturan-aturan tersebut bisa seperti jumlah perawat yang harus berjaga atau lama

jam kerja. Nantinya aturan-aturan tersebut akan diubah menjadi sebuah batasan pada penelitian ini

#### **3.1.4.2 Jadwal perawat IGD saat ini**

Jadwal perawat yang berlaku saat ini dikumpulkan dan nantinya akan dijadikan sebagai pembanding antara jadwal yang lama dan jadwal yang baru yang telah dibuat setelah penelitian ini

#### **3.1.4.3 Daftar perawat**

Daftar perawat digunakan untuk mencari tahu jumlah dan jenis-jenis perawat yang ada pada IGD RS Ibnu Sina. Data ini nantinya digunakan sebagai bahan untuk mengetahui perbedaan antara satu jenis perawat dan jenis perawat lain dalam jadwal yang sedang berjalan

#### **3.1.4.4 Preferensi perawat**

Preferensi perawat merupakan batasan yang dibuat berdasarkan keinginan perawat itu sendiri. Data tersebut merupakan nilai waktu jaga favorit setiap perawat yang dibuat dengan menggunakan skala 1 sampai 5 dimana 1 berarti waktu jaga yang paling disukai dan 5 berarti waktu jaga yang paling tidak disukai

### **3.1.5 Pembuatan model**

Setelah mengumpulkan data-data yang dibutuhkan. Maka berikutnya adalah pembuatan model dari permasalahan serta data yang didapatkan. Data-data berupa regulasi perawat, peraturan perawat, dan *nurse preference* dikonversikan menjadi sebuah model matematis yang nantinya bisa diselesaikan menggunakan metode-metode yang ada. Masalah yang telah didefinisikan juga dibentuk dalam model matematis. Adapun acuan bentuk model yang nantinya akan dibuat sebagai berikut :

### 3.1.5.1 Constraint

Constraint atau batasan yang digunakan sebagai acuan dalam membuat model matematis nya terbagi menjadi dua yaitu *Hard Constraint* dan *Soft Constraint*. Berikut merupakan daftar *constraint* tersebut :

#### Hard Constraint

- Setiap perawat hanya boleh mengisi 1 shift per hari nya
- Setelah selesai shift malam, tidak boleh ada shift pagi atau shift siang
- Selalu ada perawat pegawai tetap minimal 1 di setiap shift setiap harinya
- Jumlah maksimal hari libur perawat 2 hari dalam 1 minggu
- Perawat harus bekerja selama 21 hari dalam 1 bulan
- Semua perawat harus memiliki shift pagi, siang, dan malam
- Jumlah perawat tidak boleh lebih dari 7 orang setiap shiftnya
- Jumlah perawat harus lebih dari 4 orang setiap shiftnya

#### 3.1.5.2 Variabel keputusan

- *Set of nurse* berjenis tetap yang bekerja pada setiap shift per hari nya
- *Set of nurse* berjenis selain tetap yang bekerja pada setiap shift per harinya

#### 3.1.5.3 Fungsi Tujuan

- Meminimalisir kelebihan dan kekurangan total alokasi penjadwalan perawat pada setiap shift setiap harinya.

### 3.1.6 Pembuatan solusi integer programming

Setelah pembuatan model selesai, maka berikutnya adalah membuat solusi menggunakan Integer Programming. Pada tahap ini, dibuatlah sebuah algoritma *Integer Linear Programming* menyesuaikan dengan model matematis yang telah dibuat sebelumnya dan tujuan dari permasalahan yang ingin diselesaikan. Nantinya solusi tersebut akan digunakan sebagai initial solution pada *Variable Neighborhood Search*

yang nantinya solusi dari *Integer Programming* akan ditingkatkan melalui metode tersebut

### **3.1.7 Pembuatan solusi variable neighborhood search**

Berikutnya pembuatan solusi menggunakan metode *Variable Neighborhood Search*. Pada tahap ini, dibuatlah sebuah algoritma yang menjadi solusi penyelesaian NSP menggunakan metode *Variabel Neighborhood Search*. Input dari metode ini adalah hasil solusi dari *Integer Programming* dimana *Variable Neighborhood Search* akan meningkatkan hasil dari solusi yang didapatkan

### **3.1.8 Perbandingan hasil perhitungan Integer**

**Programming dan gabungan Integer programming dan Variable Neighborhood Search**

Pada tahap ini dilakukan perbandingan solusi antara penyelesaian NSP menggunakan metode *Integer Programming* saja dengan gabungan *Integer Programming* dan *Variable Neighborhood Search*. Solusi yang mana yang lebih baik, apakah dengan penambahan metode *Variable Neighborhood Search* maka solusi akan makin baik atau tidak.

### **3.1.9 Analisa hasil dan penarikan kesimpulan**

Pada tahap ini, hasil dari solusi serta perbandingan kedua metode akan dikumpulkan dan kesimpulan dan solusi dari permasalahan NSP pada IGD Rumah Sakit Ibnu Sina akan dibuat. Kemudian dari kesimpulan dan hasil perbandingan tersebut akan muncul pendapat mengenai saran untuk penelitian selanjutnya yang harus dikembangkan seperti apa agar penelitian yang sejenis bisa mendapatkan hasil yang lebih optimal dibandingkan dengan penelitian sekarang.

### **3.1.10 Penyusunan laporan tugas akhir**

Tahap terakhir adalah penyusunan tugas akhir untuk melakukan dokumentasi proses-proses yang dilakukan selama penelitian berlangsung. Seluruh kegiatan akan dimasukkan ke dalam sebuah buku Tugas Akhir (TA) dengan mengikuti format yang telah ditetapkan oleh Laboratorium Rekayasa

Data dan Inteligencia Bisnis (RDIB) serta yang berlaku di Jurusan Sistem Informasi ITS

### 3.2 Jadwal Kegiatan

Jadwal kegiatan ini akan menjelaskan waktu pengerjaan Tugas Akhir sesuai dengan tahapan yang telah dibuat sebelumnya. Jadwal kegiatan tugas akhir dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3. 1 Tahapan Pelaksanaan Tugas Akhir

No.	Kegiatan	Maret				April				Mei			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Identifikasi Masalah dan Pemahaman Sistem IGD di RS Ibnu Sina	■											
2	Studi Literatur	■	■										
3	Pendefinisian masalah		■										
4	Pengumpulan data-data yang dibutuhkan		■	■									
5	Pembuatan model			■	■	■							
6	Pembuatan Solusi Integer Programming					■	■	■					
7	Pembuatan Solusi Variable Neighborhood Search							■	■	■			
8	Perbandingan hasil perhitungan Integer Programming dengan gabungan Integer Programming dan Variable Neighborhood Search									■	■		
9	Analisa hasil dan penarikan kesimpulan										■		
10	Penyusunan laporan tugas akhir										■	■	■

## **BAB IV**

### **DATA MASUKAN DAN PEMODELAN**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai Batasan-batasan dan fungsi tujuan yang didapatkan melalui pengumpulan data pada Rumah Sakit Ibnu Sina Makassar dan akan dimodelkan ke dalam bentuk Integer Linear Programming

#### **4.1 Hasil Pengumpulan Data**

Pada Rumah Sakit Dr. Soetomo pada bagian instalasi gawat darurat, penjadwalan perawat ditentukan oleh kepala perawat yang bertanggung jawab pada bagian tersebut. Jadwal tersebut dibuat dengan berdasar ke beberapa hal yaitu instruksi dari menteri kesehatan, regulasi yang berlaku di Rumah Sakit, dan kesehatan dari perawat itu sendiri. Berdasarkan kepala perawat, menkes menginstruksikan bahwa setiap shift rumah sakit diharuskan memiliki 7 orang perawat yang berjaga. Hal tersebut dilakukan dengan melihat jumlah rata-rata pasien yang masuk ke dalam IGD setiap hari setiap shiftnya. Setelah itu, dengan merujuk Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2003 mengenai ketenagakerjaan dan Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 81 bahwa waktu kerja perawat adalah 40 jam dalam 1 minggu di mana 7 jam 1 hari untuk waktu kerja 6 hari dalam 1 minggu dan 8 jam sehari untuk waktu kerja 5 hari dalam 1 minggu. Berdasarkan peraturan ini dengan melihat waktu kerja untuk setiap shift yang bervariasi, untuk menentukan jumlah hari kerja dalam seminggu yang saya gunakan maka saya mencari rata-rata waktu kerja yang ada dan membulatkannya dengan perhitungan

$$\begin{aligned} &= (\text{Waktu Pagi (menit)} + \text{Waktu Siang (menit)} + \text{Waktu malam} \\ &\quad (\text{menit})) / 3 \\ &= (390 + 420 + 630) / 3 = 7,83 = 8 \text{ jam.} \end{aligned}$$

Lalu dengan melihat regulasi Rumah Sakit yaitu RS Ibnu Sina menggunakan sistem 3 shift dalam satu hari seperti berbagai rumah sakit lainnya di Indonesia. Shift tersebut adalah shift

pagi yang dimulai dari pukul 07.30 sampai 14.00 (6 jam 30 menit atau 390 menit). Lalu shift siang dari pukul 14.00 sampai 21.00 (7 jam atau 420 menit). Setelah itu shift malam dari pukul 21.00 sampai 07.30 (10 jam atau 600 menit). Berikutnya dengan memperhitungkan kesehatan perawat maka setelah shift malam, pada hari berikutnya tidak diperbolehkan ada shift pagi dan shift siang.

Perawat yang dimiliki IGD rumah sakit Ibnu Sina saat ini hanya berjumlah 24 orang di mana 3 di antaranya adalah 1 orang kepala perawat dan 2 orang petugas administrasi. 3 perawat tersebut hanya bekerja pada pagi hari saja selama 6 hari dalam 1 minggu sehingga perawat yang berjaga 3 shift hanya 21 orang. Jadwal perawat IGD rumah sakit Ibnu Sina saat ini menerapkan system Tim dimana 21 perawat tersebut dibagi menjadi 4 tim yang terdiri dari 5 hingga 6 orang. Setiap tim akan bergantian berjaga setiap 2 shift dalam 2 hari. Contoh, Tim 1 hari pertama dan kedua akan berjaga di pagi hari, Tim 2 hari pertama dan kedua akan berjaga di siang hari, Tim 3 hari pertama dan hari kedua akan berjaga di malam hari, dan Tim 4 hari pertama dan hari kedua akan mendapatkan libur. Lalu untuk 2 hari berikutnya akan dilakukan rotasi di mana Tim 1 akan mendapatkan shift siang, Tim 2 akan mendapatkan shift malam, Tim 3 akan mendapatkan libur, dan Tim 4 akan mendapatkan shift pagi dan seterusnya dalam 30 atau 31 hari sesuai dengan bulannya. Lalu agar perawat tidak bosan dengan maka anggota tim akan diubah setiap 3 bulan. Setiap tim pada setiap shift juga diharuskan setidaknya memiliki 1 pegawai yang berpengalaman yang diartikan sebagai pegawai tetap.

Tetapi, kondisi penjadwalan saat ini hanya dibuat sesuai dengan kebijakan kepala perawat rumah sakit itu sendiri dengan mengacu ke peraturan tersebut tanpa mempertimbangkan keinginan perawat itu sendiri di mana jika keinginan perawat dilibatkan maka terdapat kemungkinan efektivitas kerja perawat dapat meningkat. Selain itu, dengan

jadwal sekarang tidak memenuhi keinginan Menteri Kesehatan yaitu setiap shift terdiri dari 7 orang dikarenakan setiap tim hanya terdiri dari 5 hingga 6 orang.

#### **4.1.1 Kebijakan keperawatan**

Kebijakan dalam penjadwalan rumah sakit ditetapkan oleh Rumah Sakit dan kepala perawat sendiri melalui berbagai pertimbangan. Nantinya beberapa pertimbangan tersebut akan dimasukkan ke dalam jadwal. Lalu berikut merupakan Kebijakan dan regulasi yang didapatkan

Kebijakan dan regulasi rumah sakit

- Shift terdiri dari 3 bagian yaitu shift pagi dari pukul 07:30 sampai 14:00 (6 jam 30 menit) lalu shift siang dari pukul 14:00 sampai 21:00 (7 jam) dan shift malam dari pukul 21:00 hingga pukul 07:30 (10 jam)
- Setiap perawat hanya boleh mengisi 1 shift per hari nya
- Setelah selesai shift malam, tidak boleh ada shift pagi dan shift malam
- Selalu ada perawat pegawai tetap minimal 1 di setiap shift setiap harinya
- Perawat bekerja maksimal 5 hari dalam 1 minggu
- Perawat bekerja 21 hari dalam 1 bulan
- Semua perawat harus memiliki shift pagi, siang, dan malam
- Kebutuhan perawat setiap shift berjumlah 7

#### **4.1.2 Waktu jaga**

Berdasarkan hasil kuisioner yang dikumpulkan, didapatkan data waktu jaga yang paling diminati oleh perawat IGD RS Ibnu Sina Makassar yang sedang bekerja saat ini. Data tersebut akan digunakan sebagai fungsi tujuan dari pemodelan penjadwalan

### **4.2 Proses Pembuatan Model**

Masalah penjadwalan perawat pada Instalasi Gawat Darurat Rumah Sakit Ibnu Sina Makassar adalah menjadwalkan perawat dalam kurun waktu 1 bulan yaitu 30 hari atau 4

minggu 2 hari yang telah memenuhi waktu kerja dan batasan-batasan perawat lainnya. Lalu dalam penyelesaian permasalahan ini diusahakan untuk memenuhi tujuan yang telah ditentukan.

