

**MODEL MATEMATIKA PENJADWALAN PERAWAT
DENGAN MEMPERTIMBANGKAN PREFERENSI WAKTU
KERJA MENGGUNAKAN *INTEGER LINEAR*
*PROGRAMMING***

SKRIPSI



Oleh:

CHANTIKA NURAMALIA

3333210100

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON – BANTEN
2025**

**MODEL MATEMATIKA PENJADWALAN PERAWAT
DENGAN MEMPERTIMBANGKAN PREFERENSI WAKTU
KERJA MENGGUNAKAN *INTEGER LINEAR*
*PROGRAMMING***



Oleh:
CHANTIKA NURAMALIA
3333210100

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON – BANTEN
2025**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

NAMA : CHANTIKA NURAMALIA

NIM : 3333210100

JURUSAN : TEKNIK INDUSTRI

JUDUL : MODEL MATEMATIKA PENJADWALAN PERAWAT
DENGAN MEMPERTIMBANGKAN PREFERENSI WAKTU
KERJA MENGGUNAKAN *INTEGER LINEAR PROGRAMMING*

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian dengan judul tersebut di atas adalah benar karya saya sendiri dengan arahan dari dosen pembimbing I dan dosen pembimbing II dan tidak ada duplikasi dengan karya orang lain kecuali yang telah disebutkan sumbernya.

Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiarasi dalam penelitian ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Cilegon, 15 Mei 2025



CHANTIKA NURAMALIA

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan Oleh:

NAMA : CHANTIKA NURAMALIA

NIM : 3333210100

JURUSAN : TEKNIK INDUSTRI

JUDUL : MODEL MATEMATIKA PENJADWALAN PERAWAT
DENGAN MEMPERTIMBANGKAN PREFERENSI WAKTU KERJA
MENGUNAKAN *INTEGER LINEAR PROGRAMMING*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan Diterima
sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas

Sultan Ageng Tirtayasa

Pada Hari : Kamis

Tanggal : 15 Mei 2025

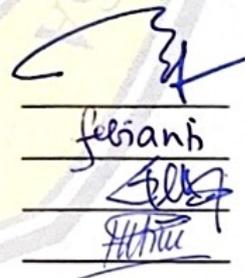
DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Dr. M. Adha Ilhami, ST., MT

Pembimbing 2 : Evi Febianti, ST., M. ENG

Penguji 1 : Dr. Anting Wulandari, S.TP, M.SI

Penguji 2 : Dr. Dra. Putiri Bhuana Katili, MT



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Industri



Achmad Bahauddin, ST., MT., Ph.D.

NIP. 197812212005011002

PRAKATA

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan judul “MODEL MATEMATIKA PENJADWALAN PERAWAT DENGAN MEMPERTIMBANGKAN PREFERENSI WAKTU KERJA MENGGUNAKAN *INTEGER LINEAR PROGRAMMING*”.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari doa, dukungan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah membantu penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini, antara lain kepada:

1. Allah SWT atas segala kemudahan serta kelancaran yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi ini, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Kedua orang tua dan kakak penulis yang selalu memberikan doa serta dukungan, dan menjadi alasan penulis untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu.
3. Bapak Dr. Muhammad Adha Ilhami, S.T., M.T. dan Ibu Evi Febianti, S.T., M.ENG. selaku pembimbing dalam tugas akhir ini yang telah meluangkan waktunya serta memberikan masukan dan arahan, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
4. Ibu Dr. Anting Wulandari, S.TP, M.SI. dan Ibu Dr. Dra. Putiri Bhuana Katili, MT., selaku penguji sidang yang telah memberikan saran dan masukan untuk perbaikan tugas akhir ini.
5. Bapak dan Ibu dosen komunitas Laboratorium Sistem Produksi FT UNITIRTA yang telah memberikan motivasi serta dorongan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Teman-teman asisten Laboratorium Sistem Produksi yang selalu kebersamai penulis memberi semangat dan dukungan dari awal bimbingan sampai terselesaikannya skripsi ini.

7. Serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah memberikan penulis doa dan semangat dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dari segala aspek. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan oleh penulis. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat kedepannya.

Wassalamualaikum Wr. Wb.



ABSTRAK

Chantika Nuramalia. Model Matematika Penjadwalan Perawat Dengan Mempertimbangkan Preferensi Waktu Kerja Menggunakan *Integer Linear Programming*. Dibimbing Oleh Dr. H. Muhammad Adha Ilhami, S.T., M.T dan Evi Febianti S.T., M.ENG

Penjadwalan perawat yang efektif dan efisien sangat penting untuk menjamin keberlangsungan layanan kesehatan di rumah sakit. Permasalahan umum yang sering muncul adalah tidak meratanya jumlah *shift* yang dijalani perawat dan pengabaian preferensi waktu kerja, yang dapat berdampak pada kesehatan dan kepuasan kerja perawat. Penelitian ini bertujuan untuk merancang model matematika penjadwalan perawat dengan mempertimbangkan preferensi waktu kerja menggunakan pendekatan *Integer Linear Programming* (ILP). Model ini diterapkan pada studi kasus di Rumah Sakit XYZ dengan memperhitungkan sejumlah kendala, seperti jumlah minimal perawat per *shift*, jumlah hari kerja minimum dan maksimum, serta pola kerja yang tidak diperbolehkan. Preferensi waktu kerja dikumpulkan dalam bentuk bobot dari setiap perawat terhadap masing-masing *shift*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model usulan mampu meningkatkan efisiensi penjadwalan dengan mempertimbangkan preferensi.

Kata kunci: *Integer Linear Programming, penjadwalan perawat, optimasi*

ABSTRACT

Chantika Nuramalia. A Mathematical Model For Nurse Scheduling Considering Work *Shift* Preferences Using Integer *Linear* Programming. Supervised by Dr. H. Muhammad Adha Ilhami, S.T., M.T and Evi Febianti, S.T., M.ENG.

Effective and efficient nurse scheduling is crucial to ensure the continuity of healthcare services in hospitals. Common issues include the unequal distribution of shifts among nurses and the disregard of their work time preferences, which may negatively impact nurses' health and job satisfaction. This study aims to develop a mathematical model for nurse scheduling by considering work shift preferences using the Integer Linear Programming (ILP) approach. The model is applied to a case study at XYZ Hospital by taking into account various constraints, such as the minimum number of nurses per shift, the minimum and maximum number of working days, and prohibited work patterns. Work time preferences are collected as weighted scores from each nurse for each available shift. The results show that the proposed model improves scheduling efficiency by incorporating nurses' preferences.

Keywords: Integer Linear Programming, nurse scheduling, optimization

RINGKASAN

Chantika Nuramalia. Model Matematika Penjadwalan Perawat Dengan Mempertimbangkan Preferensi Waktu Kerja Menggunakan *Integer Linear Programming*. Dibimbing Oleh Dr. H. Muhammad Adha Ilhami, S.T., M.T dan Evi Febianti S.T., M.ENG

Latar Belakang: Efisiensi penjadwalan dalam layanan kesehatan sangat bergantung pada peran penting perawat, karena jadwal yang terstruktur dengan baik dapat meningkatkan produktivitas, menurunkan biaya operasional, dan memastikan pelayanan kepada pasien berjalan optimal. Penelitian ini mengangkat permasalahan ketidakmerataan jadwal jaga yang didapatkan oleh perawat seperti terdapat perawat yang bekerja secara berturut-turut pada *shift* tertentu serta adanya permintaan cuti atau libur secara mendadak yang diajukan oleh perawat. Oleh karena itu, dilakukan pengembangan model matematika untuk menghasilkan penjadwalan berdasarkan nilai preferensi perawat yang lebih optimal dengan mempertimbangkan kebijakan-kebijakan yang ditetapkan rumah sakit.

Perumusan Masalah: Perumusan masalah yang dibahas dalam penelitian ini yaitu bagaimana model matematika untuk penjadwalan perawat dengan memperhatikan preferensi waktu kerja perawat dan bagaimana perbandingan hasil penjadwalan perawat tanpa mempertimbangkan preferensi waktu kerja dengan penjadwalan yang mempertimbangkan preferensi waktu kerja.

Tujuan Penelitian: Penelitian ini bertujuan untuk merancang model merancang model matematika untuk penjadwalan perawat dengan memperhatikan preferensi waktu kerja perawat dan mengetahui perbandingan hasil penjadwalan perawat tanpa mempertimbangkan preferensi waktu kerja dengan penjadwalan yang mempertimbangkan preferensi waktu kerja.

Metode Penelitian: Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan menggunakan data primer. Data primer diperoleh dari hasil wawancara berupa data waktu kerja, data jumlah perawat yang bekerja, *shift* yang tersedia, dan preferensi *shift* perawat. Model matematika yang dirancang menggunakan pendekatan *Integer Linear Programming* dengan metode *Branch and Bound*.

Hasil Penelitian: Model matematika yang dikembangkan memiliki fungsi tujuan untuk memaksimalkan nilai total penjadwalan perawat berdasarkan preferensi waktu kerja perawat dengan tetap memenuhi batasan-batasan pada rumah sakit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model mampu menghasilkan jadwal yang optimal dengan menghasilkan nilai fungsi tujuan sebesar 3012, sedangkan hasil jadwal manual hanya menghasilkan nilai fungsi tujuan sebesar 2670. Model matematika ini berhasil menjadwalkan jadwal kerja perawat dengan memenuhi seluruh kebijakan yang ditetapkan rumah sakit.

Kesimpulan: Hasil penelitian ini terbukti berhasil menjadwalkan waktu kerja yang merata dengan memperhatikan nilai preferensi perawat dan dapat memenuhi seluruh kebijakan yang ditetapkan Rumah Sakit XYZ. Kemudian didapatkan

perbandingan hasil jadwal usulan dengan mempertimbangkan nilai preferensi perawat lebih baik dibandingkan dengan jadwal manual yang telah diterapkan. Model usulan menghasilkan nilai fungsi tujuan sebesar 3012, sedangkan jadwal manual hanya menghasilkan nilai fungsi tujuan 2670.

Kata Kunci: *Integer Linear Programming, penjadwalan perawat, optimasi*

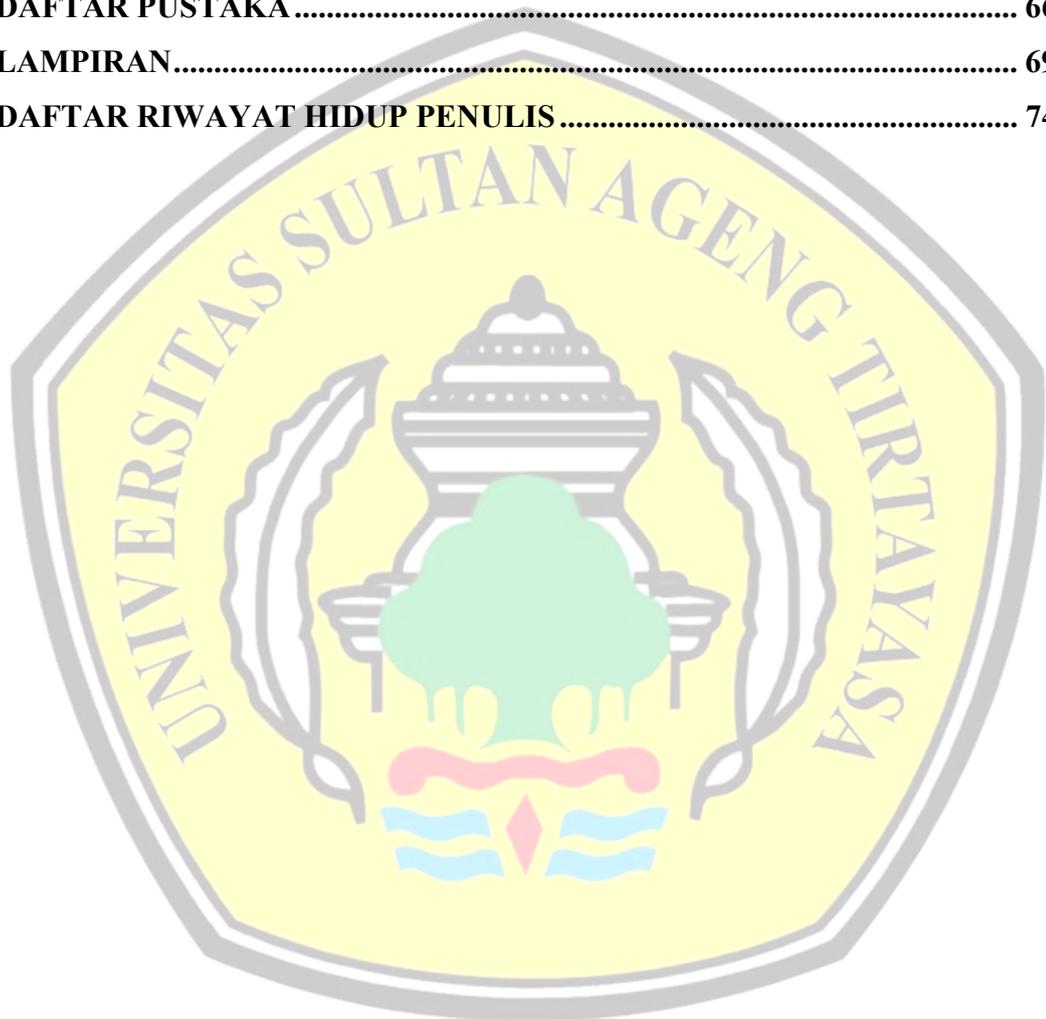


DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
RINGKASAN.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
1.6 Penelitian Terdahulu	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Penjadwalan	8
2.2 Optimasi	9
2.3 Model Matematika	10
2.4 <i>Linear Programming</i> (LP)	11
2.5 <i>Integer Linear Programming</i> (ILP).....	13
2.6 <i>Metode Branch and Bound</i>	14

2.7	LINGO	18
BAB III METODE PENELITIAN		
3.1	Rancangan Penelitian	21
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian	21
3.3	Cara Pengambilan Data.....	21
3.4	Alur Pemecahan Masalah.....	21
3.5	Deskripsi Pemecahan Masalah.....	22
3.6	<i>Flowchart</i> Pengolahan Data.....	24
3.7	Deskripsi <i>Flowchart</i> Pengolahan Data.....	25
3.8	Analisis Data.....	25
BAB IV HASIL PENELITIAN		
4.1	Pengumpulan Data	26
4.1.1	Jumlah Perawat dan <i>Shift</i>	26
4.1.2	Preferensi Waktu Kerja Perawat	27
4.1.3	Kebijakan Rumah Sakit.....	29
4.2	Pengolahan Data.....	29
4.2.1	Pengembangan Model.....	30
4.2.1.1	Model Matematika Penjadwalan Perawat.....	32
4.2.1.2	Fungsi Tujuan	35
4.2.1.3	Batasan Model.....	35
4.2.2	Implementasi Model.....	44
4.2.2.1	Pendeklarasian Indeks.....	44
4.2.2.2	Penentuan Parameter dan Variabel Keputusan	45
4.2.2.3	Penentuan Fungsi Tujuan.....	45
4.2.2.4	Penentuan Fungsi Pembatas.....	46
4.2.3	Uji Verifikasi Model	47
4.2.4	<i>Output</i> pada <i>Software</i> LINGO	48
4.2.5	Analisis Sensitivitas Model.....	52
4.2.6	Interpretasi Hasil	53
BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN		
5.1	Analisa Model Matematika Penjadwalan Waktu Kerja	61