#### **4.2.1 Batasan**

Penyelesaian permasalahan penjadwalan perawat menggunakan *Integer Linear Programming* ini memiliki 6 batasan sesuai dengan aturan dan regulasi yang berlaku. Batasan yang berlaku dibagi menjadi dua bagian yaitu *Hard Constraint* yaitu batasan yang tidak dapat dilanggar dan *Soft Constraint* yaitu batasan yang dapat dilanggar. Berikut merupakan batasan-batasan yang berlaku.

##### Hard Constraint

- 1) Setiap perawat hanya boleh mengisi 1 shift per harinya
- 2) Setelah selesai shift malam, tidak dibolehkan ada shift pagi dan shift siang
- 3) Selalu ada perawat pegawai tetap minimal 1 di setiap shift setiap harinya
- 4) Perawat bekerja 5 hari dalam 1 minggu
- 5) Perawat bekerja 21 hari dalam 1 bulan
- 6) Semua perawat harus memiliki shift pagi, siang, dan malam

##### Soft Constraint

- 1) Perawat di setiap shift tidak boleh lebih dari 7 orang
- 2) Perawat di setiap shift berjumlah lebih dari 4 orang

#### **4.2.2 Fungsi tujuan**

Tujuan dari pemodelan permasalahan ini adalah untuk memenuhi semua keinginan waktu jaga perawat. Sehingga dalam proses pembuatan jadwal, waktu jaga yang menjadi keinginan perawat akan diprioritaskan terlebih dahulu sesuai dengan nilai kuisioner yang telah diisi.

#### **4.2.3 Asumsi dan notasi**

Perawat dibagi menjadi dua jenis yaitu perawat tetap di mana setiap shift harus memiliki perawat tetap minimal 1 dan

perawat non tetap di mana perawat tersebut juga harus berada di setiap shift sesuai dengan jumlah yang kurang dari jumlah perawat yang diinginkan pada hari tertentu.

Jadwal diasumsikan dimulai pada hari pertama pada jadwal pertama yang terdiri dari 4 minggu yaitu 28 hari. Berikut notasi-notasi yang digunakan

- n** = Jumlah hari pada jadwal ( $n=1,2,3,\dots 30$ )
- m** = Himpunan perawat tetap yang tersedia
- o** = Himpunan perawat non-tetap
- t** = Tipe-tipe shift yang ada (Pagi = **1**, Siang = **2**, Malam = **3**, Libur = **l**)
- d** = Himpunan jumlah perencanaan hari dalam jadwal
- P** = Angka preferensi atau waktu jaga favorit perawat

#### 4.2.3 Variabel keputusan

**X<sub>mdt</sub>** = bernilai **1** jika perawat **m**  $\in$  **I** ditugaskan pada sebuah tipe shift pada hari d, bernilai **0** jika tidak

**X<sub>odt</sub>** = bernilai **1** jika perawat **o**  $\in$  **I** ditugaskan pada sebuah tipe shift pada hari d, bernilai **0** jika tidak

#### 4.2.4 Perumusan Batasan

Batasan yang dirumuskan berdasarkan batasan tegas sebagai berikut:

##### Hard Constraint 1

Setiap perawat hanya boleh mengisi 1 shift per hari nya

$$\sum_{t=1}^3 X_{mtd} \leq 1 \quad (4.1)$$

Untuk semua  $m = 1 \dots 6$  dan  $d = 1 \dots n$

$$\sum_{t=1}^3 X_{otd} \leq 1 \quad (4.2)$$

Untuk semua  $o = 1 \dots 18$  dan  $d = 1 \dots n$

### Hard Constraint 2

Setelah selesai shift malam, tidak boleh ada shift pagi atau siang

$$X_{mm}(d-1) + X_{mpd} \leq 1 \quad (4.3)$$

$$X_{mm}(d-1) + X_{msd} \leq 1 \quad (4.4)$$

Untuk semua  $m = 1, 2, 3 \dots 6$  dan semua  $D = 1, 2, 3, \dots n$ .

$$X_{om}(d-1) + X_{opd} \leq 1 \quad (4.5)$$

$$X_{om}(d-1) + X_{osd} \leq 1 \quad (4.6)$$

Untuk semua  $o = 1, 2, 3 \dots 16$  dan semua  $d = 1, 2, 3, \dots n$

### Hard Constraint 3

Selalu ada perawat pegawai tetap minimal 1 di setiap shift setiap harinya

$$\sum_{m=1} X_{mtd} \geq 1 \quad (4.7)$$

Untuk semua  $m = 1, 2, 3, \dots 6$  dan semua  $d = 1, 2, 3, \dots n$

### Hard Constraint 4

Perawat hanya boleh bekerja 5 hari dalam 1 minggu

$$\sum_{d=1}^7 \sum_{t=1}^3 X_{mtd} = 5 \quad (4.8)$$

Untuk semua  $m = 1, \dots, 6$  semua  $t = 1, 2, 3$ , dan  $d = 1, 2, \dots, 7$

$$\sum_{d=8}^7 \sum_{t=1}^3 X_{mtd} = 5(4.9)$$

Untuk semua  $m = 1, \dots, 6$  semua  $t = 1, 2, 3$ , dan  $d = 8, \dots, 14$

$$\sum_{d=15}^7 \sum_{t=1}^3 X_{mtd} = 5(4.10)$$

Untuk semua  $m = 1, \dots, 6$  semua  $t = 1, 2, 3$ , dan  $d = 15, \dots, 21$

$$\sum_{d=22}^7 \sum_{t=1}^3 X_{mtd} = 5(4.11)$$

Untuk semua  $m = 1, \dots, 6$  semua  $t = 1, 2, 3$ , dan  $d = 21, \dots, 28$

$$\sum_{d=1}^7 \sum_{t=1}^3 X_{otd} = 5(4.12)$$

Untuk semua  $m = 1, \dots, 6$  semua  $t = 1, 2, 3$ , dan  $d = 1, 2, \dots, 7$

$$\sum_{d=8}^7 \sum_{t=1}^3 X_{otd} = 5(4.13)$$

Untuk semua  $o = 1, \dots, 16$  semua  $t = 1, 2, 3$ , dan  $d = 8, \dots, 14$

$$\sum_{d=15}^7 \sum_{t=1}^3 X_{otd} = 5(4.14)$$

Untuk semua  $o = 1, \dots, 16$  semua  $t = 1, 2, 3$ , dan  $d = 15, \dots, 21$

$$\sum_{d=21}^7 \sum_{t=1}^3 X_{otd} = 5(4.15)$$

Untuk semua  $o = 1, \dots, 16$  semua  $t = 1, 2, 3$ , dan  $d = 21, \dots, 28$

### Hard Constraint 5

Perawat harus bekerja sebanyak 21 hari dalam 1 bulan

$$\sum_{n=1}^{30} \sum_{t=1}^3 X_{mtd} = 21 \quad (4.16)$$

Untuk semua  $m = 1, \dots, 6$ , dan semua  $t = 1, 2, 3$

$$\sum_{n=1}^{30} \sum_{t=1}^3 X_{otd} = 21 \quad (4.17)$$

Untuk semua  $o = 1, \dots, 16$  dan semua  $t = 1, 2, 3$

### Hard Constraint 6

Semua perawat harus memiliki shift pagi, siang, dan malam

$$\sum_{d=1}^{30} X_{mtd} \geq 1 \quad (4.18)$$

Untuk semua  $T = 1, 2, 3$  dan  $m = 1, 2, 3, \dots, 6$

$$\sum_{d=1}^{30} X_{otd} \geq 1 \quad (4.19)$$

Untuk semua  $T = 1, 2, 3$  dan  $o = 1, 2, 3, \dots, 16$

### Soft Constraint 1

Jumlah perawat di setiap shift tidak melebihi dari 7 orang

$$\sum_{m=1} X_{mtd} + \sum_{o=1} X_{odt} \leq 7 \quad (4.20)$$

Untuk semua  $m = 1,2,3,\dots,6$ , dan semua  $o = 1,2,3,\dots,16$ , dan semua  $d = 1,2,3,\dots, n$

### Soft Constraint 2

Perawat setiap shift berjumlah lebih dari 4 orang

$$\sum_{m=1} X_{m d t} + \sum_{o=1} X_{o d t} \geq 4 \quad (4.21)$$

Untuk semua  $m = 1,2,3,\dots,6$ , dan semua  $o = 1,2,3,\dots,16$ , dan semua  $D = 1,2,3,\dots, n$

#### 4.2.4 Perumusan Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan yang dirumuskan adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} & \text{MIN} \\ & = \sum_{m=1}^6 \sum_{d=1}^{30} \sum_{t=1}^3 P X_{m d t} \\ & + \sum_{o=1}^{16} \sum_{d=1}^{30} \sum_{t=1}^3 P X_{o d t} \end{aligned} \quad (4.21)$$

Diasumsikan hari pertama berada pada minggu pertama yaitu hari senin dan perencanaannya

#### 4.3Pemodelan Variable Neighborhood Search

Pemodelan Algoritma variable neighborhood search yang dilakukan mengacu pada Pseudo-Code dari VNS Dasar yang ada pada penelitian "A Variable Neighborhood Search for Nurse Scheduling with Balanced Preference Satisfaction" [18] Berikut Pseudo-code yang digunakan adalah Gambar 4.1

Sesuai dengan pseudocode tersebut, langkah-langkah yang dilakukan adalah dengan mendefinisikan himpunan struktur *neighborhood*  $N_k$ ,  $k = 1, \dots, k \text{ max}$ . Setelah itu, akan dibuat

solusi awal  $X$ , di mana solusi tersebut didapatkandari **Integer Linear Programming**. lalu

```

Procedure VNS
Begin
  Define set of neighborhood structures  $N_k, k = 1, 2, 3, \dots, k_{\max}$ 
   $S \leftarrow$  Initial Solutions;
  While stop criteria not satisfied do :
    For  $K \leftarrow 1$  to  $k$  do:
       $S' \leftarrow$  choose random neighbor of  $S$  in  $N_k$ ;
       $S'' \leftarrow$  VND( $s'$ )
      If  $f(s'') < f(s)$  then:
         $S \leftarrow s''$ ;
         $K \leftarrow 0$ ;
      else
         $K \leftarrow K + 1$ ;
      end-if
    end-for
  end-while
  return  $s$ ;
end VNS

```

Gambar 4. 1 Pseudocode Algoritma VNS

menjadikannya Neighborhood pertama yaitu  $k \leftarrow 1$ . Hingga neighborhood terakhir, berikutnya dilakukan pemilihan neighborhood secara random yang telah didefinisikan sebelumnya dari solusi  $S$  dan didefinisiakn sebagai  $S'$ . Lalu dilakukan pencarian solusi terbaik menggunakan algoritma VND yaitu versi simpel dari VNS di mana melakukan perubahan secara deterministic, dan VNS melakukan perubahan secara random, lalu ia akan perulangan melalui sekumpulan *neighborhood*, menerimapeningkatan kualitas solusi hingga solusi tidak dapat ditingkatkan lagi.

Model Neighborhood yang digunakan pada penelitian ini juga mengacu pada penelitian sebelumnya yaitu “*Hybrid model of*

*Integer programming and Variable Neighbourhood search for a highly constraint.*” [12] dengan model pencarian yang paling rakus atau *greediest*. Dimulai dengan *neighborhood* pertama yaitu *single swap*. Pada *neighborhood* pertama, pertukaran waktu jaga secara horizontal antar perawat dilakukan. Pertukaran hanya dilakukan secara horizontal untuk memastikan kebutuhan shift pada hari tersebut dapat dipenuhi. Contoh model pertukaran yang diizinkan dilakukan pada *neighborhood* yang ditawarkan dapat dilihat pada tabel 4.1 hingga tabel 4.4

Tabel 4. 1 Neighborhood Nk, k = 1

Perawat	Senin	Selasa	Rabu	Kamis
P1	P	S	P	M
P2	S	M	L	M
P3	M	L	P	S

Tabel 4. 2 Neighborhood Nk, k = 2

Perawat	Senin	Selasa	Rabu	Kamis
P1	P	S	P	M
P2	S	M	L	M
P3	M	L	P	S

Tabel 4. 3 Neighborhood Nk, k = 3

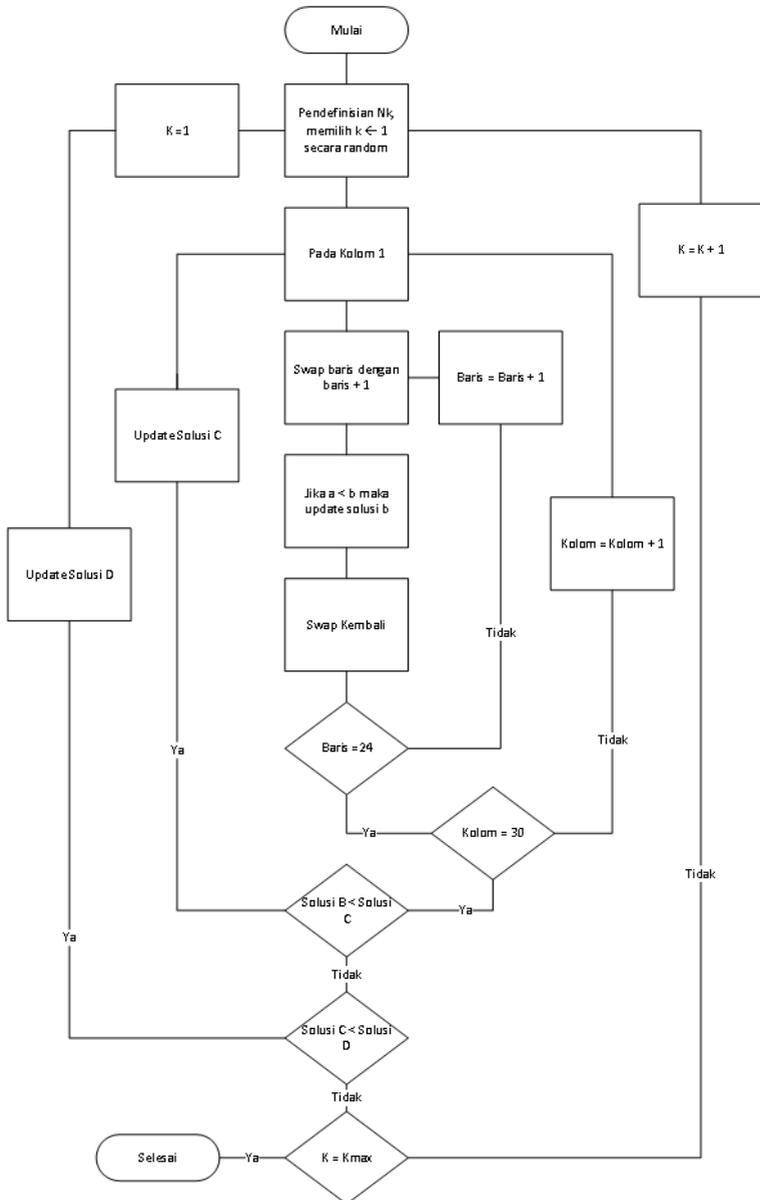
Perawat	Senin	Selasa	Rabu	Kamis
P1	P	S	P	M
P2	S	M	L	M
P3	M	L	P	S

Tabel 4. 4 Neighborhood Nk, k = 4

Perawat	Senin	Selasa	Rabu	Kamis
P1	P	S	P	M
P2	S	M	L	M
P3	M	L	P	S

Pencarian solusi optimal akan dilakukan menggunakan pertukaran seperti di atas, pertukaran akan terus dilakukan hingga mendapatkan nilai solusi yang lebih optimal dibanding solusi sebelumnya. Setelah mendapatkan nilai terbaik dari neighborhood pertama, jika nilai  $x'$  lebih rendah dibandingkan dengan  $x$  solusi awal maka pencarian akan dilanjutkan pada *Neighborhood* ke dua, dari *single swap* hanya untuk 1 hari, menjadi *single swap* untuk 2 hari berturut-turut. Dan apabila pada saat pencarian solusi terbaik dari sebuah *Neighborhood* selesai dan nilainya lebih rendah atau lebih optimal maka solusi tersebut akan menjadi solusi terbaik dan pencarian akan diulang ke *Neighborhood* pertama tetapi dengan menggunakan solusi terbaik saat ini sebagai solusi awal. Pencarian akan berhenti ketika pencarian telah mencapai  $K_{max}$  dan solusi terbaik pada  $K_{max}$  tidak lebih rendah dibandingkan solusi sebelumnya.

Alur dari program yang dibuat digambarkan menggunakan Flowchart pada gambar 4.2



Gambar 4. 2 Flowchart VNS pada VBA Excel



## BAB V IMPLEMENTASI

Bab ini akan membahas mengenai implementasi dari model yang telah dibuat sebelumnya

### 5.1 Lingkungan Uji Coba

Uji coba model gabungan *Integer Linear Programming* dan *Variable Neighborhood Search* untuk kasus penjadwalan perawat IGD di Rumah Sakit Ibnu Sina Makassar ini dilakukan menggunakan bantuan LINGO dan VBA Excel. Komputer yang digunakan adalah sebuah laptop Intel Core i7 dengan kapasitas RAM sebesar 8 GB dan kapasitas *Hard disk* sebesar 1TB. Perangkat lunak yang digunakan dalam pengerjaan penelitian ini adalah sistem operasi Windows 10, dengan aplikasi komputasi LINGO 11, dan media penyimpanan data Microsoft Excel. Pada tabel 5.1 menampilkan pereangkat keras dan lunak yang dipergunakan dalam pengerjaan penelitian tugas akhir ini

Tabel 5. 1 Perangkat Keras dan Lunak yang digunakan

<b>Perangkat Keras</b>	
Komputer	Laptop
Processor	Intel® Core i7
RAM	8 GB
<i>Hard disk</i>	1 TB
<b>Perangkat Lunak</b>	
Microsoft Windows 10	Sistem Operasi
LINGO 11	Aplikasi komputasi <i>script</i>
Microsoft Excel 2016	Editor media penyimpanan data masukan dan keluaran
VBA Excel	Aplikasi komputasi <i>script</i>

## 5.2 Pemodelan Integer Linear Programming dengan LINGO

Setelah menentukan batasan-batasan yang akan digunakan sebelumnya, berikutnya memodelkan batasan-batasan tersebut hingga dapat digunakan pada LINGO. Pemodelan disesuaikan dengan fitur aplikasi LINGO yang dapat memproses pemodelan matematis aplikasi LINDO yang memproses model *Integer Linear Programming* dalam LINGO yang biasanya digunakan untuk model *Goal Programming*. Berikut adalah bentuk *Constraint* dan fungsi tujuan yang telah dimodelkan dalam Lingo

### 5.2.1 Hard constraint

- 1) Setiap perawat hanya boleh mengisi 1 shift per harinya. Bagian dari bentuk pemodelan *Hard Constraint 1* pada lingo adalah pada code

$$\begin{aligned}
 X1P1 + X1S1 + X1M1 &\leq 1 \\
 X2P1 + X2S1 + X2M1 &\leq 1 \\
 X3P1 + X3S1 + X3M1 &\leq 1 \\
 X4P1 + X4S1 + X4M1 &\leq 1 \\
 X5P1 + X5S1 + X5M1 &\leq 1 \\
 X6P1 + X6S1 + X6M1 &\leq 1
 \end{aligned} \tag{5.1}$$

- 2) Setelah selesai shift malam, hanya boleh ada hari libur. Bentuk pemodelan *Hard Constraint 2* pada lingo adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 X1M1 + X1P2 &\leq 1 \\
 X1M1 + X1S2 &\leq 1 \\
 X2M1 + X2P2 &\leq 1 \\
 X2M1 + X2S2 &\leq 1 \\
 X3M1 + X3P2 &\leq 1 \\
 X3M1 + X3S2 &\leq 1 \\
 X4M1 + X4P2 &\leq 1 \\
 X4M1 + X4S2 &\leq 1 \\
 X5M1 + X5P2 &\leq 1 \\
 X5M1 + X5S2 &\leq 1
 \end{aligned} \tag{5.2}$$

- 3) Selalu ada perawat pegawai tetap minimal 1 di setiap shift setiap harinya. Bentuk pemodelan *Hard Constraint* 3 pada lingo adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 & - X1P1 \text{ +- } X2P1 \text{ +- } X3P1 \text{ +- } X4P1 \text{ +- } X5P1 \text{ +-} \\
 & X24P1 \leq -1 \\
 & - X1S1 \text{ +- } X2S1 \text{ +- } X3S1 \text{ +- } X4S1 \text{ +- } X5S1 \text{ +-} \\
 & X24S1 \leq -1 \\
 & - X1M1 \text{ +- } X2M1 \text{ +- } X3M1 \text{ +- } X4M1 \text{ +- } X5M1 \text{ +-} \\
 & X24M1 \leq -1 \\
 & - X1P2 \text{ +- } X2P2 \text{ +- } X3P2 \text{ +- } X4P2 \text{ +- } X5P2 \text{ +-} \\
 & X24P2 \leq -1 \\
 & - X1S2 \text{ +- } X2S2 \text{ +- } X3S2 \text{ +- } X4S2 \text{ +- } X5S2 \text{ +-} \\
 & X24S2 \leq -1 \\
 & - X1M2 \text{ +- } X2M2 \text{ +- } X3M2 \text{ +- } X4M2 \text{ +- } X5M2 \text{ +-} \\
 & X24M2 \leq -1 \\
 & - X1P3 \text{ +- } X2P3 \text{ +- } X3P3 \text{ +- } X4P3 \text{ +- } X5P3 \text{ +-} \\
 & X24P3 \leq -1 \\
 & - X1S3 \text{ +- } X2S3 \text{ +- } X3S3 \text{ +- } X4S3 \text{ +- } X5S3 \text{ +-} \\
 & X24S3 \leq -1
 \end{aligned}$$

(5.3)

- 4) Perawat bekerja 5 hari dalam 1 minggu. Bentuk pemodelan *Hard Constraint* 4 pada lingo adalah sebagai berikut

$$X1P1+X1S1+X1M1+X1P2+X1S2+X1M2+X1P3+X1S3+X1M3 \\
 +X1P4+X1S4+X1M4+X1P5+X1S5+X1M5+X1P6+X1S6+X1M6 \\
 +X1P7+X1S7+X1M7 = 5$$

$$X1P8+X1S8+X1M8+X1P9+X1S9+X1M9+X1P10+X1S10+X1M10 \\
 +X1P11+X1S11+X1M11+X1P12+X1S12+X1M12+X1P13 \\
 +X1S13+X1M13+X1P14+X1S14+X1M14 = 5$$

$$X1P15+X1S15+X1M15+X1P16+X1S16+X1M16+X1P17+X1S17 \\
 +X1M17+X1P18+X1S18+X1M18+X1P19+X1S19+X1M19 \\
 +X1P20+X1S20+X1M20+X1P21+X1S21+X1M21 = 5$$

$$X1P22+X1S22+X1M22+X1P23+X1S23+X1M23+X1P24+X1S24 \\
 +X1M24+X1P25+X1S25+X1M25+X1P26+X1S26+X1M26 \\
 +X1P27+X1S27+X1M27+X1P28+X1S28+X1M28 = 5$$

(5.4)

- 5) Perawat bekerja 21 hari dalam 1 bulan. Bentuk pemodelan *Hard Constraint 5* pada lingo adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} &X1P1+X1S1+X1M1+X1P2+X1S2+X1M2+X1P3+X1S3+X1M3 \\ &+X1P4+X1S4+X1M4+X1P5+X1S5+X1M5+X1P6+X1S6+X1M \\ &6+X1P7+X1S7+X1M7+X1P8+X1S8+X1M8+X1P9+X1S9+X1 \\ &M9+X1P10+X1S10+X1M10+X1P11+X1S11+X1M11+X1P12 \\ &+X1S12+X1M12+X1P13+X1S13+X1M13+X1P14+X1S14+X \\ &1M14+X1P15+X1S15+X1M15+X1P16+X1S16+X1M16+X1P \\ &17+X1S17+X1M17+X1P18+X1S18+X1M18+X1P19+X1S19 \\ &+X1M19+X1P20+X1S20+X1M20+X1P21+X1S21+X1M21+X \\ &1P22+X1S22+X1M22+X1P23+X1S23+X1M23+X1P24+X1S \\ &24+X1M24+X1P25+X1S25+X1M25+X1P26+X1S26+X1M26 \\ &+X1P27+X1S27+X1M27+X1P28+X1S28+X1M28+X1P29+X \\ &1S29+X1M29+X1P30+X1S30+X1M30 = 21 \end{aligned}$$

(5.5)

- 6) Semua perawat harus memiliki shift pagi, siang, dan malam. Bentuk pemodelan *Hard Constraint 6* pada lingo adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} &-X1P1+-X1P2+-X1P3+-X1P4+-X1P5+-X1P6+-X1P7+- \\ &X1P8+-X1P9+-X1P10+-X1P11+-X1P12+-X1P13+- \\ &X1P14+-X1P15+-X1P16+-X1P17+-X1P18+-X1P19+- \\ &X1P20+-X1P21+-X1P22+-X1P23+-X1P24+-X1P25+- \\ &X1P26+-X1P27+-X1P28+-X1P29+-X1P30 <=-1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &-X1S1+-X1S2+-X1S3+-X1S4+-X1S5+-X1S6+-X1S7+- \\ &X1S8+-X1S9+-X1S10+-X1S11+-X1S12+-X1S13+- \\ &X1S14+-X1S15+-X1S16+-X1S17+-X1S18+-X1S19+- \\ &X1S20+-X1S21+-X1S22+-X1S23+-X1S24+-X1S25+- \\ &X1S26+-X1S27+-X1S28+-X1S29+-X1S30 <=-1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &-X1M1+-X1M2+-X1M3+-X1M4+-X1M5+-X1M6+-X1M7+- \\ &X1M8+-X1M9+-X1M10+-X1M11+-X1M12+-X1M13+- \\ &X1M14+-X1M15+-X1M16+-X1M17+-X1M18+-X1M19+- \\ &X1M20+-X1M21+-X1M22+-X1M23+-X1M24+-X1M25+- \\ &X1M26+-X1M27+-X1M28+-X1M29+-X1M30 <=-1 \end{aligned}$$