5.2	Analisa Implementasi Model pada Studi Kasus Penjadwalan Waktu Kerja	62	
5.3	Analisis Sensitivitas Model.....	63	
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN			
6.1	Kesimpulan.....	65	
6.2	Saran.....	65	
DAFTAR PUSTAKA.....			66
LAMPIRAN.....			69
DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS.....			74

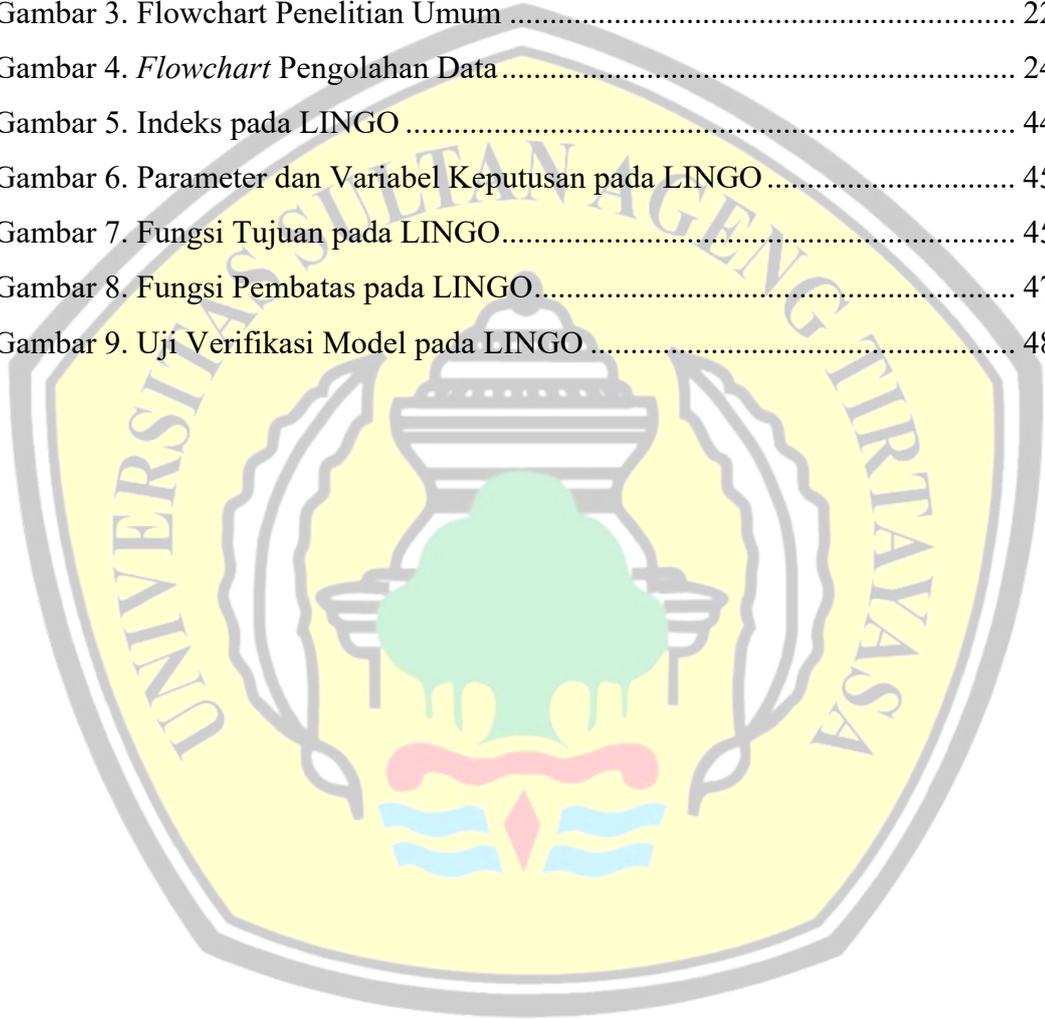


DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Penelitian Terdahulu	6
Tabel 2. Data Perawat	26
Tabel 3. Data Jam Kerja Perawat	27
Tabel 4. Data Preferensi Waktu Kerja Perawat	28
Tabel 5. Ilustrasi Pembatas 1	36
Tabel 6. Ilustrasi Pembatas 2	36
Tabel 7. Ilustrasi Pembatas 3	37
Tabel 8. Ilustrasi Pembatas 4	38
Tabel 9. Ilustrasi Pembatas 5	38
Tabel 10. Ilustrasi Pembatas 6	39
Tabel 11. Ilustrasi Pembatas 7	40
Tabel 12. Ilustrasi Pembatas 8	41
Tabel 13. Ilustrasi Pembatas 9	42
Tabel 14. Ilustrasi Pembatas 10	43
Tabel 15. Ilustrasi Pembatas 11	44
Tabel 16. <i>Output</i> pada LINGO	49
Tabel 17. Analisis Sensitivitas	52
Tabel 18. Interpretasi Hasil dari <i>Software</i> LINGO	55
Tabel 19. Jadwal Manual	57
Tabel 20. Perbandingan Hasil Penjadwalan Perawat Manual dengan Model Usulan	58
Tabel 21. Perbandingan Jumlah <i>Shift</i> yang Didapatkan.....	59
Tabel 22. Perbandingan Jumlah <i>Shift</i> yang Didapatkan dengan Nilai Preferensi.	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Struktur Pohon Metode <i>Branch and Bound</i>	16
Gambar 2. Penjadwalan Menggunakan Algoritma Branch and Bound.....	17
Gambar 3. Flowchart Penelitian Umum.....	22
Gambar 4. <i>Flowchart</i> Pengolahan Data.....	24
Gambar 5. Indeks pada LINGO.....	44
Gambar 6. Parameter dan Variabel Keputusan pada LINGO.....	45
Gambar 7. Fungsi Tujuan pada LINGO.....	45
Gambar 8. Fungsi Pembatas pada LINGO.....	47
Gambar 9. Uji Verifikasi Model pada LINGO.....	48



DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

LAMBANG/SINGKATAN	NAMA	Pemakaian Pertama Kali pada Halaman
ILP	<i>Integer Linear Programming</i>	2
LP	<i>Linear Programming</i>	3
PILP	<i>Pure Integer Linear Programming</i>	13
MILP	<i>Mixed Integer Linear Programming</i>	14
BILP	<i>Binary Integer Linear Programming</i>	14
i	Indeks Hari	32
j	Indeks <i>Shift</i>	32
k	Indeks Perawat	32
Y_{jk}	Preferensi <i>Shift</i> oleh Perawat	23
JPP	Jumlah Perawat <i>Shift</i> Pagi	32
JPS	Jumlah Perawat <i>Shift</i> Siang	32
JPM	Jumlah Perawat <i>Shift</i> Malam	32
PL	Perawat Laki-Laki	32
PS	Perawat Senior	32
$JHMI$	Jumlah Hari Minimal	32
$JHMA$	Jumlah Hari Maksimal	32
JSM	Jumlah Minimal Tiap <i>Shift</i>	32
$JMAS$	Jumlah Maksimal Tiap <i>Shift</i>	32
X_{ijk}	Jadwal Perawat ke- k pada Hari- i di <i>Shift</i> - j	32
\forall	Untuk Setiap	34
\in	Anggota Bilangan	35
INF	<i>Infeasibility</i>	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Hasil Uji Sensitivitas	70



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penjadwalan merupakan aspek penting dalam berbagai bidang seperti manufaktur, kesehatan, pendidikan, dan transportasi. Proses penjadwalan yang efisien mampu meningkatkan produktivitas, menekan biaya operasional, dan memperbaiki kualitas layanan. Efisiensi penjadwalan di dunia kesehatan sangat bergantung pada peran krusial perawat dalam memastikan layanan kesehatan berjalan lancar, mulai dari memberikan perawatan langsung kepada pasien hingga membantu tugas administratif. Penjadwalan perawat yang efektif menjadi kunci untuk memastikan kebutuhan layanan kesehatan dapat terpenuhi secara optimal.

Penjadwalan kerap kali menjadi masalah yang terjadi di instansi-instansi yang beroperasi selama 24 jam sehari, salah satunya adalah rumah sakit. Perawat sebagai penyedia pelayanan keperawatan merupakan garda terdepan dalam memberikan pelayanan di rumah sakit. Penjadwalan adalah proses perencanaan untuk menentukan waktu dan tempat pelaksanaan setiap bagian dari suatu pekerjaan, dengan mempertimbangkan keterbatasan sumber daya yang tersedia. Proses ini juga mencakup pengalokasian sumber daya secara tepat waktu sesuai dengan kapasitas yang ada. Dalam praktiknya, penjadwalan sangat dibutuhkan untuk menetapkan jam kerja tetap, baik mingguan maupun bulanan. Khususnya di bidang medis, penjadwalan memegang peranan penting karena menjadi acuan utama dalam pembagian jam kerja dan sistem *shift* bagi tenaga kesehatan (Safitri *et al.*, 2021).

Rumah Sakit XYZ merupakan rumah sakit yang berlokasi di Cilegon, Banten dan aktif beroperasi melayani pasien selama 24 jam. Saat ini, rumah sakit tersebut menerapkan sistem kerja 3 *shift* yang diisi oleh total 22 perawat. Dari jumlah tersebut, terdapat 8 perawat senior, terdiri atas 2 laki-laki dan 6 perempuan. Sementara itu, perawat junior berjumlah 14 orang, dengan komposisi 2 laki-laki dan 12 perempuan.

Permasalahan yang terjadi pada Rumah Sakit XYZ yaitu terdapat jumlah *shift* yang tidak merata pada tiap perawat seperti adanya perawat yang bekerja hanya di *shift* tertentu selama satu bulan bekerja. Menurut Lesmana & Herdyati (2019), apabila perawat dijadwalkan *shift* kerja di waktu yang sama dapat mempengaruhi kesehatan perawat. Sebagai contoh, apabila perawat yang bekerja di *shift* malam dan memiliki waktu kerja yang sama di setiap harinya maka dapat berdampak buruk terhadap kesehatan perawat. Penelitian Safitri *et al.* (2021), menyebutkan bahwa penjadwalan yang efektif mampu memaksimalkan pemenuhan terhadap berbagai batasan yang ada. Penyusunan jadwal yang optimal memerlukan penerapan teknik optimasi yang mempertimbangkan berbagai aspek, mulai dari regulasi rumah sakit hingga preferensi perawat.

Penelitian Wardono (2023), membahas mengenai optimasi penjadwalan mengenai waktu kerja perawat dengan meminimasi perawat yang tersedia untuk bekerja pada hari dan *shift* yang telah ditentukan. Kemudian Safitri *et al.* (2021), melakukan penelitian dengan menggunakan pendekatan *Integer Linear Programming* (ILP) yang membahas standar total jam kerja di rumah sakit. Penelitian selanjutnya yaitu Lesmana & Herdyati (2019), yang membahas mengenai pengoptimalan jumlah perawat yang bekerja pada hari dan *shift* yang telah ditentukan dengan pendekatan *Goal Programming*. Selanjutnya Anggraini *et al.* (2024), dalam penelitiannya membahas terkait memaksimalkan jumlah jam kerja perawat menggunakan metode *Branch and Bound*. Kemudian Lalang *et al.* (2022), dalam penelitiannya yang menggunakan *Goal Programming* membahas terkait pengoptimalan untuk memenuhi kebutuhan *shift* perawat pada pagi, siang, dan malam dengan meminimumkan deviasi.

Penelitian terdahulu yang telah disebutkan, selaras dengan penelitian yang sudah dilaksanakan. Namun, terdapat perbedaan dalam permasalahan penjadwalan yang dihadapi, berdasarkan penelitian terdahulu belum ada yang menggunakan preferensi waktu kerja dalam pembuatan penjadwalan tersebut. Sedangkan, dalam penelitian ini mempertimbangkan preferensi waktu kerja yang digunakan dalam penjadwalan waktu kerja. Preferensi yang digunakan dalam penelitian ini adalah bobot yang menggambarkan tingkat keinginan perawat bekerja terhadap *shift* jaga

yang tersedia. Permasalahan penjadwalan kerja ini perlu menggunakan suatu metode pendekatan penjadwalan otomatis yaitu menggunakan *Integer Linear Programming* (ILP). *Integer Linear Programming* (ILP) adalah bentuk dari *Linear Programming* (LP) yang memiliki syarat tambahan, yaitu variabel keputusannya harus berupa bilangan bulat. Dengan kata lain, *Integer Linear Programming* (ILP) merupakan *Linear Programming* (LP) yang dibatasi pada solusi bilangan bulat untuk setiap variabel keputusannya (Safitri *et al.*, 2021). Pemilihan metode tersebut didasarkan oleh data yang diperoleh pada penelitian ini berbentuk bilangan bulat (*integer*). *Integer Linear Programming* (ILP) merupakan model yang digunakan untuk merepresentasikan permasalahan di mana variabel-variabelnya tidak dapat berupa bilangan pecahan atau bilangan riil, seperti variabel yang menunjukkan jumlah orang atau barang, karena keduanya harus bernilai bulat dan tidak mungkin berbentuk desimal (Marulizar *et al.*, 2018). *Integer Linear Programming* (ILP) juga memiliki fleksibilitas yang tinggi karena memungkinkan pengguna untuk menyesuaikan model dengan menambahkan atau menghapus kendala sesuai dengan kebutuhan (Faatih, 2018).

Penelitian optimasi yang dilakukan oleh Wardono (2023) menggunakan *Integer Linear Programming* (ILP) dengan fungsi tujuan meminimasi jumlah tenaga kerja dalam suatu periode menjadi dasar dalam melaksanakan penelitian ini. Namun, terdapat kekurangan dalam penelitian tersebut yaitu tidak mempertimbangkan nilai preferensi waktu kerja perawat dalam melakukan penjadwalan perawat. Penelitian yang dilakukan menggabungkan dengan penelitian Hermanto *et al.* (2011) yang menggunakan bobot preferensi dari perawat-perawat tersebut untuk memastikan bahwa setiap perawat mendapatkan *shift* yang cukup beragam dan memenuhi kebijakan yang ditetapkan rumah sakit.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut merupakan rumusan masalah dalam penelitian berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan:

1. Bagaimana model matematika untuk penjadwalan perawat dengan memperhatikan preferensi waktu kerja perawat?

2. Bagaimana perbandingan hasil penjadwalan perawat tanpa mempertimbangkan preferensi waktu kerja dengan penjadwalan yang mempertimbangkan preferensi waktu kerja?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang serta rumusan masalah yang telah ditentukan, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang model matematika untuk penjadwalan perawat dengan memperhatikan preferensi waktu kerja perawat.
2. Mengetahui perbandingan hasil penjadwalan perawat tanpa mempertimbangkan preferensi waktu kerja dengan penjadwalan yang mempertimbangkan preferensi waktu kerja.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang diterapkan dalam penelitian ini bertujuan untuk memastikan bahwa penelitian tetap fokus dan selaras dengan tujuan yang ingin dicapai, yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan pada Rumah Sakit XYZ yang berfokus pada ruang rawat inap di Unit X.
2. Jadwal kerja yang dibuat selama satu bulan dan berjumlah 30 hari.
3. Penelitian ini melakukan penjadwalan dengan mempertimbangkan nilai preferensi waktu kerja perawat.
4. Sistem penjadwalan ini tidak mempertimbangkan kondisi darurat serta permintaan cuti mendadak di tengah keberlangsungan jadwal bertugas.

1.5 Sistematika Penulisan

Berikut merupakan sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan laporan penelitian ini.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memuat uraian mengenai latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan dilakukannya penelitian, batasan-batasan yang ditetapkan, sistematika penulisan, serta tinjauan terhadap penelitian-penelitian sebelumnya

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi tentang teori-teori terkait dengan penelitian. Tinjauan pustaka membantu peneliti memahami konteks dari topik penelitian dan memperkuat argumen yang diajukan dalam penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini berisi uraian kerangka kerja yang sistematis untuk membantu dalam memahami bagaimana penelitian dilakukan.

BAB IV HASIL PENELITIAN

Pada bab ini merupakan bagian penting karena berisi hasil pengumpulan data yang selanjutnya akan dilakukan pengolahan data.

BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang analisa dan pembahasan dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan yang merupakan intisari dari hasil penelitian yang telah dibahas dan berupa jawaban terhadap rumusan masalah serta tujuan penelitian, diikuti saran yang diberikan untuk penelitian ke depannya agar lebih baik.

1.6 Penelitian Terdahulu

Berikut ini merupakan beberapa penelitian terdahulu dengan topik yang relevan pada penelitian ini:

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Hasil
1	Wardono, A. F., (2023)	Optimasi Penjadwalan Waktu Kerja Perawat Pada Rumah Sakit Krakatau Medika Menggunakan <i>Integer Linear Programming</i>	<i>Integer Linear Programming</i>	Model matematika <i>Integer Linear Programming</i> yang diusulkan terbukti dapat menjadwalkan 27 perawat sesuai dengan kebijakan yang ada dan jumlah hari kerja yang didapatkan perawat berkisar 20 hingga 22 hari kerja dari 28 hari, yang artinya perawat tidak dijadwalkan untuk bekerja lebih dari lima hari secara berturut-turut.
2	Safitri, E., Basriati, S., Putri, R.E. (2021)	Optimasi Penjadwalan Perawat Menggunakan <i>Integer Linear Programming</i> (Studi Kasus: RS. Aulia Hospital Pekanbaru)	<i>Integer Linear Programming</i>	Model <i>Integer Linear Programming</i> (ILP) dalam penjadwalan perawat terbukti lebih efektif karena mampu memenuhi Standar Operasional Prosedur (SOP) yang ditetapkan oleh rumah sakit dan tetap mengikuti ketentuan standar jumlah jam kerja, yaitu berada dalam rentang antara 175 hingga 185 jam. Dibandingkan dengan penjadwalan manual, metode ILP memberikan hasil yang lebih optimal karena dapat mengalokasikan <i>shift</i> kerja secara adil berlaku untuk setiap perawat tanpa mengurangi kinerja, sehingga tidak memicu pengajuan cuti.
3	Lesmana, E., Herdyati, M. (2019)	Penjadwalan Perawat IGD Rumah Sakit Umum Daerah Kota Bandung Menggunakan Metode <i>Goal Programming</i>	<i>Goal Programming</i>	Hasil yang didapatkan dalam penerapan model <i>Goal Programming</i> didapatkan hasil bahwa jumlah perawat bekerja yang berjumlah 24 perawat telah terpenuhi dan tidak ada perawat yang dijadwalkan untuk menjalani <i>shift</i> malam secara berturut-turut.
4	Anggraini, D.S., Syaripuddin, S. dan A'yun, Q.Q., (2024)	Optimasi Penjadwalan Menggunakan Pemrograman <i>Linear Integer</i> pada Masalah Penjadwalan Perawat UPT Dinas Kesehatan Puskesmas Jonggon Jaya	<i>Branch and Bound</i>	Hasil yang didapatkan adalah penjadwalan perawat UPT Dinas Kesehatan Puskesmas Jonggon Jaya dapat dimodelkan menjadi model pemrograman <i>linear integer</i> melalui fungsi objektif/ tujuan yang memaksimalkan jumlah jam kerja perawat dan memenuhi enam kendala yang ada pada puskesmas tersebut.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Hasil
5	Lalang, D., Sinu, E.B. dan Kasim, J., (2022)	Optimasi Penjadwalan Shift Perawat Ruang Sal Anak dengan Metode <i>Goal Programming</i> di RSD Kalabahi	<i>Goal Programming</i>	Hasil analisis yang dilakukan dengan metode <i>Goal Programming</i> menunjukkan bahwa penjadwalan dengan pendekatan ini lebih optimal dibandingkan dengan penjadwalan manual yang dilakukan oleh pihak rumah sakit, karena mampu memenuhi seluruh kendala utama, yakni kebutuhan jumlah perawat untuk shift pagi, siang, dan malam.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penjadwalan

Penjadwalan berasal dari kata dasar jadwal, yang merujuk pada pembagian waktu berdasarkan rencana alokasi tugas, daftar aktivitas, tabel pekerjaan, atau rencana tindakan yang disusun secara terperinci berdasarkan waktu (Ardiansyah, 2022). Penjadwalan merupakan bagian dari proses pengambilan keputusan yang menitikberatkan pada penentuan urutan atau tahapan mana yang harus dilaksanakan. Selain itu, penjadwalan juga dapat dipandang sebagai suatu kajian teoritis yang mencakup prinsip dasar, model, metode, serta logika yang digunakan untuk menunjukkan secara rinci fungsi dan peran penjadwalan (Sagala, 2018). Menurut Rahayu & Marlim (2019), penjadwalan kerja merupakan alokasi sumber daya manusia pada posisi kerja tertentu dengan waktu dan lokasi yang sudah ditentukan untuk melaksanakan kegiatan kerja yang telah direncanakan dan mencapai tujuan perusahaan. *Shift* kerja diartikan sebagai periode waktu selama 24 jam dimana sekelompok orang ditugaskan untuk bekerja pada tempat kerja tertentu, atau sebagai waktu yang dikerjakan oleh kelompok pekerja yang dimulai setelah kelompok sebelumnya selesai. Penyusunan penjadwalan harus dilakukan secara sistematis dengan mempertimbangkan sumber daya yang efisien dan efektif guna mencapai hasil yang optimal. Berikut merupakan manfaat-manfaat diterapkannya penjadwalan (Samosir, 2023):

1. Memberikan panduan dalam menjalankan pekerjaan atau aktivitas terkait batas waktu mulai dan berakhirnya setiap tugas.
2. Menjadi alat bantu bagi manajemen dalam mengoordinasikan penetapan prioritas alokasi waktu secara sistematis dan realistis.
3. Menyediakan sarana untuk memantau dan menilai perkembangan pelaksanaan pekerjaan.
4. Mencegah terjadinya penggunaan sumber daya secara berlebihan.

5. Memberikan jaminan terhadap kepastian waktu pelaksanaan suatu tugas atau pekerjaan.

Kendala dalam penjadwalan terbagi menjadi dua jenis, yaitu sebagai berikut (Hartadi *et al.*, 2022).

1. *Hard Constraints*, merupakan batasan-batasan dalam penjadwalan yang wajib dipenuhi, karena mewakili aturan atau kebijakan yang bersifat tetap dan tidak boleh dilanggar. Setiap solusi yang dihasilkan harus sepenuhnya mematuhi kendala ini.
2. *Soft Constraints*, batasan yang sebaiknya dipenuhi dalam proses penjadwalan, namun jika dilanggar, solusi yang dihasilkan masih dianggap valid. Meskipun begitu, sebaiknya batasan ini tetap diusahakan untuk terpenuhi guna memperoleh hasil yang lebih optimal.

2.2 Optimasi

Optimasi adalah penyelesaian masalah yang bertujuan untuk mendapatkan solusi terbaik dengan menghasilkan nilai maksimum atau minimum. Secara umum, optimasi merupakan proses pencarian solusi terbaik, baik tunggal maupun lebih dari satu, yang berkaitan dengan nilai dari satu atau lebih fungsi tujuan dalam suatu permasalahan, hingga diperoleh hasil yang optimal. Dari berbagai definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa optimasi merupakan proses untuk mencapai kondisi terbaik, baik dalam bentuk maksimasi maupun minimasi (Sagita dan Sari, 2016). Optimasi adalah proses mencapai keadaan paling optimal, yaitu penyelesaian masalah yang ditujukan untuk mencapai nilai maksimum atau minimum. Setiap perusahaan berupaya mencapai kondisi yang paling menguntungkan dengan cara meningkatkan profit atau menekan biaya produksi seminimal mungkin. Perusahaan berharap mendapatkan hasil terbaik meskipun memiliki keterbatasan sumber daya. Namun, penerapan teknik optimasi sering kali tidak menghasilkan solusi yang sepenuhnya optimal karena berbagai kendala yang dihadapi berada di luar kendali perusahaan (Akbar & Mar'aini, 2022).

Teknik optimasi sangat berguna dan aplikatif untuk menyelesaikan berbagai permasalahan yang berkaitan dengan pencapaian kondisi optimal, baik dalam bentuk maksimasi maupun minimasi. Teknik ini digunakan untuk mengalokasikan

sumber daya secara efisien, seperti bahan baku, waktu, tenaga kerja, maupun dana, disesuaikan pada tujuan yang hendak dicapai. Melalui penerapan teknik optimasi, sumber daya yang terbatas dapat dikelola secara optimal sehingga menghasilkan *output* yang maksimal. Terdapat berbagai jenis teknik optimasi yang dapat digunakan sesuai dengan jenis kasus yang ingin dioptimalkan. Salah satunya adalah optimasi linear, yang sering disebut juga dengan program linear. Selain itu, terdapat juga optimasi linear dengan variabel yang berbentuk bilangan bulat, yang dikenal sebagai *Integer Linear Programming* (ILP). Jenis lainnya adalah optimasi linear dengan variabel *biner*, yaitu variabel yang hanya memiliki dua kemungkinan: “ya” dengan nilai 1 dan “tidak” dengan nilai 0, yang disebut *Binary Integer Linear Programming* (BILP) (Luh & Pivin, 2017). Berikut merupakan teknik optimasi yang tersedia (Purba & Ahyaningsih, 2020):

1. *Linear Programming*

Linear programming adalah bentuk model dalam riset operasi yang digunakan untuk mencari solusi dari permasalahan optimasi.

2. Metode Simpleks

George Dantzig mengembangkan metode ini pada tahun 1947. Tidak seperti *Linear Programming* yang terbatas pada penyelesaian masalah dengan dua variabel keputusan, metode ini mampu menyelesaikan persoalan dengan jumlah variabel yang lebih banyak. Prosesnya berlangsung secara sistematis, dimulai dari solusi dasar yang layak (*feasible*) dan terus bergerak menuju solusi dasar layak lainnya secara bertahap hingga mencapai solusi yang optimal.

3. *Integer Programming*

Integer Programming merupakan salah satu jenis *Linear Programming* yang mensyaratkan solusi optimalnya berupa bilangan bulat, bukan dalam bentuk pecahan.

2.3 Model Matematika

Model matematika adalah salah satu metode yang digunakan untuk merepresentasikan sistem yang kompleks dalam bentuk model matematis. Pemodelan ini terdiri atas variabel, parameter, serta fungsi yang menunjukkan

hubungan antara variabel dan parameter tersebut. Aspek-aspek yang harus diabaikan dan elemen-elemen yang harus dipilih secara tepat dalam pemodelan matematika karena sangat ditentukan oleh jenis masalah yang sedang diteliti (Ndi, 2022).

Model dapat dikatakan baik apabila memiliki syarat sebagai berikut (Fitria, 2011):

- a. Representatif: model harus mampu mencerminkan dengan akurat sistem atau permasalahan yang diwakilinya. Semakin tinggi tingkat keterwakilannya, maka model tersebut cenderung menjadi lebih rumit.
- b. Dapat dipahami: model yang dibangun harus bisa dipahami, khususnya dapat diselesaikan dengan pendekatan matematika. Semakin sederhana modelnya, semakin mudah untuk dianalisis dan diselesaikan.

Berikut langkah-langkah dalam pemodelan masalah:

1. Identifikasi permasalahan, yaitu kemampuan untuk memahami isu yang sedang dihadapi agar dapat diterjemahkan ke dalam bentuk matematika.
2. Pembuatan asumsi, dilakukan dengan menyederhanakan berbagai faktor yang memengaruhi peristiwa dengan menganggap adanya hubungan sederhana antar variabel.
3. Penyelesaian dan interpretasi model, setelah model dirumuskan kemudian diselesaikan secara matematis menggunakan persamaan diferensial untuk memperoleh pemahaman terhadap masalah.
4. Verifikasi model, sebelum menarik kesimpulan terhadap fenomena nyata, model yang telah dibuat perlu diuji terlebih dahulu untuk memastikan keandalannya.

2.4 *Linear Programming* (LP)

Linear Programming merupakan bagian dari pemrograman matematika yang berhubungan dengan atau berguna untuk alokasi sumber daya yang langka atau terbatas ke beberapa aktivitas yang bersaing berdasarkan kriteria optimalitas yang diberikan. Dalam statistik, *Linear Programming* adalah teknik khusus yang digunakan dalam penelitian operasi untuk tujuan mengoptimalkan fungsi linear yang tunduk pada kendala kesetaraan maupun ketidaksetaraan linear. Pemrograman

linear menentukan metode untuk memperoleh hasil optimal, seperti memaksimalkan profit atau meminimalkan biaya, dalam suatu model matematika tertentu yang disertai sejumlah ketentuan dalam bentuk persamaan linear (Akpan & Iwok, 2016). Ciri-ciri yang umumnya digunakan dalam permasalahan program linear untuk menyusun model dari suatu formulasi permasalahan adalah sebagai berikut (Suhara, 2016):

- a. Variabel keputusan merupakan variabel yang mewakili secara menyeluruh keputusan-keputusan yang akan diambil dalam suatu permasalahan.
- b. Fungsi tujuan merupakan suatu fungsi dari variabel keputusan yang bertujuan untuk dioptimalkan, baik dalam bentuk memaksimalkan pendapatan atau keuntungan, maupun meminimalkan biaya.
- c. Kendala (pembatas) adalah batasan-batasan yang membatasi nilai-nilai dari variabel keputusan, sehingga tidak bisa ditentukan secara sembarangan. Nilai yang menyertai variabel keputusan dalam kendala disebut koefisien teknis, sedangkan angka pada sisi kanan disebut nilai ruas kanan.
- d. Pembatas tanda adalah aturan yang menentukan apakah variabel keputusan hanya boleh bernilai nol atau positif, atukah diperbolehkan bernilai negatif juga (tidak terbatas tanda).

Menurut Nuryana (2019), dalam membuat suatu model *Linear Programming* diperlukan penerapan beberapa asumsi berikut.

1. Linearitas, yaitu fungsi tujuan dan kendala harus berbentuk linear terhadap variabel keputusan, di mana laju perubahan atau kemiringan hubungan antara variabel tetap konstan.
2. *Divisibility*, artinya solusi dapat berupa bilangan pecahan tidak hanya bilangan bulat, karena variabel keputusan dianggap sebagai variabel kontinu, bukan diskrit.
3. Deterministik, menggambarkan bahwa semua kondisi saat ini maupun masa depan dianggap sudah diketahui, meskipun dalam kenyataannya masa depan sulit untuk diprediksi.
4. Homogenitas, berarti sumber daya yang digunakan dalam proses diasumsikan memiliki sifat atau karakteristik yang sama.

5. *Non negativity* dimana nilai variabel keputusan harus ≥ 0 .

2.5 *Integer Linear Programming (ILP)*

Integer Linear Programming (ILP) merupakan bentuk *Linear Programming* yang melibatkan variabel keputusan dalam bentuk bilangan bulat, sehingga model ini merupakan pengembangan dari LP dengan tambahan syarat bahwa seluruh variabel keputusannya harus bernilai integer (Safitri et al., 2021). Dalam kasus maksimasi, nilai fungsi tujuan pada model ILP tidak akan melebihi nilai fungsi tujuan pada model *Linear Programming* biasa (LP) (Basriati, 2018). Selain itu, pemrograman bilangan bulat juga dapat diterapkan untuk menyelesaikan masalah yang melibatkan keputusan biner, seperti memilih antara ya atau tidak, di mana variabel hanya terdapat kemungkinan nilai 1 dan 0. Model ini dikenal sebagai pemrograman bilangan bulat biner (Sopacua & Paillin, 2015).