(5.6)

### 5.2.2 Soft constraint

- 1) Kebutuhan perawat setiap shift berjumlah 7. Bentuk pemodelan *Soft Constraint 1* pada lingo adalah sebagai berikut

$$X1P1+X2P1+X3P1+X4P1+X5P1+X6P1+X7P1+X8P1+X9P1+X10P1+X11P1+X12P1+X13P1+X14P1+X15P1+X16P1+X17P1+X18P1+X19P1+X20P1+X21P1+X22P1+X23P1+X24P1 \leq 7$$

$$X1S1+X2S1+X3S1+X4S1+X5S1+X6S1+X7S1+X8S1+X9S1+X10S1+X11S1+X12S1+X13S1+X14S1+X15S1+X16S1+X17S1+X18S1+X19S1+X20S1+X21S1+X22S1+X23S1+X24S1 \leq 7$$

$$X1M1+X2M1+X3M1+X4M1+X5M1+X6M1+X7M1+X8M1+X9M1+X10M1+X11M1+X12M1+X13M1+X14M1+X15M1+X16M1+X17M1+X18M1+X19M1+X20M1+X21M1+X22M1+X23M1+X24M1 \leq 7$$

(5.7)

### 5.2.3 Fungsi tujuan

Meminimalkan total nilai preferensi yang dimiliki oleh setiap perawat. Pemodelan fungsi tujuan pada aplikasi Lingo adalah sebagai berikut

min

$$\begin{aligned} &4X1P1+3X1P2+3X1P3+3X1P4+3X1P5+1X1P6+1X1P7+4X1P8+3X1P9+3X1P10+3X1P11+3X1P12+1X1P13+1X1P14+3X1P15+3X1P16 \\ &+3X1P17+3X1P18+3X1P19+1X1P20+1X1P21+3X1P22+3X1P23+3X1P24+3X1P25+3X1P26+1X1P27+1X1P28+3X1P29+3X1P30+3X1S1+3X1S2+3X1S3+3X1S4+3X1S5+3X1S6+3X1S7+3X1S8+3X1S9+3X1S10+3X1S11+3X1S12+3X1S13+3X1S14+3X1S15+3X1S16+3X1S17+3X1S18+3X1S19+3X1S20+3X1S21+3X1S22+3X1S23+3X1S24+3X1S25+3X1S26+3X1S27+3X1S28+3X1S29+3X1S30+3X1M1+3X1M2+3X1M3+3X1M4+3X1M5+4X1M6+4X1M7+3X1M8+3X1M9+3X1M10+3X1M11+3X1M12+4X1M13+4X1M14+3X1M15+3X1M16+3X1M17+3X1M18+3X1M19+4X1M20+4X1M21+3X1M22+3X1M23+3X1M24+3X1M25+3X1M26+4X1M27+4X1M28+3X1M29+3X1M30+1X2P1+1X2P2+1X2P3+X2P4+1X2P5+1X2P6+1X2P7+1X2P8+1X2P9+1X2P10+1X2P11+1X2P12+1X2P13+1X2P14+1X2P15+1X2P16+1X2P17+1X2P18+1X2P19+1X2P20+1X2P21+1X2P22+1X2P23+1X2P24+1X2P25+1X2P26+1X2P27+1X2P28+1X2P29+1X2P30+3X2S1+3X2S2+3X2S3+3X2S4+3X2S5+3X2S6+3X2S7+3X2S8+3X2S9+3X2S10+3X2S11+3X2S12+3X2S13+3X2S14+3X2S15+3X2S16+3X2S17+3X2S18+3X2S19+3X2S20+3X2S21+3X2S22+3X2S23+3X2S24+3X2S25+3X2S26+3X2S27+3X2S28+3X2S29+3X2S30+4X2M1+4X2M2+4X2M3+4X2M4+4X2M5+4X2M6+4X2M7+4X2M8+4X2M9+4X2M10+4X2M11+4X2M12+4X2M13+4X2M14+4X2M15+4X2M16+4X2M17+4X2M18+4X2M19+4X2M20+4X2M21+4X2M22+4X2M23+4X2M24+4X2M25+4X2M26+4X2M27+4X2M28+4X2M29+4X2M30+2X3P1+1X3P2+1X3P3+2X3P4+1X3P5+1X3P6+3X3P7+3X3P8+2X3P9+1X3P10+2X3P11+1X \end{aligned}$$

3P12+1X3P13+3X3P14+2X3P15+2X3P16+2X3P17+2X3P18+1X3P  
 19+1X3P20+1X3P21+2X3P22+2X3P23+1X3P24+2X3P25+1X3P26  
 +1X3P27+3X3P28+2X3P29+2X3P30+3X3S1+1X3S2+1X3S3+3X3S  
 4+2X3S5+2X3S6+4X3S7+4X3S8+3X3S9+1X3S10+3X3S11+2X3S1  
 2+2X3S13+4X3S14+3X3S15+3X3S16+2X3S17+3X3S18+2X3S19+  
 2X3S20+3X3S21+3X3S22+3X3S23+1X3S24+3X3S25+2X3S26+2X  
 3S27+4X3S28+3X3S29+3X3S30+3X3M1+3X3M2+3X3M3+3X3M4+2  
 X3M5+2X3M6+4X3M7+4X3M8+3X3M9+3X3M10+3X3M11+2X3M12+2  
 X3M13+4X3M14+4X3M15+3X3M16+3X3M17+3X3M18+2X3M19+3X3  
 M20+4X3M21+4X3M22+3X3M23+3X3M24+3X3M25+2X3M26+3X3M2  
 7+4X3M28+4X3M29+3X3M30+2X4P1+2X4P2+2X4P3+2X4P4+1X4P  
 5+1X4P6+1X4P7+4X4P8+2X4P9+2X4P10+1X4P11+1X4P12+1X4P  
 13+1X4P14+1X4P15+2X4P16+2X4P17+1X4P18+1X4P19+1X4P20  
 +2X4P21+2X4P22+2X4P23+1X4P24+2X4P25+1X4P26+1X4P27+1  
 X4P28+2X4P29+2X4P30+1X4S1+1X4S2+3X4S3+3X4S4+2X4S5+2  
 X4S6+2X4S7+2X4S8+1X4S9+1X4S10+2X4S11+2X4S12+2X4S13+  
 2X4S14+2X4S15+1X4S16+1X4S17+2X4S18+2X4S19+2X4S20+3X  
 4S21+1X4S22+1X4S23+2X4S24+1X4S25+2X4S26+2X4S27+2X4S  
 28+1X4S29+1X4S30+3X4M1+3X4M2+1X4M3+1X4M4+2X4M5+2X4M  
 6+3X4M7+3X4M8+3X4M9+3X4M10+3X4M11+3X4M12+3X4M13+4X4  
 M14+4X4M15+3X4M16+3X4M17+4X4M18+3X4M19+3X4M20+2X4M2  
 1+3X4M22+3X4M23+3X4M24+4X4M25+3X4M26+4X4M27+4X4M28+  
 3X4M29+3X4M30+2X5P1+2X5P2+2X5P3+2X5P4+1X5P5+1X5P6+1  
 X5P7+4X5P8+2X5P9+2X5P10+1X5P11+1X5P12+1X5P13+1X5P14  
 +1X5P15+2X5P16+2X5P17+1X5P18+1X5P19+1X5P20+1X5P21+2  
 X5P22+2X5P23+1X5P24+2X5P25+1X5P26+1X5P27+1X5P28+2X5  
 P29+2X5P30+1X5S1+1X5S2+3X5S3+3X5S4+2X5S5+2X5S6+2X5S  
 7+2X5S8+1X5S9+1X5S10+2X5S11+2X5S12+2X5S13+2X5S14+2X  
 5S15+1X5S16+1X5S17+2X5S18+2X5S19+2X5S20+3X5S21+1X5S  
 22+1X5S23+2X5S24+1X5S25+2X5S26+2X5S27+2X5S28+1X5S29  
 +1X5S30+3X5M1+3X5M2+1X5M3+1X5M4+4X5M5+4X5M6+3X5M7+3  
 X5M8+3X5M9+3X5M10+3X5M11+3X5M12+3X5M13+4X5M14+4X5M1  
 5+3X5M16+3X5M17+4X5M18+3X5M19+3X5M20+2X5M21+3X5M22+  
 3X5M23+3X5M24+4X5M25+3X5M26+4X5M27+4X5M28+3X5M29+3X  
 5M30+1X6P1+1X6P2+1X6P3+3X6P4+1X6P5+3X6P6+3X6P7+1X6P  
 8+1X6P9+.....+3X24M30

(5.8)

### 5.2.4 Variabel tambahan

Terdapat variabel yang ditambahkan pada aplikasi untuk memastikan eksekusi aplikasi berjalan sesuai keinginan. Variabel tambahan yang digunakan di sini adalah “INT, “Nama Variabel”” . Variabel INT ini digunakan untuk

memastikan bahwa variabel yang digunakan akan bernilai *binary* yaitu 1 atau 0. Berikut sepenggal bagian dari penggunaan “INT”

```

INT X1P1
INT X1P2
INT X1P3
INT X1P4
INT X1P5
INT X1P6
INT X1P7
INT X1P8
INT X1P9
INT X1P10

```

(5.9)

### 5.3 Pemodelan Variable Neighborhood Search dengan VBA Excel

Pemodelan implementasi algoritma *Variable Neighborhood Search* menggunakan salah satu bagian dari Microsoft Excel yaitu VBA Excel. Sesuai dengan Flowchart yang telah dibuat, berikut tahapan-tahapan yang ada pada *script*.

#### 5.3.1 Mendefinisikan neighborhood

Yang paling pertama dilakukan adalah mengenerate sebuah array sebagai representasi dari Neighborhood. Lalu Array tersebut akan diacak untuk pemilihan  $k \leftarrow 1$  secara random hingga Kmax. Berikut script yang digunakan

```

Sub ShuffleArrayInPlace(InArray As Variant)
    Dim N As Long
    Dim Temp As Variant
    Dim J As Long
    Randomize
    For N = LBound(InArray) To UBound(InArray)
        J = CLng(((UBound(InArray) - N) * Rnd)
+ N)
        If N <> J Then
            Temp = InArray(N)
            InArray(N) = InArray(J)
            InArray(J) = Temp

```

```

End If
Next N
End Sub
tes = Array("0", "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")
ShuffleArrayInPlace tes

```

**(5.10)**

### 5.3.2 Inisialisasi solusi

Solusi yang telah didapatkan dari *Integer Linear Programming* dipindahkan masuk ke dalam excel untuk diolah menggunakan VBA Excel. Tampilan solusi awal dapat dilihat pada tabel