Pemrograman integer digunakan untuk memformulasikan masalah di mana variabel-variabelnya tidak memungkinkan bernilai pecahan atau bilangan desimal, misalnya variabel yang mewakili jumlah orang atau jumlah barang, karena nilai tersebut harus berupa bilangan bulat. Di samping itu, pemrograman integer dinilai lebih sesuai untuk jenis permasalahan tertentu dibandingkan pemrograman linear yang menggunakan variabel bernilai riil, terutama ketika solusi yang dibutuhkan harus dalam bentuk bilangan bulat. Secara umum, semua permasalahan integer memiliki empat karakteristik utama sebagai berikut (Marulizar *et al.*, 2018):

1. Fungsi tujuan, yaitu pernyataan matematis yang menunjukkan nilai yang ingin dicapai.
2. Permasalahan dalam pemrograman integer umumnya bertujuan untuk mencari nilai maksimum atau minimum, seperti keuntungan tertinggi atau biaya terendah sebagai hasil optimal.
3. Terdapat kendala atau batasan, yang membatasi sejauh mana tujuan dapat dicapai, karena upaya untuk memaksimalkan atau meminimalkan fungsi tujuan bergantung pada ketersediaan sumber daya yang terbatas.
4. Harus tersedia beberapa alternatif solusi yang memungkinkan dan dapat dipilih sebagai solusi terbaik.

5. Tujuan dan kendala dalam pemrograman integer harus dinyatakan dalam bentuk persamaan atau pertidaksamaan linear.

Adapun jenis-jenis *Integer Linear Programming* yaitu sebagai berikut (Marulizar *et al.*, 2018).

- a. *Pure Integer Linear Programming* (PILP) adalah jenis pemrograman integer di mana seluruh variabel keputusan harus bernilai bilangan bulat.
- b. *Mixed Integer Linear Programming* (MILP) merupakan pemrograman integer yang memiliki kombinasi variabel, yaitu sebagian variabel keputusan harus bernilai bulat, sedangkan sisanya dapat bernilai bilangan riil.
- c. *Binary Integer Linear Programming* (BILP) adalah pemrograman integer di mana variabel keputusannya hanya dapat bernilai nol atau satu.

2.6 Metode *Branch and Bound*

Metode *Branch and Bound* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menyelesaikan masalah program linear dalam ranah optimasi, terutama ketika variabel keputusannya harus bernilai bilangan bulat (Andriyani, 2022). Metode *Branch and Bound* memiliki perbedaan dengan pemrograman linear, karena *Branch and Bound* dirancang untuk menyelesaikan masalah optimasi dengan memastikan bahwa nilai variabel terbaik berbentuk bilangan bulat. Sementara itu, pemrograman linear mengizinkan solusi yang dihasilkan berupa nilai variabel yang tidak harus bilangan bulat (Conforti, 2014).

- a. Pencabangan (*Branching*)

Secara definisi, pencabangan berarti membagi suatu permasalahan menjadi dua sub masalah baru, yang masing-masing dilengkapi dengan tambahan kendala, lalu menyelesaikan keduanya secara terpisah (Siang, 2011)

- b. Pembatas (*Bounding*)

Proses pencabangan dilakukan secara berkelanjutan hingga ditemukan solusi berupa bilangan bulat (misalnya X^* dengan nilai terbesar $f(X^*)$). Nilai X^* ini kemudian dijadikan sebagai batas bawah, dan jika terdapat $f(X_a) < f(X^*)$, maka percabangan dari titik X_a dipastikan tidak akan

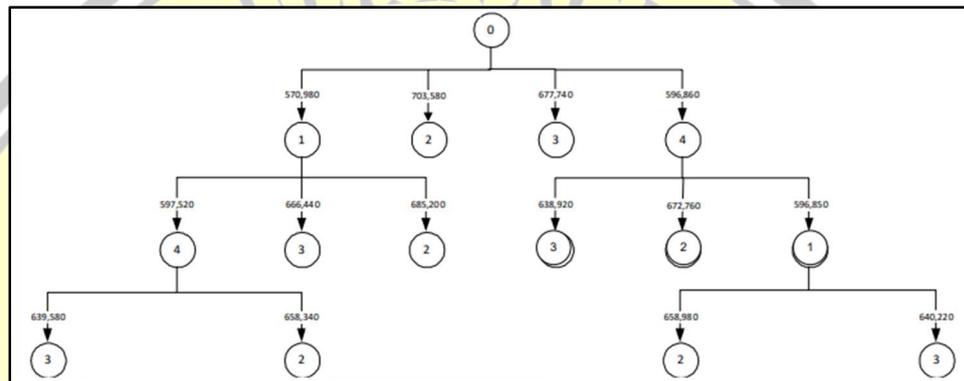
menghasilkan solusi bilangan bulat yang optimal, sehingga tidak perlu dilanjutkan (Siang, 2011)

Di dalam pengerjaannya metode *Branch and Bound* memiliki beberapa langkah, dalam kasus penyelesaian optimasi dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut (Siang, 2011):

1. Langkah pertama yaitu dengan menyelesaikan terlebih dahulu *Linear Programming* menggunakan metode simpleks.
2. Apabila suatu variabel basis bernilai bilangan bulat, maka solusi optimal untuk masalah bilangan bulat tersebut telah ditemukan.
3. Apabila nilai variabel basisnya tidak bernilai bilangan bulat, maka nilai dari solusi tersebut harus dipecah ke bentuk sub-sub masalah (*branching*).
4. Suatu nilai solusi terbaik kontinu, fungsi tujuannya ditetapkan batas atas. Lalu untuk batas bawahnya yaitu pemecahan bulat pertama dari tahap pencabangan yang menjadi penanda kapan pencabangan tersebut akan berhenti.
5. Setiap pencabangan yang terdapat, dikerjakan dengan menggunakan metode simpleks.
6. Jika salah satu bagian dari permasalahan telah memperoleh solusi dalam bentuk bilangan bulat, maka bagian tersebut dianggap telah terselesaikan dan nilainya dijadikan sebagai batas bawah. Apabila kedua bagian berhasil mendapatkan solusi bilangan bulat, maka bagian dengan nilai fungsi tujuan yang lebih tinggi akan dipilih untuk proses pencabangan selanjutnya.
7. Setelah ditetapkannya batas bawah, maka langkah selanjutnya yaitu dengan melakukan pencabangan yang pada variabel tersebut belum berbentuk bilangan bulat pada hasil solusi optimum.
8. Proses pencabangan dihentikan jika solusi terbaik lain nilainya melebihi fungsi batas bawah. Apabila percabangan diberhentikan dengan solusi optimum lain dengan hasil belum bilangan bulat, maka batas bawah tersebut akan ditetapkan menjadi solusi bulat optimum.
9. Apabila ditemukan solusi bilangan bulat optimal yang baru, maka solusi tersebut perlu dibandingkan dengan batas bawah dan solusi optimal

- c. Pada kasus maksimasi, apabila batas atas dari suatu submasalah kurang dari atau sama dengan batas bawah, atau pada kasus minimasi, jika batas bawah tidak lebih besar dari atau sama dengan batas atas.

Algoritma *Branch and Bound* merupakan penyelesaian yang dilakukan secara sistematis dalam ruang solusi. Namun, algoritma ini dianggap kurang ideal untuk menyelesaikan masalah knapsack, karena tidak mempertimbangkan semua kemungkinan yang tersedia. Meskipun pendekatan ini dapat meningkatkan efisiensi waktu pemrosesan, kelemahannya adalah tidak adanya jaminan untuk menemukan solusi yang benar-benar optimal (Devita & Wibawa, 2020). Berikut ini merupakan contoh penjadwalan yang menggunakan algoritma *Branch and Bound*.



Gambar 2. Penjadwalan Menggunakan Algoritma *Branch and Bound*
(Sumber: Irsyad & Oktiarso, 2020)

Gambar 2 menunjukkan hasil perhitungan *lower bound* untuk urutan produk 1, 2, 3, dan 4 secara berturut-turut diperoleh nilai 570.990 detik, 703.580 detik, 677.740 detik, dan 596.960 detik. Dari hasil tersebut, produk 1 awalnya dipilih sebagai urutan pertama dalam jadwal produksi. Namun, setelah dihitung *lower bound* untuk kombinasi 1-2, 1-3, dan 1-4, didapatkan masing-masing sebesar 685.200 detik, 666.640 detik, dan 597.520 detik. Karena nilai *lower bound* dari produk 4 yaitu 596.960 detik lebih kecil, maka urutan produksi berubah dengan produk 4 menjadi awal. Selanjutnya, penjadwalan dipertimbangkan dalam urutan 4-1, 4-2, dan 4-3, yang menghasilkan *lower bound* sebesar 596.860 detik, 672.760 detik, dan 638.920 detik. Hasil ini menunjukkan bahwa urutan 4-1 lebih diprioritaskan karena menghasilkan nilai *lower bound* yang lebih kecil dibandingkan dengan 1-4.

Urutan 4-1 kemudian dikembangkan menjadi 4-1-2 dan 4-1-3 dengan nilai *lower bound* masing-masing sebesar 658.980 detik dan 640.220 detik. Namun, nilai ini masih lebih besar dibandingkan dengan urutan 1-4 yang menghasilkan 597.520 detik. Oleh karena itu, penjadwalan dilanjutkan dengan urutan 1-4-2 dan 1-4-3, yang menghasilkan *lower bound* sebesar 658.340 detik dan 639.580 detik. Dari seluruh perhitungan urutan yang memungkinkan, didapatkan bahwa urutan 1-4-3 menghasilkan *lower bound* terkecil yaitu 639.580 detik atau setara dengan 177,66 jam. Dengan demikian, urutan produksi optimal adalah 1-4-3-2.

2.7 LINGO

LINGO adalah perangkat lunak yang dirancang untuk membantu menyelesaikan berbagai permasalahan optimasi secara lebih praktis dan efisien. Perangkat ini menawarkan paket terpadu yang mencakup bahasa pemodelan yang kuat untuk merumuskan model optimasi, lingkungan kerja yang lengkap untuk membangun dan mengedit permasalahan, serta kumpulan *solver* bawaan yang dapat menyelesaikan model optimasi secara efektif (Budiani *et al.*, 2020). Menurut Safari *et al* (2020), perangkat lunak LINGO merupakan alat yang dirancang secara luas untuk mempermudah dan mempercepat penyelesaian berbagai permasalahan dalam riset operasi, seperti program linear dan non-linear, kuadratik, kendala kuadratik, stokastik, serta optimasi model integer, dengan cara yang lebih efisien dan praktis. Penerapan optimasi digunakan dalam pengaplikasian LINGO, dimana optimasi terdiri dari tiga bagian utama yaitu (Rosalinda *et al.*, 2021):

1. Fungsi Tujuan, merupakan rumus yang menggambarkan hal yang ingin dioptimalkan dalam suatu model. Misalnya, tujuan dari suatu model adalah untuk memaksimalkan keuntungan. Berikut ini adalah contoh penulisan model matematisnya menggunakan Software LINGO:

```
Min = @sum(links(i,j): cost(i,j)*volume(i,j));
@for(d(j): @sum(s(i):volume(i,j)) >= demand(j));
@for(s(i): @sum(d(j):volume(i,j)) <= supply(i));
End
```

2. Variabel, dalam model berfungsi sebagai nilai yang dapat disesuaikan untuk menghasilkan hasil optimal sesuai dengan fungsi tujuan. Contoh penulisan model matematis untuk variabel pada *Software* LINGO sebagai berikut.

```
s /s1 s2 s3 s4/: supply;
d /d1 d2 d3 d4 d5 d6/: demand;
links(s,d): cost, volume;
endsets
```

3. Batasan Formula, batasan dalam model merupakan nilai-nilai yang membatasi variabel agar tetap berada dalam ruang solusi yang valid. Contoh model matematis penulisan batasan formula pada *Software* LINGO adalah sebagai berikut.

```
supply = 32000 10000 3500 23000;
demand = 1500 1700 30000 6000 8000 10000;
cost = 11 8 2 3 12 10 11 5 3 2 10 5 14 8 12 10 2 11 11 9 10 5 11 2;
enddata
```

Perangkat lunak LINGO menawarkan paket lengkap yang mencakup bahasa pemodelan optimasi yang intuitif dan mudah dipahami. LINGO telah digunakan secara luas oleh berbagai sektor industri untuk mendukung proses perencanaan produksi, dengan tujuan utama memaksimalkan keuntungan dan meminimalkan biaya. Selain itu, LINGO juga dimanfaatkan dalam pengambilan keputusan untuk berbagai aplikasi, seperti perencanaan produksi, distribusi dan transportasi, keuangan, alokasi portofolio, penjadwalan, manajemen persediaan, pengembangan model, serta alokasi sumber daya. Beberapa kelebihan dan manfaat dari penggunaan LINGO antara lain adalah sebagai berikut (Safari *et al.*, 2020):

1. Pengekspresian

LINGO adalah perangkat lunak yang memfasilitasi pembuatan rumus untuk menyelesaikan permasalahan linear, non-linear, maupun integer dengan cepat, menggunakan format yang sederhana dan mudah dipahami. Bahasa pemodelan yang digunakan dalam LINGO sangat mirip dengan bentuk penulisan model matematis secara langsung di atas kertas.

2. Pilihan Data Mudah

Data yang akan diproses menggunakan *software* LINGO dapat berasal dari *database* maupun *spreadsheet* yang telah disiapkan sebelumnya. Demikian pula, *output* dari solusi dapat diekspor dalam format *database* atau *spreadsheet*, sehingga memudahkan pengguna dalam menyusun laporan sesuai dengan kebutuhan.

3. *Solver* yang Baik

Dengan menggunakan LINGO, pengguna tidak perlu secara manual memilih atau menentukan jenis *solver* yang digunakan, karena LINGO secara otomatis akan mendeteksi formulasi model yang diberikan dan memilih *solver* yang sesuai secara otomatis.

4. Model yang Interaktif

Software LINGO mampu diakses langsung melalui Excel Macro maupun aplikasi berbasis *database* lainnya. Dalam pengembangan solusi terintegrasi (*building turn-key solutions*), *software* ini menyediakan fungsi DLL dan antarmuka OLE yang mendukung *software* ini dijalankan dari aplikasi yang dibuat sendiri oleh pengguna.

LINGO telah dikenal sebagai perangkat lunak optimasi selama lebih dari dua dekade. *Software* ini menjadi salah satu pilihan utama untuk menyelesaikan permasalahan optimasi secara cepat dan efisien, khususnya yang melibatkan persamaan matematika. Salah satu keunggulannya terletak pada struktur bahasanya yang sederhana, terutama dalam memformulasikan masalah berbasis persamaan *linear*.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini terdiri dari beberapa langkah. Langkah awal adalah pelaksanaan studi lapangan yang bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan yang terjadi di RS XYZ. Setelah itu, dilakukan pengumpulan data berupa data primer yang diperoleh melalui wawancara langsung di lapangan. Data ini mencakup informasi mengenai jam kerja, jumlah perawat yang bertugas, jenis *shift* yang tersedia, serta preferensi *shift* dari masing-masing perawat.

Permasalahan pada penelitian kali ini adalah penjadwalan dan jumlah pekerja yang belum optimal sehingga dilakukan penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif yang diolah berdasarkan data yang telah dikumpulkan berbentuk angka.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian serta pengumpulan dilakukan di Rumah Sakit XYZ yang berlokasi di Cilegon, Banten. Waktu pengumpulan data untuk penelitian ini dilakukan selama 3 bulan.