Tabel 5. 2Hasil Jadwal Perawat ILP sebagai Solusi Awal

Nama Perawat	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			
Santi Tihan	m	m	l	s	l	p	p	m	m	l	l	p	p	m	m	l	l	p	p	m	m	l	l	p	p	m	m	l	l	p	p	m	l
Murtini	p	p	p	p	l	l	p	p	p	l	p	l	l	p	p	p	l	p	p	p	p	s	p	l	m	l	p						
Selfianty Nawil	l	s	s	p	m	m	l	l	p	s	m	m	l	l	p	s	m	m	l	p	l	s	l	s	m	m	l	p	l	s	s	l	
Rahmayanti	s	s	m	m	l	l	p	l	s	s	p	p	s	l	s	s	s	p	p	l	l	s	s	l	s	p	l	s	s	l			
Nurdiana	s	s	m	l	l	m	l	s	s	s	p	l	s	p	s	s	l	p	l	m	l	s	p	s	p	p	l	s	l				
Mursaha	l	l	s	s	s	s	s	s	l	s	s	l	m	l	s	l	s	s	s	p	s	l	s	s	l	s	s	l	s	s	l	s	
Rusdaliah	p	p	p	l	p	m	l	p	l	p	l	m	m	l	s	s	l	p	m	l	p	p	l	p	m	l	p						
Firdaus	m	l	s	m	l	p	m	m	m	l	l	m	m	m	l	l	m	m	m	l	l	m	m	l	m	m	l	m	l	m	l	m	
Nirmalasari	m	m	l	p	s	l	l	l	s	s	p	s	s	l	l	s	s	s	s	s	s	l	l	s	p	s	s	l	s	s	l	s	
Nurul Muhlisa	p	p	l	p	s	s	l	p	p	p	p	p	l	l	p	p	l	p	p	p	l	l	m	l	p	p	p	p	l	m			
Ety Nurmala	s	l	p	l	p	s	s	l	l	p	s	p	p	s	p	l	l	p	p	p	s	s	s	m	l	l	p	s	l	p			
Irma Tahir	l	l	p	p	p	p	s	l	m	m	l	p	p	l	p	p	m	l	p	l	p	p	p	p	p	p	p	l	p				
Marwah	p	p	l	p	p	p	l	p	p	l	p	p	p	l	l	p	p	p	p	m	l	p	p	p	l	s	p	l	p	l			
Dewi Satriana	p	p	l	p	l	p	p	p	l	l	p	p	p	p	p	p	l	p	p	l	p	p	p	s	p	m	l	l	p	l			
Ety Nurmiyanti	s	p	p	l	p	l	s	p	p	l	l	p	s	p	p	l	m	l	p	s	p	p	s	p	l	l	p	s	l				
Rakhma	l	l	p	s	s	p	p	s	l	p	l	s	p	p	m	l	p	l	s	s	p	l	l	p	s	s	p	p	p	l			
A Eka	m	l	l	s	s	p	s	l	l	s	s	s	s	s	l	p	l	s	p	p	p	p	p	l	p	s	s	l	p	l			
Awaluddin Nirjal	s	s	s	p	l	l	s	p	p	l	p	p	s	s	m	l	p	l	s	p	l	s	p	l	p	p	l	p	l	p			
Nurhayati	l	m	m	l	s	s	s	s	s	l	l	s	s	s	m	l	s	l	s	s	s	s	s	l	l	s	s	l	p				
Wahdan Hasswan	p	p	s	s	l	l	s	s	l	p	s	s	l	p	p	s	s	l	l	s	l	s	l	s	s	s	l	l	m				
Supriadi	s	s	s	s	l	l	l	m	l	s	s	s	s	s	m	l	s	l	m	m	l	s	l	m	m	l	s	l	p	l			
Nurhana	m	m	l	l	s	p	l	m	l	s	s	s	p	l	m	m	m	l	p	m	l	s	m	l	p	m	l	p	m	l			
Trismayanti	p	s	s	l	m	m	l	p	s	l	m	m	l	p	s	m	l	m	m	l	p	s	m	l	m	m	l	p	l				
Darnawati	s	s	p	l	m	m	l	p	s	l	p	s	l	s	s	m	l	p	m	m	l	l	p	s	p	s	l	s	l	p			

### 5.3.2 Pertukaran dalam 1 kolom

Setelah melakukan shuffle pada Array, berikutnya dilakukan pertukaran antara baris perawat 1 dan baris perawat 2 sesuai dengan range neighborhood yang keluar.

```
Temp = Sheet2.Range(Cells(x, y), Cells(x, y +
u)).Value
```

```
Sheet2.Range(Cells(x, y), Cells(x,
y + u)).Value = Sheet2.Range(Cells(x + w, y),
Cells(x + w, y + u)).Value
```

```
Sheet2.Range(Cells(x + w, y),
Cells(x + w, y + u)).Value = Temp
```

(5.11)

### 5.3.3 Pengecekan constraint

Pengecekan constraint dilakukan untuk memastikan apakah setelah melakukan pertukaran, tidak ada *constraint* yang dilanggar

#### 5.3.3.1 Hard constraint

- 1) Setiap perawat hanya boleh mengisi 1 shift per harinya. Bentuk pemodelan *Hard Constraint* 1 pada VBA Excel ini adalah dengan melakukan pertukaran hanya pada antar perawat dalam hari yang sama yaitu hanya bertukar secara vertikal.
- 2) Setelah selesai shift malam, hanya boleh ada hari libur. Bentuk pemodelan *Hard Constraint* 2 pada VBA Excel terlihat pada script 5.1

```
If Sheet2.Cells(x, y + u).Value = "m"
And Sheet2.Cells(x, y + u + 1).Value =
"s" Or Sheet2.Cells(x, y + u).Value =
"m" And Sheet2.Cells(x, y + u + 1).Value
= "p" Then GoTo SkipLoop2aa
```

(5.12)

- 3) Selalu ada perawat pegawai tetap minimal 1 di setiap shift setiap harinya. Bentuk pemodelan *Hard Constraint* 3 pada VBA Excel adalah dengan cara membagi proses pertukaran menjadi 2 bagian, yaitu

pertukaran antar perawat tetap, dan pertukaran antar perawat non tetap.

- 4) Perawat bekerja 5 hari dalam 1 minggu. Untuk memenuhi *constraint* ini, ada dua hal yang dilakukan. Yang pertama pertukaran dilakukan hanya antar perawat, sehingga tidak mengganggu jumlah hari kerja dan libur untuk setiap minggunya. Kedua, dengan kodingan yang diberlakukan pada hard constraint 5.
- 5) Perawat bekerja 21 hari dalam 1 bulan. Bentuk pemodelan *Hard Constraint 5* ini dilakukan dengan menghitung total jumlah libur dari perawat

```
HitungLibur1 =
Application.WorksheetFunction.CountIf(Sheet2.Range(Cells(x, y), Cells(x, y + u)), "1")
```

```
HitungLibur2 =
Application.WorksheetFunction.CountIf(Sheet2.Range(Cells(x + w, y), Cells(x + w, y + u)), "1")
```

```
If HitungLibur1 <> 9 Or HitungLibur2 <> 9 Then GoTo SkipLoop2ba
```

(5.13)

- 6) Semua perawat harus memiliki shift pagi, siang, dan malam. Bentuk pemodelan *Hard Constraint 6* pada VBA Excel adalah dengan cara menghitung total shift pagi, siang, dan malam yang ada pada perawat yang bertukar. Jika jumlah shift pagi atau siang atau malam berjumlah kurang dari 1 maka akan dilakukan pertukaran ulang dan nilai tidak dihitung

### 5.3.3.2 Soft constraint

- 1) Kebutuhan perawat setiap shift berjumlah 7. Bentuk pemodelan *Soft Constraint 1* pada VBA Excel adalah

dengan cara melakukan pertukaran hanya dilakukan secara vertikal antar perawat dengan perawat.

### **5.3.3 Pertukaran seluruh kolom**

Pencarian nilai terbaik untuk kolom pertama dengan melakukan perulangan pertukaran hingga semua kemungkinan pertukaran didapatkan. Dari semua kemungkinan pertukaran maka dipilih 1 dengan nilai terendah. Kemudian lanjut ke kolom berikutnya hingga semua kolom berhasil dicari

### **5.3.5 Berpindah neighborhood**

Jika tidak ada nilai yang lebih rendah dari pada nilai optimal saat itu maka pencarian akan berpindah ke neighborhood sebelahnya

### **5.3.5 Neighborhood = 1**

Apa bila ditemukan nilai lebih rendah setelah pencarian sebuah neighborhood selesai, maka Neighborhood akan diulang lagi dari 1 dengan urutan jaga terbaik yang baru saja didapatkan.

### **5.3.5 Solusi optimal**

Apa bila Neighborhood telah di*explore* semuanya maka solusi akhir yang didapatkan saat itu merupakan solusi yang paling optimal.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dijelaskan hasil implementasi dari rancangan model yang telah dibuat sebelumnya. Bagian ini akan menjelaskan perbandingan hasil antara menggunakan metode *Integer Linear Programming* saja dengan gabungan *Integer Linear Programming* dan *Variable Neighborhood Search*.

### 6.1 Hasil implementasi Integer Linear Programming

Model *Integer Linear Programming* penjadwalan perawat, diimplementasikan menggunakan aplikasi LINGO dan dieksekusi menggunakan model LINDO yang ada pada LINGO. Berikut merupakan bentuk jadwal perawat yang diolah menggunakan *Integer Linear Programming*.

Tabel 6. 1 Jadwal Perawat Metode ILP

Nama Perawat	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			
Santi Tihan	m	m	l	s	l	p	p	m	m	m	l	l	p	p	m	m	l	l	p	p	m	l	l	p	p	m	l	l	p	p	m	l	
Murtini	l	s	s	p	p	m	l	l	p	s	m	m	m	l	l	p	s	m	m	l	p	s	m	l	p	l	s	m	m	l	l	p	
Selfianty Nawil	p	p	p	p	l	l	s	p	p	p	p	l	p	l	p	p	p	l	p	m	l	p	p	p	p	l	p	l	p	l	p	l	
Rahmayanti	s	s	m	m	m	l	l	s	s	s	p	l	l	p	s	s	s	s	l	l	m	l	s	p	s	p	l	s	l	s	l	s	
Nurdiana	s	s	m	m	l	p	l	l	s	s	l	p	p	s	p	s	p	l	p	l	s	s	p	s	l	l	p	s	l	l	p	s	l
Mursaha	l	l	s	s	s	s	m	l	l	s	s	s	m	l	s	l	s	s	s	s	p	l	l	s	s	s	m	l	s	m	l	m	
Rusdaliah	p	p	l	l	p	m	m	l	p	s	l	p	m	m	m	l	p	l	p	m	m	l	l	p	m	m	l	p	m	l	p	s	
Firdaus	m	m	l	m	m	l	p	m	l	m	m	m	l	p	m	l	m	m	l	p	l	m	m	m	l	p	l	s	l	p	l	s	
Nirmalasari	m	m	l	s	p	s	l	l	s	l	s	p	s	l	l	s	s	s	s	p	s	p	l	l	s	p	s	m	l	p	s	l	
Nurul Muhlisa	p	p	l	p	s	l	p	p	l	l	m	m	l	p	l	p	p	m	l	p	p	s	p	m	l	p	p	p	p	l	m	l	
Ety Nurmala	s	l	p	l	p	s	s	l	l	p	p	p	p	s	m	l	l	p	p	p	s	s	s	l	l	p	s	l	p	s	l	p	
Irma Tahir	l	l	p	p	p	p	s	l	p	p	m	l	p	p	l	p	p	m	l	p	l	s	p	l	p	l	p	s	l	p	s	l	
Marwah	p	p	p	l	p	l	p	s	l	p	l	m	l	p	p	l	p	p	p	p	p	p	p	p	l	p	p	l	p	p	l	p	l
Dewi Satriana	p	p	p	l	l	p	p	p	l	s	p	p	l	p	p	l	p	p	l	p	p	s	l	p	p	m	l	s	p	l	p	l	
Ety Nurmiyanti	s	p	l	p	l	p	m	l	p	p	m	l	p	p	s	p	p	m	l	l	p	s	p	l	p	m	l	p	s	l	p	s	l
Rakhma	l	l	p	s	p	p	s	l	p	l	p	s	p	l	l	p	s	s	p	s	l	l	p	s	s	p	p	l	m	l	p	s	l
A Eka	l	l	s	s	s	s	s	s	l	s	l	s	s	s	s	l	p	l	s	p	p	m	l	p	l	s	p	s	l	s	l	s	
Awaluddin Nirjal	s	s	s	p	l	l	s	p	p	m	l	l	p	s	s	s	p	p	l	l	s	p	p	p	p	l	l	s	l	p	s	l	p
Nurhayati	l	m	m	l	s	s	p	s	m	l	l	s	s	m	m	l	m	l	s	s	m	l	l	s	s	m	l	l	s	s	l	m	
Wahdan Hasswan	s	p	m	l	s	s	l	m	m	l	p	s	s	l	p	p	m	l	s	l	s	l	l	s	l	s	s	s	s	s	m	l	
Supriadi	p	s	s	l	s	l	s	m	m	l	s	s	l	s	p	s	m	l	s	l	m	m	l	s	l	s	m	l	s	l	s	l	m
Nurhana	m	l	l	m	m	m	l	m	m	l	p	m	m	l	s	m	l	m	l	s	m	l	l	s	s	m	m	m	m	l	p	s	l
Trismayanti	p	s	l	l	p	p	p	p	s	l	m	m	l	p	s	l	m	m	l	p	s	l	m	m	l	p	s	l	m	m	l	p	l
Darmawati	s	s	p	l	m	m	l	p	s	l	p	s	l	s	s	m	l	p	s	m	l	l	p	s	p	s	l	s	l	p	s	l	p

Keterangan : p (Pagi), s (Siang), m (Malam), l (Libur)

## 6.2 Hasil Impelementasi Gabungan Variable Neighborhood Search Dan Integer Linear Programming

Berikut merupakan hasil pembuatan jadwal dengan menggunakan gabungan ILP dan VNS.