3.3 Cara Pengambilan Data

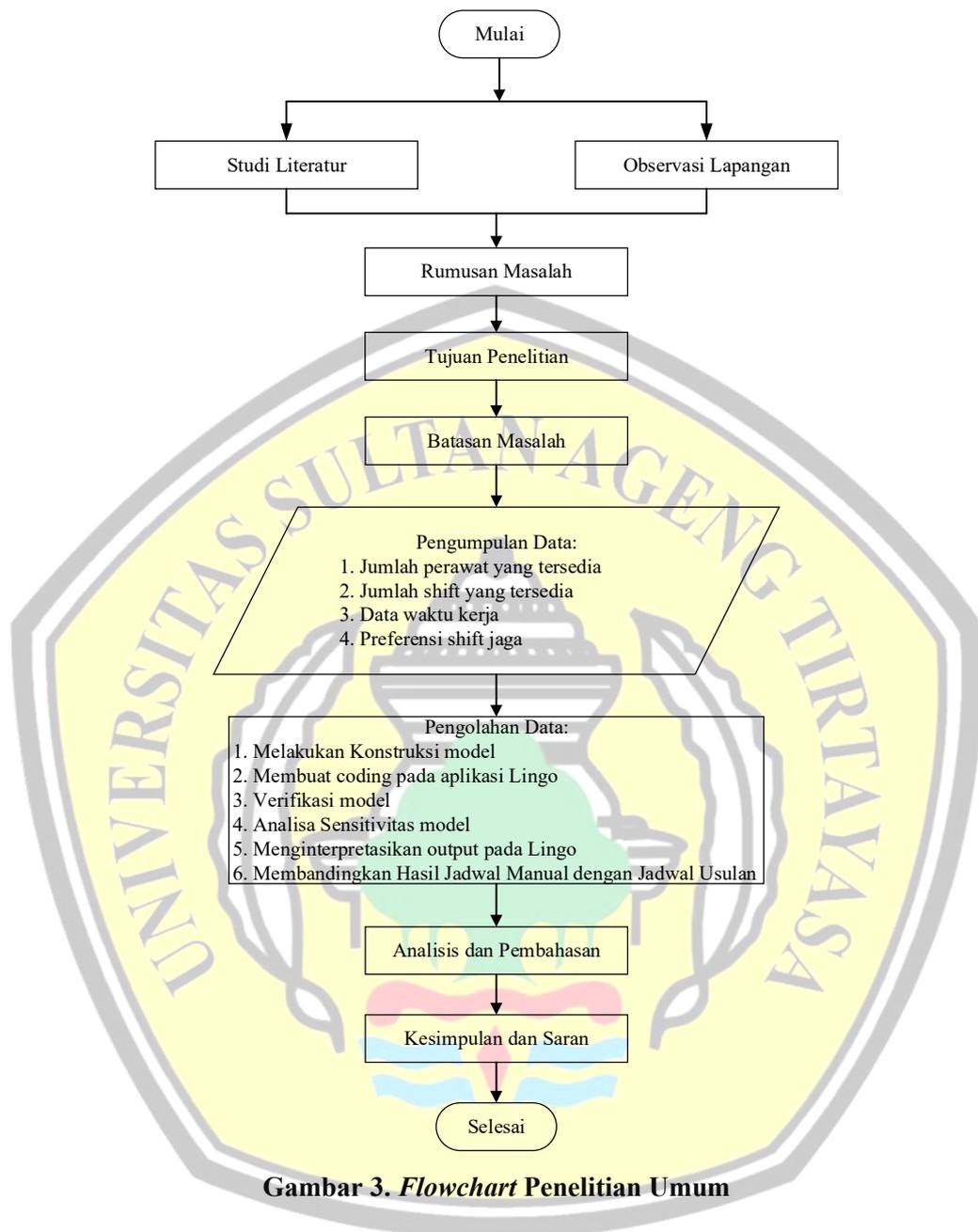
Adapun cara pengumpulan data yang diperlukan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Data Primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan dan diolah sendiri oleh suatu organisasi atau perorangan langsung dari objek penelitiannya. Data primer yang didapatkan untuk penelitian ini dilakukan dengan observasi di Rumah Sakit XYZ yang berlokasi di Cilegon, Banten berupa data waktu kerja, data jumlah perawat yang bekerja, *shift* yang tersedia, dan preferensi *shift* perawat.

3.4 Alur Pemecahan Masalah

Gambar 3 merupakan alur pemecahan masalah pada penelitian yang dilakukan di Rumah Sakit XYZ.



Gambar 3. Flowchart Penelitian Umum

3.5 Deskripsi Pemecahan Masalah

Berikut ini merupakan deskripsi alur pemecahan masalah yang terdapat dalam diagram alir pada Gambar 3.

1. Mulai

Peneliti memulai suatu penelitian untuk mengetahui bagaimana kondisi awal dari penjadwalan perawat di Rumah Sakit XYZ.

2. Studi Literatur

Studi literatur adalah tahap pengumpulan landasan teori yang relevan untuk mendukung penelitian, dengan cara mencari dan menelaah referensi yang berkaitan dengan topik yang diteliti.

3. Observasi Lapangan

Observasi lapangan merupakan tahap yang dilakukan untuk mengamati secara langsung proses penjadwalan perawat di tempat penelitian.

4. Rumusan Masalah

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah merumuskan masalah yang terjadi berdasarkan data yang ada. Rumusan masalah merupakan kunci utama dari permasalahan yang akan diselesaikan.

5. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian merupakan hal-hal yang ingin dicapai dalam penelitian berdasarkan rumusan masalah yang telah ditemukan.

6. Batasan Masalah

Batasan masalah dilakukan agar penelitian tetap berfokus sesuai dengan tujuan penelitian sehingga dapat mempermudah peneliti dalam melakukan penelitian.

7. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan memperoleh data primer melalui metode wawancara. Data yang dikumpulkan mencakup jumlah perawat, jumlah *shift*, jam kerja, serta preferensi *shift* dari masing-masing perawat.

8. Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan, dimulai dari penyusunan model, kemudian dilanjutkan dengan penulisan kode pada aplikasi LINGO, menginterpretasikan hasil keluaran dari LINGO menjadi jadwal perawat yang optimal, serta melakukan perbandingan antara jadwal manual dan jadwal hasil usulan yang telah dihasilkan.

9. Analisa dan Pembahasan

Analisa dan pembahasan dilakukan untuk menganalisis dari data-data yang telah diolah dengan berdasarkan studi literatur sehingga didapatkan hasil penelitian yang telah dilakukan.

10. Kesimpulan dan Saran

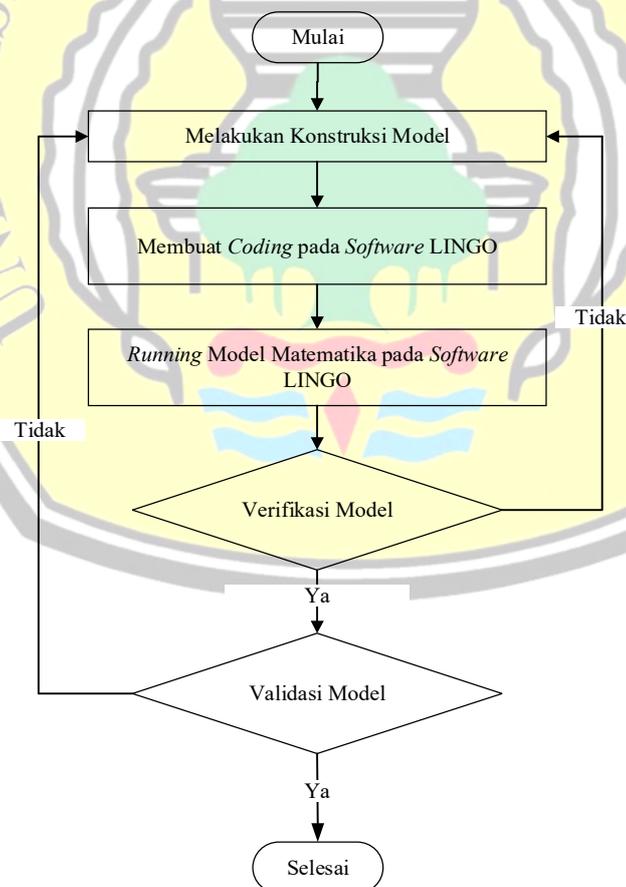
Kesimpulan dan saran merupakan tahap dalam menjawab tujuan penelitian yang ingin dicapai pada penelitian ini, serta tahap dalam memberikan saran untuk pengembangan penelitian ke depannya dengan topik terkait.

11. Selesai

Tahap ini merupakan tahapan akhir dari proses penelitian yang telah selesai dilakukan.

3.6 *Flowchart* Pengolahan Data

Gambar 4 merupakan *flowchart* pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini.



Gambar 4. *Flowchart* Pengolahan Data

3.7 Deskripsi *Flowchart* Pengolahan Data

Berikut ini merupakan deskripsi dari alur pengolahan data yang terdapat dalam diagram alir pada Gambar 4.

1. Mulai

Tahap ini merupakan awal kegiatan dalam pengolahan data.

2. Melakukan Konstruksi Model

Pada tahap ini melakukan pengonstruksian model yang sesuai dengan keadaan di Rumah Sakit XYZ.

3. Membuat *Coding* pada *Software* LINGO 21

Melakukan pembuatan *coding* pada *software* LINGO dengan menggunakan persamaan matematika.

4. Verifikasi Model

Melakukan verifikasi model dengan menjalankan model pada *software* menggunakan *codingan* yang telah dibuat serta memastikan tidak ada *error* pada model matematika tersebut.

5. Validasi Model

Tahap ini dilakukan dengan melakukan analisis sensitivitas untuk menunjukkan apakah hasil dengan model yang telah dibuat logis atau belum.

6. Selesai

Tahap ini merupakan akhir dari proses pengolahan data.

3.8 Analisis Data

Penelitian ini membahas tentang penerapan sistem penjadwalan perawat di Rumah Sakit XYZ. Proses analisis data dilakukan untuk memperoleh pemahaman mengenai hasil yang diperoleh dari pengolahan data tersebut. Setelah data diproses, tahap selanjutnya adalah melakukan analisis sensitivitas sebagai upaya untuk memvalidasi serta menguji keandalan model yang dikembangkan dalam mengoptimalkan penjadwalan perawat tanpa menghadapi berbagai kendala yang mungkin muncul.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dari hasil wawancara. Data dari hasil wawancara tersebut merupakan data yang berasal dari Rumah Sakit XYZ dan berupa data primer. Pengumpulan data ini dilakukan untuk mengetahui jumlah perawat yang tersedia, jumlah *shift* yang tersedia, data waktu kerja, dan nilai preferensi waktu kerja pekerja.

4.1.1 Jumlah Perawat dan *Shift*

Rumah Sakit XYZ dalam menjadwalkan jam kerja perawat membutuhkan jumlah dari perawat yang dimiliki. Berikut merupakan data terkait jumlah perawat di Rumah Sakit XYZ.

Tabel 2. Data Perawat

No.	Perawat	Keterangan
1	Perawat 1	Laki-Laki Junior
2	Perawat 2	Laki-Laki Junior
3	Perawat 3	Laki-Laki Senior
4	Perawat 4	Laki-Laki Senior
5	Perawat 5	Perempuan Senior
6	Perawat 6	Perempuan Senior
7	Perawat 7	Perempuan Senior
8	Perawat 8	Perempuan Senior
9	Perawat 9	Perempuan Senior
10	Perawat 10	Perempuan Senior
11	Perawat 11	Perempuan Junior
12	Perawat 12	Perempuan Junior
13	Perawat 13	Perempuan Junior
14	Perawat 14	Perempuan Junior
15	Perawat 15	Perempuan Junior
16	Perawat 16	Perempuan Junior

Tabel 2. Data Perawat (Lanjutan)

No.	Perawat	Keterangan
17	Perawat 17	Perempuan Junior
18	Perawat 18	Perempuan Junior
19	Perawat 19	Perempuan Junior
20	Perawat 20	Perempuan Junior
21	Perawat 21	Perempuan Junior
22	Perawat 22	Perempuan Junior

Unit X dalam rumah sakit ini dikepalai oleh satu perawat senior. Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa saat ini Rumah Sakit XYZ memiliki 22 perawat yang terdiri dari 4 perawat laki-laki dan 18 perawat perempuan. Terdapat 8 perawat senior dengan masing-masing jumlah perawat senior laki-laki sebanyak 2 dan jumlah perawat senior perempuan sebanyak 6.

Selanjutnya adalah sistem kerja yang berlaku di Rumah Sakit XYZ. Berikut merupakan data terkait *shift* yang diterapkan di Rumah Sakit XYZ.

Tabel 3. Data Jam Kerja Perawat

<i>Shift</i>	Jam
1	06.00 WIB -14.00 WIB
2	14.00 WIB – 22.00 WIB
3	22.00 WIB - 06.00 WIB

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa Rumah Sakit XYZ menggunakan sistem kerja sebanyak 3 *shift* dalam satu hari dan lama bekerja yaitu 8 jam untuk 1 *shift*. *Shift* yang pertama adalah *shift* satu yang bekerja mulai dari pukul 06.00 sampai dengan 14.00. Kemudian *shift* dua yang dimulai pukul 14.00 sampai dengan 22.00. Selanjutnya *shift* terakhir yaitu *shift* tiga dari pukul 22.00 sampai dengan pukul 06.00.

4.1.2 Preferensi Waktu Kerja Perawat

Preferensi waktu kerja perawat merupakan suatu hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan penjadwalan. Setiap perawat memiliki preferensi serta kebutuhan yang berbeda terkait waktu kerja. Preferensi waktu kerja perawat merupakan pendapat dari setiap perawat terkait bobot waktu kerja yang diminati untuk tiap *shift*

yang tersedia. Berikut merupakan data preferensi waktu kerja yang didapatkan dari setiap perawat di Rumah Sakit XYZ.

Tabel 4. Data Preferensi Waktu Kerja Perawat
Yjk

Perawat		Shift		
		1	2	3
Laki-laki Junior	1	3	1	7
	2	9	3	3
Laki-laki Senior	3	4	9	9
	4	5	3	8
Perempuan Senior	5	9	3	8
	6	5	2	7
	7	9	10	3
	8	5	1	4
	9	9	6	4
	10	9	6	9
	11	1	3	3
	12	7	4	6
	13	7	5	6
	14	6	8	8
Perempuan Junior	15	3	1	2
	16	1	9	3
	17	5	6	7
	18	6	1	10
	19	3	2	7
	20	1	6	9
	21	4	6	10
	22	1	10	4

Tabel 4 merupakan jumlah perawat serta nilai preferensi perawat pada setiap *shift* yang didapatkan melalui wawancara kepada setiap perawat. Perawat 1 dan 2 merupakan perawat laki-laki junior, sedangkan perawat 3 dan 4 merupakan perawat laki-laki senior. Perawat 5 sampai 10 merupakan perawat perempuan senior dan perawat 11 sampai dengan 22 adalah perawat perempuan junior. Nilai preferensi 10 merupakan nilai tertinggi perawat lebih menyukai bekerja pada *shift* yang dipilih sedangkan nilai preferensi 1 merupakan nilai terendah yang diberikan oleh perawat untuk bekerja pada *shift* tersebut.

4.1.3 Kebijakan Rumah Sakit

Penjadwalan perawat yang dilakukan di Rumah Sakit XYZ memiliki kebijakan yang telah ditetapkan oleh pihak rumah sakit, antara lain sebagai berikut.

1. Perawat yang bekerja pada *shift* pagi sebanyak 6, *shift* siang sebanyak 6, dan *shift* malam sebanyak 5.
2. Setiap perawat hanya bekerja sebanyak satu *shift* pada satu hari.
3. Perawat harus bekerja minimal 21 hari dan maksimal 26 hari dalam satu bulan
4. Setiap *shift* harus terdapat minimal satu perawat laki-laki
5. Setiap *shift* harus terdapat dua perawat senior, baik laki-laki maupun perempuan
6. Perawat yang bertugas pada *shift* 3 (malam), tidak diperbolehkan bertugas di *shift* 1 (pagi) dan 2 (siang) pada hari berikutnya.
7. Perawat harus mendapatkan setidaknya 5 kali jaga untuk setiap *shift* di setiap bulan.
8. Setiap perawat tidak diperbolehkan mendapat jadwal dengan pola libur masuk libur.

Kebijakan yang telah ditetapkan oleh Rumah Sakit XYZ belum sepenuhnya diterapkan dalam penjadwalan manual yang saat ini diterapkan. Poin 3 terdapat kebijakan bahwa maksimal kerja yang didapatkan perawat dalam satu bulan sebanyak 26 hari. Sedangkan, pada jadwal manual perawat hanya mendapatkan maksimal 24 hari bekerja selama satu bulan. Selain itu, pada poin 8 menyebutkan bahwa jadwal yang didapat oleh perawat tidak boleh memiliki pola libur masuk libur, namun dalam jadwal manual masih terdapat perawat yang mendapatkan pola tersebut.

4.2 Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan selanjutnya dilakukan pengolahan data mengenai maksimasi penjadwalan perawat dari total preferensi data waktu kerja perawat. Berikut ini merupakan pengolahan yang dilakukan menggunakan *software* LINGO dengan pendekatan *Integer Linear Programming*.

4.2.1 Pengembangan Model

Penjadwalan perawat yang diterapkan oleh Rumah Sakit XYZ yang terdiri dari 22 perawat dan 3 *shift* saat ini ditemukan bahwa terdapat perawat yang dijadwalkan di *shift* yang berturut-turut sehingga jumlah *shift* yang didapatkan oleh tiap perawat tidak merata. Selain itu, penjadwalan ini tidak mempertimbangkan preferensi waktu kerja dari setiap perawat. Dengan tidak mempertimbangkan preferensi waktu perawat dalam menjadwalkan waktu kerja, dapat mengakibatkan tingginya permintaan cuti dari setiap perawat sehingga tidak terlaksananya jadwal kerja yang telah dijadwalkan.

Berdasarkan penelitian Wardono (2023), terbukti pendekatan *Integer Linear Programming* berhasil menyelesaikan permasalahan penjadwalan waktu kerja di rumah sakit. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan model yaitu dengan membuat sebuah model matematika dari permasalahan yang ada dengan menggunakan pendekatan *Integer Linear Programming*. Selanjutnya menentukan asumsi dan batasan model yang dilanjutkan dengan penulisan indeks serta parameter. Kemudian menentukan variabel keputusan untuk model penjadwalan perawat. Lalu menetapkan batasan dan fungsi tujuannya. Berikut merupakan asumsi model serta batasan model untuk indeks dan parameter model usulan penjadwalan:

Asumsi Model:

1. Perawat bersedia dijadwalkan kapan saja dan wajib menjalankan jadwal kerja yang telah ditetapkan.
2. Selama periode penjadwalan, seluruh perawat tersedia penuh dengan tidak ada yang pensiun, mengambil cuti, maupun sakit.

Batasan Model:

1. Perawat yang bekerja pada *shift* pagi sebanyak 6, *shift* siang sebanyak 6, dan *shift* malam sebanyak 5.
2. Setiap perawat hanya bekerja sebanyak satu *shift* pada satu hari.
3. Perawat harus bekerja minimal 21 hari dan maksimal 26 hari dalam 1 bulan.
4. Setiap *shift* harus terdapat minimal satu perawat laki-laki.
5. Setiap *shift* harus terdapat dua perawat senior.

6. Perawat yang bertugas pada *shift* 3 (malam), tidak diperbolehkan bertugas di *shift* 1 (pagi) dan 2 (siang) pada hari berikutnya.
7. Perawat harus mendapatkan setidaknya 5 kali jaga untuk setiap *shift* di setiap bulan.
8. Setiap perawat hanya diperbolehkan mendapat total maksimal jaga di tiap *shift* selama satu bulan sebanyak 10.
9. Setiap perawat harus mendapatkan libur dalam 7 hari bekerja.
10. Setiap perawat tidak boleh memiliki pola libur-masuk-libur.

Notasi:

Berikut ini merupakan indeks, parameter, dan variabel keputusan yang digunakan dalam penelitian ini.

Indeks:

i	Hari ke- i $\{i = 1, \dots, I\}$
j	<i>Shift</i> ke- j $\{j = 1, \dots, J\}$
k	Perawat ke- k $\{k = 1, \dots, K\}$

Parameter:

Y_{jk}	Preferensi waktu kerja perawat pada <i>shift</i> K
JPP	Jumlah perawat yang berjaga di <i>shift</i> pagi $\{JPP = 6\}$
JPS	Jumlah perawat yang berjaga di <i>shift</i> siang $\{JPS = 6\}$
JPM	Jumlah perawat yang berjaga di <i>shift</i> malam $\{JPM = 5\}$
PL	Perawat laki-laki $\{PL \geq 1\}$
PS	Perawat senior $\{PS = 2\}$
$JHMI$	Jumlah hari minimal $\{JHMI = 21\}$
$JHMA$	Jumlah hari maksimal $\{JHMA = 26\}$
JSM	Jumlah minimal tiap <i>shift</i> $\{JSM = 5\}$
$JMAS$	Jumlah maksimal tiap <i>shift</i> $\{JMAS = 10\}$

Variabel Keputusan:

X_{ijk}	Jadwal perawat ke- k pada hari- i di <i>shift</i> - j
X_{ijk}	$\begin{cases} 1, & \text{apabila perawat dijadwalkan pada hari } - i \text{ di } \textit{shift} - j \\ 0, & \text{apabila perawat tidak dijadwalkan pada hari } - i \text{ di } \textit{shift} - j \end{cases}$

Indeks di atas menyatakan jumlah hari kerja (i) yang dimiliki ($1, \dots, I$) sebanyak 30 hari, jumlah *shift* (j) yang dimiliki ($1, \dots, J$) sebanyak 3 *shift*, dan jumlah perawat (k) yang dimiliki ($1, \dots, K$) yaitu berjumlah 22 perawat.

4.2.1.1 Model Matematika Penjadwalan Perawat

Penjadwalan perawat dalam kasus ini memiliki fungsi tujuan yaitu memaksimalkan nilai total penjadwalan perawat berdasarkan preferensi waktu kerja perawat. Penggunaan maksimasi total jadwal perawat berdasarkan preferensi dikarenakan apabila semakin besar total jadwal berdasarkan preferensi maka semakin banyak jadwal yang sesuai dengan preferensi jaga perawat. Pembuatan model ini memiliki beberapa batasan model yang dibutuhkan untuk didapatkan hasil penjadwalan perawat yang optimal. Berikut merupakan batasan-batasan yang digunakan pada model penjadwalan perawat ini.

1. Perawat yang bekerja pada *shift* pagi sebanyak 6, *shift* siang sebanyak 6, dan *shift* malam sebanyak 5.
2. Setiap perawat hanya bekerja sebanyak satu *shift* pada satu hari.
3. Perawat harus bekerja minimal 21 hari dan maksimal 26 hari dalam 1 bulan.
4. Setiap *shift* harus terdapat minimal satu perawat laki-laki.
5. Setiap *shift* harus terdapat dua perawat senior.
6. Perawat yang bertugas pada *shift* 3 (malam), tidak diperbolehkan bertugas di *shift* 1 (pagi) dan 2 (siang) pada hari berikutnya.
7. Perawat harus mendapatkan setidaknya 5 kali jaga untuk setiap *shift* di setiap bulan.
8. Setiap perawat hanya diperbolehkan mendapat total maksimal jaga di tiap *shift* selama satu bulan sebanyak 10.
9. Setiap perawat harus mendapatkan libur dalam 7 hari bekerja.
10. Setiap perawat tidak boleh memiliki pola libur-masuk-libur.
11. Variabel keputusan bersifat *biner*.

Berdasarkan pembatas-pembatas di atas, maka didapatkan model matematika penjadwalan perawat sebagai berikut.

Fungsi Tujuan:

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K X_{ijk} \times Y_{jk} \quad (1)$$

Batasan:

$$\sum_{k=1}^{22} X_{ijk} = JPP \quad \forall i, j = 1 \quad (2)$$

$$\sum_{k=1}^{22} X_{ijk} = JPS \quad \forall i, j = 2 \quad (3)$$

$$\sum_{k=1}^{22} X_{ijk} = JPM \quad \forall i, j = 3 \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^3 X_{ijk} \leq 1 \quad \forall i, k \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^{30} \sum_{j=1}^3 X_{ijk} \geq JHMI \quad \forall k \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^{30} \sum_{j=1}^3 X_{ijk} \leq JHMA \quad \forall k \quad (7)$$

$$\sum_{k=1}^4 X_{ijk} \geq PL \quad \forall i, j \quad (8)$$

$$\sum_{k=3}^{10} X_{ijk} = PS \quad \forall i, j \quad (9)$$

$$X_{i,3,k} + X_{i+1,1,k} + X_{i+1,2,k} \leq 1 \quad \forall k, i = 1, \dots, 29 \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^{30} X_{ijk} \geq JSM \quad \forall k, j = 1 \quad (11)$$

$$\sum_{i=1}^{30} X_{ijk} \geq JSM \quad \forall k, j = 2 \quad (12)$$

$$\sum_{i=1}^{30} X_{ijk} \geq JSM \quad \forall k, j = 3 \quad (13)$$

$$\sum_{i=1}^{30} X_{ijk} \leq JMAS \quad \forall k, j = 1 \quad (14)$$

$$\sum_{i=1}^{30} X_{ijk} \leq JMAS \quad \forall k, j = 2 \quad (15)$$

$$\sum_{i=1}^{30} X_{ijk} \leq JMAS \quad \forall k, j = 3 \quad (16)$$

$$\sum_{j=1}^3 X_{i,j,k} + \sum_{j=1}^3 X_{i+1,j,k} + \sum_{j=1}^3 X_{i+2,j,k} + \sum_{j=1}^3 X_{i+3,j,k} + \sum_{j=1}^3 X_{i+4,j,k} + \quad (17)$$

$$\sum_{j=1}^3 X_{i+5,j,k} + \sum_{j=1}^3 X_{i+6,j,k} \leq 6 \quad \forall k, i = 1, \dots, 24$$

$$\sum_{j=1}^3 X_{i,j,k} + \sum_{j=1}^3 X_{i+2,j,k} \geq 1 \quad \forall k, i = 1, \dots, 28 \quad (18)$$

$$X_{ijk} \in \{0,1\} \quad \forall ijk \quad (19)$$

4.2.1.2 Fungsi Tujuan

Fungsi dan tujuan dalam model matematika yang menggunakan pendekatan *Integer Linear Programming* ini memiliki fungsi tujuan memaksimalkan nilai total dari penjadwalan perawat berdasarkan preferensi waktu kerja perawat. Berikut merupakan model matematika dengan fungsi tujuan tersebut.

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K X_{ijk} \times Y_{jk} \quad (20)$$

Fungsi tujuan di atas adalah memaksimalkan nilai total penjadwalan perawat berdasarkan preferensi waktu kerja perawat. Variabel keputusan X_{ijk} memiliki arti bahwa perawat k dijadwalkan di hari i dan *shift* s dengan nilai 0 atau 1. Kemudian Y_{jk} merupakan parameter yang merepresentasikan nilai preferensi waktu kerja perawat. Model tersebut menjumlahkan hasil perkalian dari X_{ijk} dan Y_{jk} untuk kombinasi, hari, *shift*, dan perawat. Hasil yang didapatkan dari model ini adalah penjadwalan perawat dengan mempertimbangkan nilai preferensi dari seluruh perawat dan di seluruh *shift* yang tersedia.

4.2.1.3 Batasan Model

Model matematika ini dalam melakukan penjadwalan perawat memiliki beberapa pembatas model. Berikut merupakan pembatas yang terdapat dalam model ini.

1. Pembatas 1

Pembatas ini memastikan bahwa pada setiap *shift* pagi dijadwalkan sejumlah 6 perawat, *shift* siang 6 perawat, dan *shift* malam 5 perawat.

$$\sum_{k=1}^{22} X_{ijk} = JPP \quad \forall i, j = 1 \quad (21)$$

$$\sum_{k=1}^{22} X_{ijk} = JPS \quad \forall i, j = 2 \quad (22)$$

$$\sum_{k=1}^{22} X_{ijk} = JPM \quad \forall i, j = 3 \quad (23)$$

Ilustrasi:

Tabel 5. Ilustrasi Pembatas 1

Xijk	1	2	3	4	...	22	Jumlah Perawat	
1	1	1	0	0	0	0	1	6
	2	0	0	1	0	1	0	6
	3	0	0	0	1	0	0	5
...	1							6
	2							6
	3							5
30	1	0	0	0	1	0	0	6
	2	1	0	0	0	0	1	6
	3	0	1	0	0	1	0	5

Tabel 5 merupakan informasi terkait hari, *shift*, dan perawat. Kolom 1 menunjukkan jumlah hari, kolom 2 menunjukkan *shift* yang tersedia, sedangkan pada baris 1 menunjukkan jumlah perawat yang tersedia. Hasil tersebut menunjukkan bahwa jumlah perawat-*k* yang harus terjadwal pada tiap *shift* ke-1 sebanyak 6, *shift* ke-2 sebanyak 6, *shift* ke-3 sebanyak 5.

2. Pembatas 2

Pembatas ini memastikan bahwa setiap perawat hanya bekerja satu *shift* selama satu hari.

$$\sum_{j=1}^3 X_{ijk} \leq 1 \quad \forall i, k \quad (24)$$

Ilustrasi:

Tabel 6. Ilustrasi Pembatas 2

Xijk	1	2	3	4	...	22	
1	1	1	0	0	0	0	1
	2	0	0	1	0	1	0
	3	0	0	0	1	0	0
		1	0	1	1	1	
...	1						
	2						
	3						
		0	1	1	0	1	
30	1	0	0	1	0	0	1
	2	1	0	0	0	0	0
	3	0	1	0	0	0	0
		1	0	1	0	1	

Tabel 6 terdapat informasi terkait hari, *shift*, dan perawat. Kolom 1 menunjukkan jumlah hari, kolom 2 menunjukkan *shift* yang tersedia, sedangkan pada baris 1 menunjukkan jumlah perawat yang tersedia. Hasil tersebut menunjukkan bahwa dalam satu hari-*i* perawat-*k* hanya bekerja di satu *shift-j*.

3. Pembatas 3

Pembatas ini memastikan bahwa perawat-*k* harus bekerja sebanyak minimal 21 hari dan maksimal 26 hari dalam satu bulan.

$$\sum_{i=1}^{30} \sum_{j=1}^3 X_{ijk} \geq JHMI \quad \forall k \quad (25)$$

$$\sum_{i=1}^{30} \sum_{j=1}^3 X_{ijk} \leq JHMA \quad \forall k \quad (26)$$

Ilustrasi:

Tabel 7. Ilustrasi Pembatas 3

X _{ijk}	1	2	3	4	...	22
1	1	0	0	0	0	1
1	2	0	0	1	0	1
1	3	0	0	0	1	0
...	2					
30	1	0	0	0	1	0
30	2	1	0	0	0	1
30	3	0	1	0	0	1
	21	24	23	26		26

Tabel 7 merupakan informasi terkait hari, *shift*, dan perawat. Kolom 1 menunjukkan jumlah hari, kolom 2 menunjukkan *shift* yang tersedia, sedangkan pada baris 1 menunjukkan jumlah perawat yang tersedia. Hasil tersebut menunjukkan bahwa jumlah perawat-*k* yang bekerja pada hari-*i* dan *shift-j* selama satu bulan berjumlah minimal 21 hari kerja dan maksimal 26 hari kerja.