Tabel 6. 2 jadwal Perawat metode gabungan ILP dan VNS

Nama Perawat	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					
Santi Tihan	m	m	l	s	l	p	p	m	m	l	l	p	p	m	m	l	l	p	p	m	m	l	l	p	p	m	l	l	p	p	m	l			
Murtini	p	p	p	p	l	p	l	p	s	p	p	l	l	m	l	p	p	l	p	p	p	p	p	p	l	p	l	p	l	p	l	p	l		
Selfianty Nawil	p	s	s	l	p	m	l	l	p	s	m	m	m	l	l	p	s	m	m	m	l	p	l	s	m	m	m	l	l	m					
Rahmayanti	s	s	m	m	l	l	l	l	s	s	l	s	p	s	p	s	p	l	p	l	p	l	s	s	p	s	l	l	s	l	s	l	s		
Nurdiana	s	s	m	m	l	l	s	s	s	l	p	p	l	p	s	s	l	l	m	l	s	p	s	p	p	l	s	l							
Mursaha	l	l	s	s	s	s	m	l	s	s	s	s	s	l	s	l	s	l	s	s	l	s	l	s	s	s	s	l	s	s	s	m	l	p	
Rusdaliah	p	p	p	l	l	m	m	l	p	p	l	p	m	m	l	p	l	p	m	l	p	s	l	p	m	l	p	m	l	p					
Firdaus	m	l	s	p	p	l	p	l	l	p	p	p	s	p	m	l	s	l	p	s	p	m	l	s	p	p	l	p	s	l					
Nirmalasari	m	m	l	s	p	s	l	l	l	s	s	p	s	s	l	l	s	s	s	s	s	s	l	l	s	p	s	m	l	s					
Nurul Muhlisa	p	p	l	p	s	s	l	p	p	l	m	l	m	m	l	p	p	p	l	p	l	m	l	p	l	p	p	m	l	m					
Ety Nurmala	s	l	p	l	p	s	m	l	l	p	p	p	s	p	l	p	p	s	s	s	l	p	p	s	s	s	l	l	p	s	l	p			
Irma Tahir	l	l	p	p	p	p	m	l	m	m	m	l	p	p	l	p	p	m	l	p	l	l	p	p	p	p	p	l	s						
Marwah	l	p	p	p	l	p	p	p	p	l	p	l	m	l	p	p	p	p	l	p	p	l	p	p	l	p	l	p	l	s	p	p	l		
Dewi Satriana	p	p	l	p	p	p	l	p	p	l	p	l	p	l	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	s	m	l	l	p	l				
Ety Nurmiyanti	s	p	l	p	l	p	m	l	p	p	p	m	l	p	s	p	p	m	l	l	p	s	m	l	m	m	l	p	s	l					
Rakhma	l	l	p	s	s	p	p	p	l	l	s	s	p	p	s	l	l	s	s	s	s	l	l	s	s	s	p	p	l	m					
Å Eka	l	m	l	s	s	s	l	s	s	s	s	s	l	s	l	p	l	s	s	p	l	p	l	s	p	s	l	s							
Awaluddin Nirjal	s	s	s	s	l	p	l	s	p	l	p	l	p	p	s	s	m	l	p	l	s	p	p	p	p	l	l	s	l						
Nurhayati	l	m	m	l	s	s	p	s	m	m	l	l	s	s	m	m	l	m	l	s	l	s	l	s	l	s	s	l	m						
Wahdan Hasswan	s	p	m	l	s	l	s	m	m	l	p	s	l	s	p	p	m	l	s	l	s	s	l	m	l	s	s	s	m						
Supriadi	p	s	l	s	l	s	m	m	m	l	s	l	s	p	m	l	s	l	m	m	m	m	l	s	l	s	m	l							
Nurhana	m	l	s	m	m	l	p	s	l	s	m	l	s	p	m	l	m	l	s	p	m	m	m	m	l	l	p	m	l						
Trismayanti	p	s	l	m	m	l	p	s	m	l	m	l	p	s	l	m	m	l	p	s	l	m	m	l	p	s	l	m	m	l	p	l			
Darmawati	s	s	p	l	m	m	l	p	s	l	p	s	l	s	s	m	l	p	m	m	l	l	p	s	p	s	l	s	l	p					

Keterangan : p (Pagi), s (Siang), m (Malam), l (Libur)

## 6.3 Perbandingan Hasil Kedua Metode

Perbandingan kedua metode dilihat dari kualitas hasil yang didapatkan yaitu dari *Constraint* yang dilanggar dan nilai preferensi dari kedua perawat.

### 6.3.1 Perbandingan constraint

Berikut merupakan perbandingan *Constraint* antara metode *Integer Linear Programming* dan gabungan *Integer Linear Programming* dan *Variable Neighborhood Search*.

#### 6.3.1.1 Perbandingan hard constraint

Berikut tabel perbandingan pada *Hard Constraint*

Tabel 6. 3 Pemenuhan Hard Constraint

Constraint	ILP	Gabungan ILP dan VNS
HCS1	Terpenuhi	Terpenuhi
HCS2	Terpenuhi	Terpenuhi
HCS3	Terpenuhi	Terpenuhi
HCS4	Terpenuhi	Terpenuhi
HCS5	Terpenuhi	Terpenuhi
HCS6	Terpenuhi	Terpenuhi

Penjelasan

Hard Constraint

- 1) Setiap perawat hanya boleh mengisi 1 shift per harinya. Dari hasil pembuatan jadwal menggunakan 2 metode tersebut, tidak ada pelanggaran terhadap *Constraint* ini.
- 2) Setelah selesai shift malam, hanya boleh ada hari libur. Dari hasil pembuatan jadwal menggunakan 2 metode tersebut, tidak ada pelanggaran terhadap *Constraint* ini.
- 3) Selalu ada perawat pegawai tetap minimal 1 di setiap shift setiap harinya. Dari hasil pembuatan jadwal menggunakan 2 metode tersebut, tidak ada pelanggaran terhadap *Constraint* ini.
- 4) Perawat bekerja 5 hari dalam 1 minggu. Dari hasil pembuatan jadwal menggunakan 2 metode tersebut, tidak ada pelanggaran terhadap *Constraint* ini.
- 5) Perawat bekerja 21 hari dalam 1 bulan. Dari hasil pembuatan jadwal menggunakan 2 metode tersebut, tidak ada pelanggaran terhadap *Constraint* ini.
- 6) Semua perawat harus memiliki shift pagi, siang, dan malam. Dari hasil pembuatan jadwal menggunakan 2 metode tersebut, tidak ada pelanggaran terhadap *Constraint* ini.

### 6.3.1.2 Perbandingan soft constraint

Berikut perbandingan pada *Soft Constraint*



### 6.3.1 Perbandingan nilai preferensi

Perbandingan nilai preferensi dilakukan untuk mengetahui nilai preferensi terendah yang mana. Nilai preferensi merupakan akumulasi dari nilai hari dan shift jaga untuk setiap perawat yang didapatkan dari kuisioner. Nilainya dapat dilihat pada tabel 6.6

Tabel 6. 6 Perbandingan Nilai Preferensi

ILP	Gabungan ILP dan VNS
897	897

Tidak terdapat selisih nilai preferensi antara ILP dan gabungan ILP dan VNS. Hal ini membuktikan bahwa solusi yang didapatkan oleh ILP sudah merupakan solusi yang paling optimal dan tidak dapat ditingkatkan lebih jauh lagi.

### 6.4 Analisis kesesuaian jadwal dengan preferensi

Untuk mengetahui tingkat akurasi jadwal dengan preferensi perawat, maka diperlukan analisis perbandingan preferensi perawat dengan hasilnya. Cara membandingkan akan dilakukan dengan membandingkan nilai total preferensi terkecil dari setiap orang. Nilai preferensi waktu jaga terkecil diambil setiap harinya lalu dijumlah. Setelah itu dibandingkan dengan total nilai pada jadwal yang sekarang. Untuk hari libur, dengan asumsi bahwa hari libur merupakan hari yang sangat disukai maka hari libur akan diisi dengan nilai preferensi waktu jaga terendah dari hari orang tersebut. Tidak menggunakan nilai “0” agar nilai jadwal yang dibuat tidak lebih rendah dari nilai jadwal terfavorit setiap orang. Perbandingan nilai dapat dilihat pada tabel 6.7.

Tabel 6. 7 Perbandingan nilai preferensi ideal dan ILP setiap perawat

Nama Perawat	Jadwal Ideal	Jadwal ILP	Selisih	Persentase Selisih
<b>Santi Tihan</b>	74	74	0	0%
<b>Murtini</b>	30	33	3	10%
<b>Selfianty Nawil</b>	51	68	17	33%
<b>Rahmayanti</b>	32	36	4	13%
<b>Nurdiana</b>	31	34	3	10%
<b>Mursaha</b>	60	64	4	7%
Rusdaliah	38	40	2	5%
Firdaus	45	47	2	4%
Nirmalasari	70	71	1	1%
Nurul Muhlisa	36	45	9	25%
Ety Nurmala	62	64	2	3%
Irma Tahir	65	67	2	3%
Marwah	30	35	5	17%
Dewi Satriana	30	33	3	10%
Ety Nurmiyanti	61	64	3	5%
Rakhma	66	70	4	6%
A Eka	69	75	6	9%
Awaluddin Nirjal	60	61	1	2%
Nurhayati	58	58	0	0%
Wahdan Hasswan	82	82	0	0%
Supriadi	80	81	1	1%
Nurhana	82	82	0	0%

Trismayanti	51	51	0	0%
Darmawati	54	55	1	2%

Berdasarkan tabel 6.7, ditemukan bahwa selisih nilai preferensi dari keinginan terbaik setiap perawat paling tinggi hanya sebesar 33% oleh Selfianty Nawil. Selisih nilai preferensi dengan jadwal ideal adalah sebesar 17 poin. Lalu selisih terendah adalah 0% yang berarti jadwal yang dibuat merupakan jadwal yang sama persis dengan keinginan perawat. Perawat tersebut adalah Santi Tihan, Nurhayati, Wahdan Hasswan, Nurhana, dan Trismayanti. Perbandingan hanya digunakan perbandingan setiap orang dimana pada jadwal ideal tidak mempertimbangkan constraint-constraint yang ada sehingga perbandingan secara keseluruhan tidak dapat dilakukan. Perbandingan hanya dilakukan pada ILP dikarenakan bentuk jadwal dari ILP dan gabungan ILP dan VNS sama persis.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## **BAB VII**

### **SARAN DAN KESIMPULAN**

Pada bab ini akan dibahas mengenai kesimpulan yang dapat diambil dari semua proses yang telah dilakukan dan saran yang dapat diberikan untuk pengembangan dari Tugas Akhir ini

#### **7.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari Tugas Akhir ini adalah pembuatan jadwal yang optimal dapat dilakukan dengan menggunakan metode Integer Linear Programming dan gabungan Integer Linear Programmin dengan Variable Neighborhood Search. Semua *Hard Constraint* tidak ada yang dilanggar oleh kedua metode, dan *Soft Constraint* ada yang dilanggar dan ada yang terpenuhi. Jadwal yang dibuat telah menyesuaikan dengan preferensi perawat. Tidak terdapat selisih antara gabungan metode ILP dan VNS dengan cara melakukannya secara terpisah. Nilai preferensi yang didapatkan sama, sebesar 897 poin.

#### **7.2 Saran**

Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan dari Tugas Akhir ini adalah

- Penelitian ini hanya menggunakan 2 metode yaitu *Integer Linear Programming* dan *Variable Neighborhood Search*. Penelitian selanjutnya dapat mencoba menggunakan metode lain seperti Goal Programming dan melakukan perbandingan dengan metode ini untuk menemukan metode terbaik dalam penjadwalan perawat
- Penelitian ini pemrosesan metode gabungan *Integer Linear Programming* dan *Variable Neighborhood Search* dilakukan secara terpisah dimana *Integer Linear Programming* dieksekusi menggunakan aplikasi LINGO lalu hasilnya kemudian diproses

oleh *Variable Neighborhood Search* menggunakan VBA Excel. Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat membuat kedua algoritma dalam 1 program dengan menggunakan aplikasi yang mendukung hal tersebut seperti Matlab sehingga durasi proses juga bisa menjadi perbandingan untuk mendapatkan metode terbaik.

- Skala penjadwalan yang diperluas di mana penelitian ini hanya membuat jadwal untuk perawat ada Instalasi Gawat Darurat. Pada penelitian berikutnya dapat menjadwalkan untuk bagian-bagian rumah sakit lainnya seperti pada bagian bangsal atau ruang operasi.

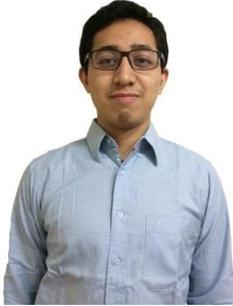
## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rumah Sakit Ibnu Sina, "Sejarah RS Ibnu Sina," [Online]. Available: [http://www.rsibnusina.or.id/?page\\_id=75](http://www.rsibnusina.or.id/?page_id=75). [Diakses 12 January 2017].
- [2] S. B. Hidayatullah Pratama A., "Optimasi Nurse Scheduling Problem (Studi Kasus RSUD Dr. Soetomo Surabaya)," *Jurnal Teknik*, pp. 1-6, 2014.
- [3] M. K. R. Indonesia, *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia*, Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2009.
- [4] M. T. E. Hariandja, *Manajemen Sumber Daya Manusia Pengadaan, Pengembangan, Pengkompensasian, Peningkatan Produktivitas Pegawai*, Jakarta: Grafindo, 2009.
- [5] Y. C., "Management Science," *Reader and Research Guide, SS College, Areacode*, 2016.
- [6] J. Junkeirmer, "The Nurse Scheduling Problem".
- [7] M. K. C. T.C.Wong, "A two-stage heuristic approach for nurse scheduling problem: A case study in an emergency department," *Computer & Operations Research*, vol. 51, pp. 99-110, 2014.
- [8] J. Thornton, "Nurse Rostering and Integer Programming Revisited".
- [9] H. I. Takayuki Osogami, "Classification of Various Neighborhood Operations for the Nurse Scheduling Problem," 2000.
- [10] S. H. L. Chang-Chun Tsai, "A two stage modeling with genetic algorithms for the nurse scheduling problem," *Expert Systems*

*with Application*, vol. 36, pp. 9506-9512, 2009.

- [11] K. A. J. L. Erfan Rahimian, "A hybrid Integer Programming and Variable Neighborhood Search algorithm to solve Nurse Rostering Problems," *European Journal of Operational Research*, pp. 1-13, 2016.
- [12] J. L. Edmund K. Burke, "A Hybrid model of integer programming and variable neighborhood search for highly-constrained nurse rostering problem," *European Journal of Operational Research*, vol. 203, pp. 484-493, 2010.
- [13] B. W. Taylor, *Introduction to Management Science*, 11<sup>th</sup> penyunt., Pearson, 2013.
- [14] E. HARTANTO, "Staff Gunadarma," [Online]. Available: [http://eko\\_hartanto.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/folder/0.0](http://eko_hartanto.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/folder/0.0). [Diakses 4 January 2017].
- [15] E.-G. Talbi, *Metaheuristic*, A John Wiley & Sons, Inc, 2009.
- [16] N. M. Pierre hansen, "Variable neighborhood search: Principles and Applications," *European Journal of Operational Research*, vol. 130, pp. 449-467, 2001.
- [17] Republik Indonesia, *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4*, 2009.
- [18] A. A. Constantino, "A Variable Neighbourhood Search for Nurse Scheduling with Balanced," *International Conference on Enterprise Information Systems*, vol. 17, pp. 462-470, 2015.

## BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Muhammad Asrar Amir, lahir di Ujung Pandang, 18 September 1995. Penulis merupakan anak ke tiga dari pasangan suami istri Amir Zainuddin dan Suliati P. Riwayat Pendidikan penulis yaitu TK Pertiwi, SD Islam Athirah Makassar, SMP Islam Athirah Makassar, SMA Negeri 17 Makassar dan akhirnya penulis masuk menjadi mahasiswa Sistem Informasi angkatan

2013 melalu jalur SNMPTN pada Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis sempat mengikuti Organisasi Marching Band Gema Suara 17 dan menjadi anggota Kerukunan Remaja Mesjid pada saat menempuh Pendidikan SMA. Selama perkuliahan, penulis aktif sebagai panitia kegiatan baik tingkat jurusan maupun fakultas dengan menjadi panitia Information System Expo (ISE), FTIf Journey, dan LKMM Tingkat Menengah FTIf 20 15. Penulis juga aktif berorganisasi di Badan Eksekutif Mahasiswa FTIf di mana penulis sempat menjabat sebagai kepala biro internal.

DiJurusan Sistem Informasi, penulis mengambil bidang minat Rekayasa Data dan Integelgnsia Bisnis. Penulis dapat dihubunga melalui email [Asraramir18@gmail.com](mailto:Asraramir18@gmail.com)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## LAMPIRAN A : SCRIPT VNS PADA VBA EXCEL

Script Variable Neighborhood Search pada  
VBA EXCEL

```
Sub ShuffleArrayInPlace(InArray As  
Variant)
```

```
.....  
.....
```

```
' ShuffleArrayInPlace
```

```
' This shuffles InArray to random order,  
randomized in place.
```

```
.....  
.....
```

```
    Dim N As Long
```

```
    Dim Temp As Variant
```

```
    Dim J As Long
```

```
    Randomize
```

```
    For N = LBound(InArray) To  
UBound(InArray)
```

```
        J = CLng(((UBound(InArray) - N) *  
Rnd) + N)
```

```
        If N <> J Then
```

```
            Temp = InArray(N)
```

```
            InArray(N) = InArray(J)
```

```
            InArray(J) = Temp
```

```
        End If
    Next N
End Sub
Sub macrol()

'Dim temp As String
Dim aa, x, y, z, w, a1, a2, a3, a4 As Long
Dim HitungLibur1, HitungLibur2 As Long
Dim HitungP1, HitungP2 As Long
Dim HitungS1, HitungS2 As Long
Dim HitungM1, HitungM2 As Long
Dim StartTime As Double
Dim SecondsElapsed As Double

StartTime = Timer

'Jumlah iterasi yang dilakukan

'Iterasi akan terus dilakukan dari k = 1
hingga k = 30 di mana ketika k = 30 akan
kembali ke k = 1 dengan best value yang
didapatkan.

'Swap dengan 1 cell hingga menemukan best
value pada 1 cell lalu lanjut ke 2 cell
```

'Neighborhood terdiri dari 30 neighborhood yang dimana perbedaan setiap swap adalah jumlah range yang digunakan untuk melakukan swap.

'Range swap yang digunakan direpresentasikan dalam array yang nantinya akan dirandom untuk memenuhi proses shake pada algoritma VNS

```
tes = Array("0", "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")
```

'Iterasi Nk2

```
For a2 = 1 To 3
```

'Array Tes shuffle untuk mendapatkan hasil random.

'Setiap terdapat best optimal akan dilakukan shake sekali lagi

```
tes = Array("0", "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")
```

```
ShuffleArrayInPlace tes
```

```
For ar = 1 To 30
```

```
'Setiap array yang telah dirandom akan
digunakan sebagai range
```

```
    u = tes(ar - 1)
```

```
'For u = 0 To 29
```

```
'u = 0
```

```
For y = 3 To 33 - u
```

```
'y = 3
```

```
z = 1
```

```
For aa = 1 To 2
```

```
    For x = 2 To 7
```

```
        'x = 2
```

```
            For w = 1 To 6 - z
```

```
                'Melakukan Swap Pertama
```

```
                Temp = Sheet2.Range(Cells(x,
y), Cells(x, y + u)).Value
```

```
                Sheet2.Range(Cells(x, y),
Cells(x, y + u)).Value =
Sheet2.Range(Cells(x + w, y), Cells(x + w,
y + u)).Value
```

```
                Sheet2.Range(Cells(x + w, y),
Cells(x + w, y + u)).Value = Temp
```

'Jika jumlah HitungLibur1 atau HitungLibur 2 tidak sama dengan 9 setelah swap

'Berarti ada yang kelebihan atau kekurangan libur skip langsung swap kembali

```
HitungLibur1 =
Application.WorksheetFunction.CountIf(Sheet2.Range(Cells(x, y), Cells(x, y + u)),
"1")
```

```
HitungLibur2 =
Application.WorksheetFunction.CountIf(Sheet2.Range(Cells(x + w, y), Cells(x + w, y + u)), "1")
```

```
If HitungLibur1 <> 9 Or
HitungLibur2 <> 9 Then GoTo SkipLoop2aa
```

'jika cell pada row sesudah m adalah p atau s maka swap kembali

```
If Sheet2.Cells(x, y +
u).Value = "m" And Sheet2.Cells(x, y + u +
1).Value = "s" Or Sheet2.Cells(x, y +
u).Value = "m" And Sheet2.Cells(x, y + u +
1).Value = "p" Then GoTo SkipLoop2aa
```

```
If Sheet2.Cells(x, y).Value =
"p" And Sheet2.Cells(x, y - 1).Value = "m"
Or Sheet2.Cells(x, y).Value = "s" And
Sheet2.Cells(x, y - 1).Value = "m" Then
GoTo SkipLoop2aa
```

```

        If Sheet2.Cells(x + w, y +
u).Value = "m" And Sheet2.Cells(x + w, y +
u + 1).Value = "s" Or Sheet2.Cells(x + w,
y + u).Value = "m" And Sheet2.Cells(x + w,
y + u + 1).Value = "p" Then GoTo
SkipLoop2aa

```

```

        If Sheet2.Cells(x + w,
y).Value = "p" And Sheet2.Cells(x + w, y -
1).Value = "m" Or Sheet2.Cells(x + w,
y).Value = "s" And Sheet2.Cells(x + w, y -
1).Value = "m" Then GoTo SkipLoop2aa

```

'Hitung nilai variabel p,s,m.  
Jika bernilai 0 maka swap kembali

```

        HitungP1 =
Application.WorksheetFunction.CountIf(Shee
t2.Range(Cells(x, 3), Cells(x, 32)), "p")

```

```

        HitungP2 =
Application.WorksheetFunction.CountIf(Shee
t2.Range(Cells(x + w, 3), Cells(x + w,
32)), "p")

```

```

        If HitungP1 = 0 Or HitungP2 =
0 Then GoTo SkipLoop2aa

```

```

        HitungS1 =
Application.WorksheetFunction.CountIf(Shee
t2.Range(Cells(x, 3), Cells(x, 32)), "s")

```

```

        HitungS2 =
Application.WorksheetFunction.CountIf(Shee

```

```

t2.Range(Cells(x + w, 3), Cells(x + w,
32)), "s")

        If HitungS1 = 0 Or HitungS2 =
0 Then GoTo SkipLoop2aa

                HitungM1 =
Application.WorksheetFunction.CountIf(Shee
t2.Range(Cells(x, 3), Cells(x, 32)), "m")

                HitungM2 =
Application.WorksheetFunction.CountIf(Shee
t2.Range(Cells(x + w, 3), Cells(x + w,
32)), "m")

                If HitungM1 = 0 Or HitungM2 =
0 Then GoTo SkipLoop2aa

                'Jika pada saat swap ditemukan
value lebih rendah dan tidak melanggar
semua constraint di atas maka, update best
solution

                If Range("BN23").Value<
Range("BN51").Value Then

Range("C30:AF53").Value =
Range("C2:AF25").Value

                End If

                'Jika tidak swap kembali

```

SkipLoop2aa:

```

        Temp = Sheet2.Range(Cells(x,
y), Cells(x, y + u)).Value

        Sheet2.Range(Cells(x, y),
Cells(x, y + u)).Value =
Sheet2.Range(Cells(x + w, y), Cells(x + w,
y + u)).Value

        Sheet2.Range(Cells(x + w, y),
Cells(x + w, y + u)).Value = Temp

```

```

    Next w

```

```

    z = z + 1

```

```

Next x

```

'Cek Solusi terbaik pada perawat tetap pada neighborhood ini

```

If Range("BN51").Value <
Range("BN107").Value Then GoTo CopyLoop2a
Else Exit For

```

CopyLoop2a:

```

Range("C86:AF109").Value =
Range("C30:AF53").Value

Range("C2:AF25").Value =
Range("C30:AF53").Value

    x = 2

```

```
Next aa

'Jika nilai nya sudah sama, lanjut looping
ke kolom berikutnya

    If Range("BN51").Value =
Range("BN107").Value Then GoTo
LanjutLoop2a:

LanjutLoop2a:
Next y

'Perawat Jaga
For y = 3 To 33 - u
'y = 3
z = 1
For aa = 1 To 2
    For x = 8 To 24
        'x = 2
            For w = 1 To 18 - z

                'Swap Pertama

                Temp = Sheet2.Range(Cells(x,
y), Cells(x, y + u)).Value

                Sheet2.Range(Cells(x, y),
Cells(x, y + u)).Value =
Sheet2.Range(Cells(x + w, y), Cells(x + w,
y + u)).Value
```

```
Sheet2.Range(Cells(x + w, y),
Cells(x + w, y + u)).Value = Temp
```

```
'Jika jumlah HitungLibur1 atau
HitungLibur 2 tidak sama dengan 9 setelah
swap
```

```
'Berarti ada yang kelebihan
atau kekurangan libur skip langsung swap
kembali
```

```
HitungLibur1 =
Application.WorksheetFunction.CountIf(Sheet2.Range(Cells(x, y), Cells(x, y + u)),
"1")
```

```
HitungLibur2 =
Application.WorksheetFunction.CountIf(Sheet2.Range(Cells(x + w, y), Cells(x + w, y + u)), "1")
```

```
If HitungLibur1 <> 9 Or
HitungLibur2 <> 9 Then GoTo SkipLoop2ba
```

```
'jika cell pada row sesudah m
adalah p atau s maka swap kembali
```

```
If Sheet2.Cells(x, y +
u).Value = "m" And Sheet2.Cells(x, y + u +
1).Value = "s" Or Sheet2.Cells(x, y +
u).Value = "m" And Sheet2.Cells(x, y + u +
1).Value = "p" Then GoTo SkipLoop2ba
```

```
If Sheet2.Cells(x, y).Value =
"p" And Sheet2.Cells(x, y - 1).Value = "m"
Or Sheet2.Cells(x, y).Value = "s" And
```

```

Sheet2.Cells(x, y - 1).Value = "m" Then
GoTo SkipLoop2ba

        If Sheet2.Cells(x + w, y +
u).Value = "m" And Sheet2.Cells(x + w, y +
u + 1).Value = "s" Or Sheet2.Cells(x + w,
y + u).Value = "m" And Sheet2.Cells(x + w,
y + u + 1).Value = "p" Then GoTo
SkipLoop2ba

        If Sheet2.Cells(x + w,
y).Value = "p" And Sheet2.Cells(x + w, y -
1).Value = "m" Or Sheet2.Cells(x + w,
y).Value = "s" And Sheet2.Cells(x + w, y -
1).Value = "m" Then GoTo SkipLoop2ba

        'Hitung nilai variabel p,s,m.
Jika bernilai 0 maka swap kembali

        HitungP1 =
Application.WorksheetFunction.CountIf(Shee
t2.Range(Cells(x, 3), Cells(x, 32)), "p")

        HitungP2 =
Application.WorksheetFunction.CountIf(Shee
t2.Range(Cells(x + w, 3), Cells(x + w,
32)), "p")

        If HitungP1 = 0 Or HitungP2 =
0 Then GoTo SkipLoop2ba

        HitungS1 =
Application.WorksheetFunction.CountIf(Shee
t2.Range(Cells(x, 3), Cells(x, 32)), "s")