4. Pembatas 4

Pembatas ini memastikan bahwa setiap *shift-j* harus terdapat perawat-*k* laki-laki.

$$\sum_{k=1}^4 X_{ijk} \geq PL \quad \forall i, j \quad (27)$$

Ilustrasi:

Tabel 8. Ilustrasi Pembatas 4

Xijk	1	2	3	4	...	22
1	1	0	0	0	0	1
1	2	0	1	0	1	0
1	3	0	0	1	0	0
...	1					
...	2					
...	3					
1	0	0	0	1	0	0
30	2	1	0	0	0	1
30	3	0	1	0	0	1

Tabel 8 merupakan terdapat informasi terkait hari, *shift*, dan perawat. Kolom 1 menunjukkan jumlah hari, kolom 2 menunjukkan *shift* yang tersedia, sedangkan pada baris 1 menunjukkan jumlah perawat yang tersedia. Hasil tersebut menunjukkan bahwa dalam satu hari-*i* dan *shift-j* selalu terjadwal perawat-*k* laki-laki.

5. Pembatas 5

Pembatas ini memastikan bahwa setiap *shift-j* harus terdapat 2 perawat-*k* senior.

$$\sum_{k=3}^{10} X_{ijk} = PS \quad \forall i, j \quad (28)$$

Ilustrasi:

Tabel 9. Ilustrasi Pembatas 5

Xijk	1	2	3	4	5	...	22
1	1	0	0	0	0	1	1
1	2	0	1	0	1	0	0
1	3	0	0	1	0	0	0

Tabel 9 merupakan informasi terkait hari, *shift*, dan perawat. Kolom 1 menunjukkan jumlah hari, kolom 2 menunjukkan *shift* yang tersedia,

sedangkan pada baris 1 menunjukkan jumlah perawat yang tersedia. Hasil tersebut menunjukkan bahwa dalam satu hari- i dan $shift-j$ selalu terjadwal 2 perawat- k senior. Sebagai contoh untuk hari pertama dan $shift$ kedua, terjadwal 2 perawat senior 3 dan 5 yang mana perawat 3 adalah perawat senior laki-laki dan perawat 5 adalah perawat senior perempuan.

6. Pembatas 6

Pembatas ini memastikan bahwa setiap perawat- k yang bertugas pada $shift-j$ 3 atau malam maka tidak diperbolehkan mendapatkan $shift-j$ 1 atau pagi dan $shift-j$ 2 atau siang.

$$X_{i,3,k} + X_{i+1,1,k} + X_{i+1,2,k} \leq 1 \quad \forall k, i = 1, \dots, 29 \quad (29)$$

Persamaan 29 menyatakan bahwa kolom k tidak boleh bernilai lebih dari 1 dari kombinasi ketiga variabel keputusan pada hari ke- i dan hari ke- $i+1$. Kemudian untuk notasi perulangan i menggunakan angka 29 untuk mencegah *out of bounds* dikarenakan jumlah hari dalam satu bulan 30 hari sehingga untuk $i+1$ masih berada di dalam rentang hari ke-30.

Ilustrasi:

Tabel 10. Ilustrasi Pembatas 6

Xijk	1	2	3	4	...	22
1	1	0	0	0	0	1
2	0	0	1	0	1	0
3	0	0	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	1	0
3	0	0	1	0	0	0

Tabel 10 merupakan terdapat informasi terkait hari, $shift$, dan perawat. Kolom 1 menunjukkan jumlah hari, kolom 2 menunjukkan $shift$ yang tersedia, sedangkan pada baris 1 menunjukkan jumlah perawat yang tersedia. Hasil tersebut menunjukkan bahwa dalam $shift-j$ 3 atau malam maka tidak diperbolehkan mendapatkan $shift-j$ 1 atau pagi dan $shift-j$ 2 atau siang. Sebagai contoh, pada perawat keempat dijadwalkan di $shift$

3 pada hari pertama, kemudian di hari kedua tidak terjadwal bertugas baik di *shift* 1 maupun di *shift* 2.

7. Pembatas 7

Pembatas ini memastikan bahwa setiap perawat harus mendapatkan setidaknya 5 *shift* bertugas selama satu bulan.

$$\sum_{i=1}^{30} X_{ijk} \geq JSM \quad \forall k, j = 1 \quad (30)$$

$$\sum_{i=1}^{30} X_{ijk} \geq JSM \quad \forall k, j = 2 \quad (31)$$

$$\sum_{i=1}^{30} X_{ijk} \geq JSM \quad \forall k, j = 3 \quad (32)$$

Ilustrasi:

Tabel 11. Ilustrasi Pembatas 7

Xijk	1	2	3	4	...	22
1	1	1	0	0	0	1
	2	0	0	1	0	0
	3	0	0	0	1	0
...	1					
	2					
	3					
30	1	0	0	0	1	0
	2	1	0	0	0	1
	3	0	1	0	0	1
Shift Pagi	9	8	5	10	10	
Shift Siang	10	10	9	7	7	
Shift Malam	6	5	10	8	5	

Tabel 11 merupakan informasi terkait hari, *shift*, dan perawat. Kolom 1 menunjukkan jumlah hari, kolom 2 menunjukkan *shift* yang tersedia, sedangkan pada baris 1 menunjukkan jumlah perawat yang tersedia. Sebagai contoh, tabel di atas menghitung jumlah banyaknya perawat

bertugas pada *shift* 1, hasil tersebut membuktikan bahwa perawat memiliki minimal bertugas pada *shift* tertentu sebanyak 5 kali.

8. Pembatas 8

Pembatas ini memastikan bahwa setiap perawat hanya diperbolehkan mendapatkan jadwal jaga pada tiap *shift* sebanyak kurang dari sama dengan 10 untuk satu bulan.

$$\sum_{i=1}^{30} X_{ijk} \leq JMAS \quad \forall k, j = 1 \quad (33)$$

$$\sum_{i=1}^{30} X_{ijk} \leq JMAS \quad \forall k, j = 2 \quad (34)$$

$$\sum_{i=1}^{30} X_{ijk} \leq JMAS \quad \forall k, j = 3 \quad (35)$$

Ilustrasi:

Tabel 12. Ilustrasi Pembatas 8

Xijk	1	2	3	4	...	22
1	1	0	0	0	0	1
2	0	0	1	0	1	0
3	0	0	0	1	0	0
...
30	0	0	0	1	0	0
	2	1	0	0	0	1
	3	0	1	0	0	1
Shift Pagi	10	5	8	6	...	10
Shift Siang	5	5	7	7	...	7
Shift Malam	8	10	8	8	...	5

Tabel 12 merupakan informasi terkait hari, *shift*, dan perawat. Kolom 1 menunjukkan jumlah hari, kolom 2 menunjukkan *shift* yang tersedia, sedangkan pada baris 1 menunjukkan jumlah perawat yang tersedia.

Hasil tersebut membuktikan bahwa setiap perawat maksimal mendapatkan jadwal jaga untuk tiap *shift* sebanyak 10 hari.

9. Pembatas 9

Pembatas ini memastikan bahwa setiap perawat harus mendapatkan libur dalam 7 hari bekerja.

$$\sum_{j=1}^3 X_{i,j,k} + \sum_{j=1}^3 X_{i+1,j,k} + \sum_{j=1}^3 X_{i+2,j,k} + \sum_{j=1}^3 X_{i+3,j,k} + \sum_{j=1}^3 X_{i+4,j,k} + \sum_{j=1}^3 X_{i+5,j,k} + \sum_{j=1}^3 X_{i+6,j,k} \leq 6 \quad \forall k, i = 1, \dots, 24 \quad (376)$$

Persamaan 36 menyatakan bahwa kolom k tidak boleh bernilai lebih dari 6 selama 7 hari bekerja. Kemudian untuk notasi perulangan i menggunakan angka 24 untuk mencegah *out of bounds* dikarenakan jumlah hari dalam satu bulan 30 hari sehingga untuk $i+6$ masih berada di dalam rentang hari ke-30.

Ilustrasi:

Tabel 13. Ilustrasi Pembatas 9

X _{ijk}	1	2	3	4	...	22
1	1	0	0	0	0	1
2	0	0	1	0	1	0
3	0	0	0	1	0	0
...						
7	1	0	0	0	1	0
2	0	1	0	0	0	1
3	0	0	1	0	0	1
	6	5	5	5		6

Tabel 13 terdapat informasi berisi hari, *shift* dan perawat. Kolom 1 menunjukkan jumlah hari, kolom 2 menunjukkan *shift* yang tersedia, sedangkan pada baris 1 menunjukkan jumlah perawat yang tersedia. Tabel 13 menggambarkan terkait jumlah jaga yang didapatkan pada setiap perawat selama 7 hari dan harus mendapatkan libur minimal 1 hari. Sebagai contoh, perawat 1 mendapatkan jadwal jaga selama 6 hari

dengan libur selama 1 hari, kemudian untuk perawat 2 mendapat jadwal jaga selama 5 hari dengan libur selama 2 hari.

10. Pembatas 10

Pembatas ini memastikan bahwa setiap perawat tidak mendapatkan jadwal libur-masuk-libur.

$$\sum_{j=1}^3 X_{i,j,k} + \sum_{j=1}^3 X_{i+2,j,k} \geq 1 \quad \forall k, i = 1, \dots, 28 \quad (38)$$

Persamaan 38 menyatakan bahwa kolom k harus bernilai lebih dari 1 apabila kombinasi hari ke- i + hari ke- $i+2$. Kemudian untuk notasi perulangan i menggunakan angka 28 untuk mencegah *out of bounds* dikarenakan jumlah hari dalam satu bulan 30 hari sehingga untuk $i+2$ masih berada di dalam rentang hari ke-30.

Ilustrasi:

Tabel 14. Ilustrasi Pembatas 10

Xijk	1	2	3	4	...	22
1	1	0	0	1	0	1
2	0	0	1	0	1	0
3	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0
2	0	1	0	1	1	0
3	0	0	1	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	1	0
3	0	0	1	0	0	0

Tabel 14 merupakan informasi terkait hari, *shift*, dan perawat. Kolom 1 menunjukkan jumlah hari, kolom 2 menunjukkan *shift* yang tersedia, sedangkan pada baris 1 menunjukkan perawat yang tersedia. Sebagai contoh, perawat 4 mendapatkan jadwal jaga di hari pertama *shift* 1, kemudian hari kedua *shift* 2, dan hari ketiga tidak mendapatkan jadwal jaga. Hal ini membuktikan bahwa tidak terdapat pola libur-masuk-libur dalam penjadwalan ini.

11. Pembatas 11

Pembatas ini memastikan bahwa X_{ijk} dan Y_{jk} adalah *biner*.

$$X_{ijk} \in \{0,1\} \quad \forall ijk \quad (39)$$

Ilustrasi:

Tabel 15. Ilustrasi Pembatas 11

Xijk		1	2	3	4	...	22
1	1	1	0	0	0	0	1
	2	0	0	1	0	1	0
	3	0	0	0	1	0	0
...	1						
	2						
	3						
30	1	0	0	0	1	0	0
	2	1	0	0	0	0	1
	3	0	1	0	0	1	0

Ilustrasi pada Tabel 15 menggambarkan bahwa pekerja yang dijadwalkan dan tidak bernilai biner (0 dan 1).

4.2.2 Implementasi Model

Implementasi model dibuat dengan menggunakan *software* LINGO 21.0 untuk menyelesaikan permasalahan yang ada pada model. *Output* yang didapatkan dari pencarian solusi ini yaitu dengan menggunakan Microsoft Excel, yang dimana dilakukan proses impor kemudian selanjutnya di ekspor oleh LINGO 21.0. Saat mengimpor data dilakukan dari Microsoft Excel data tersebut menggunakan fungsi @ole yang tersedia pada *software* LINGO 21.0.

4.2.2.1 Pendeklarasian Indeks

Pendeklarasian indeks merupakan tahapan awal dalam menginput model permasalahan ke *software* LINGO. Berikut merupakan indeks pada LINGO.

```
SETS:
    hari/1..30/;;
    shift/1..3/;;
    perawat/1..22/;;
    IJK(hari,shift,perawat):Xijk;
    IJ(hari,shift);
    IK(hari,perawat);
    JK(shift,perawat):Yjk;
ENDSETS
```

Gambar 5. Indeks pada LINGO

Gambar 5 di atas menjelaskan indeks yang dideklarasikan pada LINGO adalah indeks hari (*i*), *shift* (*j*), dan perawat (*k*). Terdapat indeks gabungan seperti *IJK*, *IJ*, *IK*, *JK* dalam penulisan model matematika ini.

4.2.2.2 Penentuan Parameter dan Variabel Keputusan

Penentuan parameter dan variabel keputusan pada LINGO ditentukan dengan membuat *command data* dan diakhiri dengan *enddata* sebagai berikut.

```

DATA:
    @ole('C:\Users\Chantika
Nuramalia\Desktop\SKRIPSI\Perawat.xlsx','Xijk') = Xijk;
    Yjk = @ole('C:\Users\Chantika
Nuramalia\Desktop\SKRIPSI\Perawat.xlsx','Yjk');
    JPP = 6;    !Jumlah perawat pagi;
    JPS = 6;    !Jumlah perawat siang;
    JPM = 5;    !Jumlah perawat malam;
    PL = 1;     !Perawat laki-laki;
    PS = 2;     !Perawat senior;
    JHMI = 21;  !Jumlah minimal kerja;
    JHMA = 26;  !Jumlah maksimal kerja;
    JSM = 5;    !Jumlah minimal tiap shift;
    JMAS = 10;  !Jumlah maksimal tiap shift;
ENDDATA

```

Gambar 6. Parameter dan Variabel Keputusan pada LINGO

Gambar 6 menunjukkan struktur data dan parameter yang digunakan dalam model penjadwalan perawat menggunakan *software* LINGO. Gambar tersebut memuat informasi variabel keputusan X_{ijk} dan Y_{jk} . Parameter tambahan seperti jumlah perawat di *shift* pagi (JPP), siang (JPS), malam (JPM), jumlah perawat laki-laki (PL), dan perawat senior (PS) juga didefinisikan untuk memenuhi batasan operasional. Bagian ini menjadi landasan utama dalam menyusun model optimasi untuk jadwal perawat.

4.2.2.3 Penentuan Fungsi Tujuan

Berikut ini merupakan fungsi tujuan yang di *input* dalam *software* LINGO.

```

!Fungsi Tujuan;
max=@sum(IJK(i,j,k):Xijk(i,j,k)*Yjk(j,k));

```

Gambar 7. Fungsi Tujuan pada LINGO

Gambar 7 di atas menunjukkan fungsi tujuan pada model ini adalah memaksimalkan nilai total penjadwalan perawat berdasarkan preferensi waktu kerja perawat. Variabel keputusan X_{ijk} memiliki arti bahwa perawat k dijadwalkan di hari i dan *shift* s dengan nilai 0 atau 1. Kemudian Y_{jk} merupakan parameter yang merepresentasikan nilai preferensi waktu kerja perawat.