```

```

        HitungS2 =
Application.WorksheetFunction.CountIf(Shee
t2.Range(Cells(x + w, 3), Cells(x + w,
32)), "s")

```

```

        If HitungS1 = 0 Or HitungS2 =
0 Then GoTo SkipLoop2ba

```

```

        HitungM1 =
Application.WorksheetFunction.CountIf(Shee
t2.Range(Cells(x, 3), Cells(x, 32)), "m")

```

```

        HitungM2 =
Application.WorksheetFunction.CountIf(Shee
t2.Range(Cells(x + w, 3), Cells(x + w,
32)), "m")

```

```

        If HitungM1 = 0 Or HitungM2 =
0 Then GoTo SkipLoop2ba

```

'Jika pada saat swap ditemukan value lebih rendah dan tidak melanggar semua constraint di atas maka, update best solution

```

        If Range("BN23").Value <
Range("BN51").Value Then
Range("C30:AF53").Value =
Range("C2:AF25").Value

```

```

        End If

```

'Jika tidak swap kembali  
SkipLoop2ba:

```

        Temp = Sheet2.Range(Cells(x,
y), Cells(x, y + u)).Value

        Sheet2.Range(Cells(x, y),
Cells(x, y + u)).Value =
Sheet2.Range(Cells(x + w, y), Cells(x + w,
y + u)).Value

        Sheet2.Range(Cells(x + w, y),
Cells(x + w, y + u)).Value = Temp

    Next w

    z = z + 1

Next x

'Cek solusi terbaik pada neighborhood ini
bagian perawat non tetap

If Range("BN51").Value<
Range("BN107").Value Then GoTo CopyLoop2b
Else Exit For

CopyLoop2b:

Range("C86:AF109").Value =
Range("C30:AF53").Value

Range("C2:AF25").Value =
Range("C30:AF53").Value

    x = 2

Next aa

```

```
    If Range("BN51").Value =  
    Range("BN107").Value Then GoTo  
    LanjutLoop2b:
```

```
LanjutLoop2b:
```

```
Next y
```

```
'Cek Solusi Negihborhood
```

```
If Range("BN107").Value>=  
Range("BN135").Value Then GoTo NeighS Else  
Exit For
```

```
NeighS:
```

```
Next ar
```

```
UlangK1B:
```

```
If Range("BN107").Value<  
Range("BN135").Value Then  
  
Range("C114:AF137").Value =  
Range("C86:AF109").Value  
  
Range("C2:AF25").Value =  
Range("C86:AF109").Value  
  
Range("C30:AF53").Value =  
Range("C86:AF109").Value
```

```
    a2 = 1
```

```
Else: Exit For
```

```
End If
```

```
Next a2

SecondsElapsed = Round(Timer - StartTime,
2)

MsgBox "Iterasi selesai, waktu yang
dibutuhkan adalah " & SecondsElapsed & "
seconds", vbInformation

End Sub
```

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## LAMPIRAN B : BENTUK KUISONER

### Kuisoner Preferensi Perawat Terhadap Waktu Kerja

Kuisoner ini bertujuan untuk menyelesaikan tugas akhir atau skripsi yang berjudul "Optimasi Penjadwalan Perawat Menggunakan Metode Integer Linear Programming dan Variable Neighborhood Search". Data yang ingin dikumpulkan oleh penulis adalah preferensi perawat yaitu waktu jaga yang disukai atau dtiinginkan oleh perawat terhadap sebuah shift dalam sebuah hari pada jadwal. Nantinya data ini akan diolah sehingga perawat akan ditugaskan terlebih dahulu ke hari dan shift yang disukainya.

Nama Lengkap:

Petunjuk pengisian :

Table 1 Contoh Isian

Hari	1	2
Shift	Senin	Selasa
Pagi	1	3
Siang	4	2
Malam	5	3

Table 2 Contoh Libur

Hari	3	4
Shift	Rabu	Kamis
Pagi	5	5
Siang	5	5
Malam	5	5

Berikut tabel jadwal perawat dimana dimisalkan pada hari pertama adalah hari senin dan seterusnya.

**Tabel diisi dengan waktu jaga sesuai dengan keinginan perawat menggunakan nilai dari 1 hingga 5.**

**Contoh:** Perawat sangat menyukai shift pagi hari 1 sehingga perawat mengisi kotak 1, pagi dengan nilai "1". Perawat tidak menyukai hari ke 1 shift malam, sehingga perawat mengisi kotak 1, malam dengan nilai "5". Perawat ingin mendapatkan libur pada hari 3 dan 4 maka perawat mengisi nilai pada semua shift di hari 3 dan 4 dengan "5".

Keterangan :

1. Sangat suka                      3. Netral                      5. Sangat Tidak Suka.  
2. Suka                              4. Tidak Suka

Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Shift	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu
Pagi										
Siang										
Malam										
Hari	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Shift	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu
Pagi										
Siang										
Malam										
Hari	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Shift	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa
Pagi										
Siang										
Malam										

Data yang telah dimasukkan akan dijaga kerahasiaannya dan hanya digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Terima kasih telah mengisi "

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## LAMPIRAN C : HASIL KUISONER

Perawat 1 SANTI TIHAN											
Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Shift	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	
Pagi	4	3	3	3	3	3	1	1	4	3	3
Siang	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Malam	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3
Hari	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Shift	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	
Pagi	3	3	1	1	3	3	3	3	3	3	1
Siang	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Malam	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	4
Hari	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Shift	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	
Pagi	1	3	3	3	3	3	3	1	1	3	3
Siang	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Malam	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3

Perawat 2 MURTINI											
Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Shift	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	
Pagi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Siang	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3
Malam	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4
Hari	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Shift	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	
Pagi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Siang	3	4	4	4	3	4	3	3	3	4	4
Malam	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4
Hari	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Shift	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	
Pagi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Siang	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4
Malam	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4

Perawat 3 SELFANTY NAWIL											
Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Shift	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	
Pagi	2	1	1	2	1	1	3	3	2	1	1
Siang	3	1	1	3	2	2	4	4	3	1	1
Malam	3	3	3	3	2	2	4	4	3	3	3
Hari	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Shift	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	
Pagi	2	1	1	3	2	2	2	2	1	1	1
Siang	3	2	2	4	3	3	2	3	2	2	2
Malam	3	2	2	4	4	3	3	3	2	2	3
Hari	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Shift	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	
Pagi	1	2	2	1	2	1	1	3	2	2	2
Siang	3	3	3	1	3	2	2	4	3	3	3
Malam	4	4	3	3	3	2	3	4	4	3	3



Perawat 6		Rusdialih									
Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Shift	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	
Pagi	1	1	1	3	1	3	3	1	1	1	
Siang	3	2	2	3	3	2	2	3	2	2	
Malam	2	3	3	3	2	1	1	2	3	3	
Hari	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Shift	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	
Pagi	3	1	3	3	1	1	1	3	1	3	
Siang	3	3	2	2	3	2	2	3	3	2	
Malam	3	2	1	1	2	3	3	3	2	1	
Hari	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Shift	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	
Pagi	3	1	1	1	3	1	3	3	1	1	
Siang	2	3	2	2	3	3	2	2	3	2	
Malam	1	2	3	3	3	2	1	1	2	3	

Perawat 7		Firdaus									
Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Shift	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	
Pagi	4	2	2	2	1	2	1	5	2	1	
Siang	2	3	1	3	3	3	2	2	3	2	
Malam	2	2	3	3	2	4	4	3	3	3	
Hari	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Shift	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	
Pagi	1	1	1	1	4	2	2	2	1	1	
Siang	2	2	2	4	2	3	1	3	2	2	
Malam	3	2	3	4	2	2	3	3	2	3	
Hari	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Shift	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	
Pagi	1	4	2	2	2	1	2	1	5	2	
Siang	2	2	3	1	3	3	3	2	2	3	
Malam	4	2	2	3	3	2	4	4	3	3	

Perawat 8		Nirmalasari									
Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Shift	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	
Pagi	3	2	2	2	1	1	5	5	2	2	
Siang	2	3	2	2	2	1	5	5	2	2	
Malam	2	2	2	3	3	3	5	5	3	3	
Hari	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Shift	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	
Pagi	2	1	1	1	5	5	2	2	2	1	
Siang	2	2	1	1	5	5	2	2	2	1	
Malam	3	2	2	2	5	5	3	3	3	2	
Hari	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Shift	Minggu	Senin	Selasa	5	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	
Pagi	2	2	5	5	2	1	2	2	2	2	
Siang	2	2	5	5	1	2	2	3	2	2	
Malam	3	3	5	5	2	3	3	3	3	3	

Perawat 9		Nurul Muhlisa									
Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Shift	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	
Pagi	1	1	1	1	5	5	1	1	1	1	
Siang	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	
Malam	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	
Hari	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Shift	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	
Pagi	1	1	5	5	1	1	1	1	1	1	
Siang	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Malam	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Hari	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Shift	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	
Pagi	5	5	1	1	1	1	1	1	5	5	
Siang	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Malam	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	

Perawat 10		Ety Nurmala									
Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Shift	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	
Pagi	3	2	1	3	1	1	2	4	4	1	
Siang	1	2	2	2	2	1	2	4	4	2	
Malam	2	3	3	4	2	4	3	4	4	2	
Hari	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Shift	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	
Pagi	1	1	2	2	1	4	4	1	1	3	
Siang	2	2	4	2	2	4	4	2	2	4	
Malam	2	2	4	3	2	4	4	2	2	4	
Hari	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Shift	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	
Pagi	4	4	2	2	5	5	1	1	2	1	
Siang	2	2	2	2	5	5	2	1	2	2	
Malam	4	3	3	2	5	5	3	2	2	3	

Perawat 11		Irma Tahir									
Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Shift	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	
Pagi	3	3	2	2	2	2	1	3	3	2	
Siang	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	
Malam	4	4	3	3	3	4	3	3	4	3	
Hari	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Shift	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	
Pagi	2	2	2	1	2	3	2	2	2	2	
Siang	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	
Malam	3	2	4	3	4	4	3	3	2	4	
Hari	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Shift	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	
Pagi	1	3	3	2	2	2	2	1	3	3	
Siang	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	
Malam	3	4	4	3	3	3	4	3	4	4	





Perawat 18		Nurhayati									
Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Shift	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	
Pagi	4	2	3	3	4	2	1	4	2	3	
Siang	2	2	2	3	2	2	1	2	2	2	
Malam	3	2	2	3	2	5	3	3	2	2	
Hari	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Shift	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	
Pagi	3	4	1	1	4	2	3	3	4	2	
Siang	3	2	1	1	2	2	2	3	2	2	
Malam	3	2	3	3	3	2	2	3	2	5	
Hari	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Shift	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	
Pagi	1	4	2	3	3	4	1	1	4	2	
Siang	1	2	2	2	3	2	1	1	2	2	
Malam	3	3	2	2	3	2	3	3	3	2	

Perawat 19		Wahdan Haswan									
Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Shift	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	
Pagi	2	2	3	3	4	4	4	3	3	3	
Siang	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	
Malam	4	4	3	3	3	4	4	3	3	3	
Hari	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Shift	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	
Pagi	3	4	4	4	2	2	3	3	4	4	
Siang	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	
Malam	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4	
Hari	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Shift	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	
Pagi	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	
Siang	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	
Malam	4	4	4	3	3	3	4	4	3	3	

Perawat 21		Nurhana									
Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Shift	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	
Pagi	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	
Siang	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Malam	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	
Hari	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Shift	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	
Pagi	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	
Siang	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Malam	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	
Hari	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Shift	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	
Pagi	1	3	3	3	3	3	3	1	3	3	
Siang	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Malam	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	

Perawat 22		Trismayanti									
Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Shift	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	
Pagi	1	2	3	3	1	1	1	1	2	3	
Siang	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	
Malam	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	
Hari	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Shift	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	
Pagi	3	1	1	1	1	2	3	3	1	1	
Siang	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	
Malam	3	1	1	3	3	3	3	3	1	1	
Hari	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Shift	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	
Pagi	1	1	2	3	3	1	1	1	1	2	
Siang	5	3	2	3	3	2	3	3	3	2	
Malam	5	3	3	3	3	1	1	3	3	3	

Perawat 23		Darnawati									
Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Shift	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	
Pagi	4	2	1	3	4	1	5	2	3	2	
Siang	1	1	3	2	3	2	5	4	1	3	
Malam	2	3	3	3	2	1	5	3	2	2	
Hari	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Shift	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	
Pagi	1	4	5	1	4	3	3	1	4	2	
Siang	3	1	5	1	1	2	3	2	1	3	
Malam	2	2	5	2	2	1	2	3	2	2	
Hari	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Shift	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	
Pagi	5	3	1	2	1	2	5	2	3	1	
Siang	5	2	3	1	2	1	5	1	2	2	
Malam	5	2	4	3	3	3	5	3	3	3	