4.2.2.4 Penentuan Fungsi Pembatas

Berikut ini merupakan kendala yang dihadapi dalam menyelesaikan solusi model yang yang sebelumnya dijelaskan pada subbab pengembangan model.

```

!Pembatas 1: setiap shift pagi dan siang harus diisi oleh x(6)
perawat, shift malam harus diisi x(5) perawat;
@for(IJ(i,j):
    @sum(perawat(k):Xijk(i,1,k))= JPP);
@for(IJ(i,j):
    @sum(perawat(k):Xijk(i,2,k))= JPS);
@for(IJ(i,j):
    @sum(perawat(k):Xijk(i,3,k))= JPM);

!Pembatas 2: setiap perawat hanya bekerja satu shift pada satu
hari;
@for(IK(i,k):
    @sum(shift(j):Xijk(i,j,k))<=1);

!Pembatas 3: perawat harus bekerja sebanyak minimal 21 hari &
maksimal 26 hari dalam 1 bulan;
@for(perawat(k):
    @sum(IJ(i,j):Xijk(i,j,k))>= JHMI);
@for(perawat(k):
    @sum(IJ(i,j):Xijk(i,j,k))<= JHMA);

!Pembatas 4 : setiap shift harus terdapat minimal satu perawat
laki-laki;
@for(IJ(i,j):
    @sum(perawat(k)|k #GE# 1 #AND# k #LE# 4: Xijk(i,j,k)) >=
PL);

!Pembatas 5 : setiap shift harus terdapat dua perawat senior;
@for(IJ(i,j):
    @sum(perawat(k)|k #GE# 3 #AND# k #LE# 10: Xijk(i,j,k))=
PS);

!Pembatas 6: perawat yang bertugas pada shift malam, tidak
diperbolehkan mendapat shift pagi dan siang di hari berikutnya;
@for(IK(i,k)|i #GE# 1 #AND# i #LE# 29:
    Xijk(i,3,k) + Xijk(i+1,1,k) + Xijk(i+1,2,k) <=1);

!Pembatas 7 : Setiap perawat harus mendapatkan setidaknya 5
jadwal di setiap shift selama sebulan;
@for(perawat(k):
    @sum(hari(i):Xijk(i,1,k)) >= JSM);
@for(perawat(k):
    @sum(hari(i):Xijk(i,2,k)) >= JSM);
@for(perawat(k):
    @sum(hari(i):Xijk(i,3,k)) >= JSM);

!Pembatas 8: Setiap perawat mendapatkan maksimal 10 jadwal di
setiap shift selama sebulan;
@for(perawat(k):
    @sum(hari(i):Xijk(i,1,k)) <= JMAS);
@for(perawat(k):

```

```

@sum(hari(i):Xijk(i,2,k)) <= JMAS);
@for(perawat(k):
@sum(hari(i):Xijk(i,3,k)) <= JMAS);

!Pembatas 9: Setiap perawat harus mendapatkan libur dalam 7 hari
bekerja;
@for(IK(i,k) | i #GE# 1 #AND# i #LE# 24:
@sum(shift(j):Xijk(i,j,k)) + @sum(shift(j):Xijk(i+1,j,k))
+
@sum(shift(j):Xijk(i+2,j,k)) +
@sum(shift(j):Xijk(i+3,j,k)) +
@sum(shift(j):Xijk(i+4,j,k)) +
@sum(shift(j):Xijk(i+5,j,k)) +
@sum(shift(j):Xijk(i+6,j,k)) <= 6);

!Pembatas 10: Setiap perawat tidak boleh memiliki pola libur-
masuk-libur;
@for(IK(i,k) | i #GE# 1 #AND# i #LE# 28:
@sum(shift(j):Xijk(i,j,k)) + @sum(shift(j):Xijk(i+2,j,k))
>= 1);

!Pembatas 11: variabel keputusan bersifat biner;
@for(IJK(i,j,k):@bin(Xijk(i,j,k)));

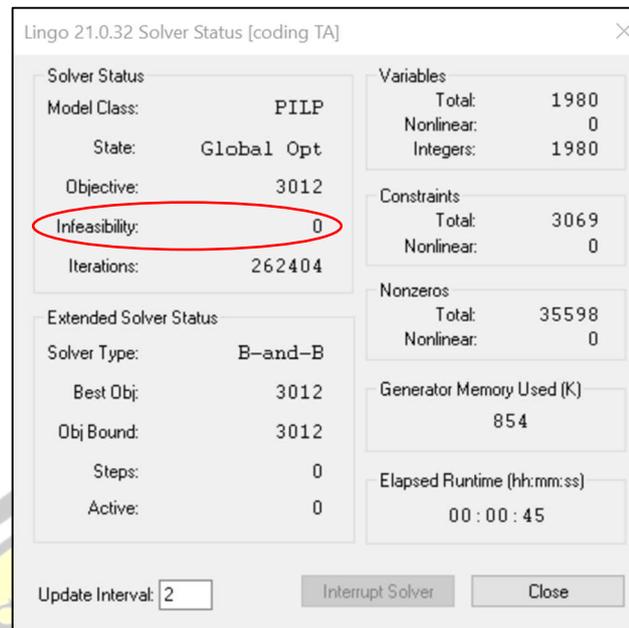
```

Gambar 8. Fungsi Pembatas pada LINGO

Gambar 8 berisikan daftar batasan (*constraints*) yang diterapkan dalam model penjadwalan perawat menggunakan perangkat lunak LINGO. Batasan mencakup berbagai aspek, seperti jumlah minimum perawat yang harus tersedia pada setiap *shift* pagi, siang, dan malam, serta larangan bagi perawat untuk bekerja di lebih dari satu *shift* dalam satu hari. Selain itu, model mengatur jumlah hari kerja minimum dan maksimum perawat, memastikan kehadiran perawat laki-laki dan perawat senior di setiap *shift*, serta menghindari penjadwalan *shift* malam diikuti oleh *shift* pagi atau siang pada hari berikutnya. Batasan tambahan juga memastikan setiap perawat memiliki jadwal di setiap *shift* selama sebulan, dan semua variabel keputusan bersifat *biner* untuk menjaga keakuratan model.

4.2.3 Uji Verifikasi Model

Pengujian verifikasi model dilakukan untuk membuktikan model yang sudah dibuat dapat berjalan pada program dan tidak terdapat *error*. Pada tahap ini dapat dilihat dari hasil *solver* status di *software* LINGO. Berikut merupakan hasil uji verifikasi model.



Gambar 9. Uji Verifikasi Model pada LINGO

Gambar 9 menunjukkan hasil bahwa nilai *infeasibility* dari model yang dibuat adalah 0, hal tersebut menunjukkan bahwa model yang telah dibuat sudah *feasible* (layak) untuk digunakan. Selain itu sudah tidak adanya *error warning* juga menunjukkan bahwa model sudah *verified* yang artinya tidak ada *error* atau kesalahan pada model. Fungsi tujuan yang didapatkan oleh *solver* adalah sebesar 3012, yang artinya nilai optimal yang dihitung berdasarkan variabel serta batasan yang diberikan dalam model. *Variables* merupakan total variabel keputusan yang dimiliki oleh model ini yaitu sebesar 1980, didapatkan dari variabel keputusan X_{ijk} yang merepresentasikan perkalian dari hari, *shift*, dan perawat yang tersedia dalam model ini.

4.2.4 Output pada Software LINGO

Berikut ini merupakan hasil yang didapatkan setelah melakukan *coding* dengan menggunakan *software* LINGO.

Tabel 16. *Output* pada LINGO

Xijk	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
	2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
2	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0
	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
3	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
	2	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0
4	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
	3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
5	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
	2	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
	3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0
6	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
	3	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0
7	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
	3	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
8	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	3	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
9	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0
	3	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
	2	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0
	3	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1

Tabel 16. *Output* pada LINGO (Lanjutan)

Xijk	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
11	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0
	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0
	3	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
13	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0
	3	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
14	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
	2	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
	3	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
15	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
	2	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
	3	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
16	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0
	3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
17	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
	2	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0
	3	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
18	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1
	3	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
19	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1
	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
	3	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
20	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1
	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
	3	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Tabel 16 merupakan hasil dari pengolahan data menggunakan *software* LINGO yang terdiri dari hubungan antara hari, *shift*, dan perawat. Baris pada tabel di atas menunjukkan jumlah perawat yang tersedia di rumah sakit tersebut, dengan perawat 1 dan 2 merupakan perawat laki-laki junior, perawat 3 dan 4 merupakan perawat laki-laki senior, perawat 4 sampai dengan 10 merupakan perawat perempuan senior, dan perawat 11 sampai dengan 22 adalah perawat perempuan junior. Kemudian untuk kolom 1 sampai dengan 30 merupakan kolom hari dan untuk kolom 1 sampai dengan 3 menunjukkan *shift*. Sebagai contoh pada kolom hari 1 *shift* 1 dan baris perawat 1 bernilai 1 yang memiliki arti bahwa perawat pertama pada hari pertama dan *shift* pertama dijadwalkan bekerja.

4.2.5 Analisis Sensitivitas Model

Analisis sensitivitas perlu dilakukan untuk mengetahui validitas dari model ketika dilakukannya perubahan parameter terhadap fungsi tujuan. Analisis sensitivitas pada model ini dilakukan pada perubahan jumlah perawat, dimana pada model matematika ini jumlah perawat yang tersedia sebanyak 22 perawat, sedangkan pada analisis sensitivitas perubahan jumlah perawat menjadi 20, 21, 23, dan 24 perawat.

Tabel 17. Analisis Sensitivitas

No.	Jumlah Perawat	Kebutuhan Jumlah <i>Shift</i>	Fungsi Tujuan
1	20	510	INF
2	21	510	2957
3	22	510	3012
4	23	510	3025
5	24	510	INF

Tabel 17 merupakan hasil analisis sensitivitas yang dihitung dengan melakukan perubahan parameter jumlah perawat menggunakan *software* LINGO, dapat dilihat bahwa perubahan pada tiap jumlah perawat yang tersedia berpengaruh terhadap nilai total penjadwalan perawat berdasarkan preferensi waktu kerja perawat. Kebutuhan jumlah *shift* untuk satu bulan di Rumah Sakit XYZ membutuhkan sebanyak 510 *shift* dengan alokasi *shift* pagi berjumlah 6, *shift* siang berjumlah 6, dan *shift* malam berjumlah 5 untuk jadwal di satu hari dengan minimal bekerja selama 21 hari dan maksimal bekerja selama 26 hari. Berdasarkan hasil

analisis sensitivitas, diketahui bahwa jika jumlah perawat sebanyak 20 perawat tidak dapat memenuhi kebutuhan bertugas sebanyak 510 *shift* dan maksimal bekerja selama 26 hari. Kemudian untuk jumlah perawat sebanyak 24 juga tidak dapat memenuhi kebutuhan bertugas selama 510 *shift* dan minimal bekerja selama 21 hari. Hal ini dikarenakan adanya kebijakan atau aturan Rumah Sakit yang harus diterapkan dalam proses penjadwalan, seperti terdapat batasan minimal dan maksimal hari kerja yang didapatkan oleh perawat, perawat hanya boleh mendapat jadwal jaga satu kali dalam satu hari, terdapat komposisi perawat seperti minimal satu laki-laki dan dua perawat senior dalam satu *shift*, dan batasan jumlah kerja berturut-turut serta larangan bekerja pada *shift* pagi dan siang setelah mendapatkan *shift* malam. Sebagai contoh, apabila perawat yang tersedia adalah 20, maka setiap perawat harus mendapatkan jadwal untuk satu bulan selama 26 hari atau maksimal dari kebijakan yang ditetapkan untuk dapat memenuhi 510 *shift*, hal ini tidak memenuhi kebijakan jumlah hari minimal yang harus didapat oleh perawat. Kemudian secara kebijakan, seluruh perawat tidak bisa mencapai jadwal jaga sebanyak 26 hari dikarenakan adanya kebijakan komposisi jenis kelamin dan tingkatan perawat dan kebijakan-kebijakan lainnya. Sehingga dapat dibuktikan bahwa analisis sensitivitas dari model matematika untuk penjadwalan perawat ini peka terhadap jumlah perawat yang tersedia.

Analisis sensitivitas yang dilakukan untuk memvalidasi model dalam penelitian ini selain menggunakan perubahan menggunakan parameter jumlah perawat dapat pula dilakukan dengan mengubah bobot preferensi perawat tiap *shift*. Sebagai contoh, apabila bobot preferensi untuk *shift* pagi seorang perawat dinaikkan, maka penugasan perawat tersebut untuk *shift* pagi pun diprioritaskan. Hal ini menunjukkan bahwa model berhasil menyesuaikan penjadwalan dengan preferensi yang diberikan. Oleh karena itu, model tidak hanya optimal secara matematis tetapi juga responsif terhadap kondisi aktual.

4.2.6 Interpretasi Hasil

Setelah menyelesaikan proses pemodelan dan optimasi menggunakan *software* LINGO, langkah berikutnya adalah menganalisis dan menginterpretasikan hasil yang didapatkan. Tujuan dari interpretasi hasil ini adalah memastikan bahwa

solusi yang diperoleh relevan dan dapat diterapkan sesuai dengan permasalahan yang ada. Berikut merupakan interpretasi hasil dari *software* LINGO yang memiliki nilai *biner*.



Tabel 18. Interpretasi Hasil dari *Software* LINGO

Hari	Perawat																						Jumlah Pagi	Jumlah Siang	Jumlah Malam
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22			
1	P	L	S	M	L	P	P	S	L	M	L	S	P	S	S	P	L	M	S	P	M	M	6	6	5
2	P	L	S	M	L	S	P	P	L	M	S	S	M	M	P	S	P	M	P	S	L	L	6	6	5
3	P	S	M	L	S	M	S	P	P	L	S	L	M	L	L	P	S	M	P	P	M	S	6	6	5
4	P	S	M	L	S	L	S	P	P	M	P	P	M	L	P	L	S	L	S	S	M	M	6	6	5
5	L	S	M	P	P	S	S	L	L	M	P	P	M	S	S	P	P	S	M	L	M	L	6	6	5
6	L	P	M	S	L	P	M	S	P	L	S	P	M	S	S	P	L	M	L	P	M	S	6	6	5
7	M	P	L	S	M	S	L	M	P	P	P	S	L	P	M	S	L	L	S	S	M	P	6	6	5
8	M	S	P	L	M	L	P	M	S	S	L	S	S	S	L	M	P	P	P	P	M	L	6	6	5
9	M	L	S	P	L	L	S	M	P	M	S	L	P	P	S	M	M	P	S	S	L	P	6	6	5
10	M	S	S	P	P	S	M	M	L	L	P	P	S	L	P	L	L	P	S	M	S	M	6	6	5
11	M	P	L	S	S	P	M	L	P	M	L	M	S	S	P	P	S	S	L	L	P	M	6	6	5
12	M	L	S	P	M	L	L	P	S	M	S	M	P	M	L	S	S	P	P	P	S	L	6	6	5
13	L	S	M	P	M	L	S	S	P	L	P	M	P	L	S	S	L	M	S	M	P	P	6	6	5
14	P	S	M	L	M	S	P	S	L	P	M	M	L	S	P	S	S	L	P	L	M	P	6	6	5
15	S	L	M	P	M	S	L	L	S	P	M	L	P	M	S	P	M	S	P	S	L	P	6	6	5
16	P	L	M	S	L	S	L	P	P	M	M	S	P	L	P	S	M	P	S	M	S	L	6	6	5
17	P	S	L	M	P	S	M	P	S	L	L	P	P	S	M	L	M	S	S	M	P	L	6	6	5
18	P	P	S	M	P	S	M	P	L	L	M	S	S	P	L	S	L	P	L	M	M	S	6	6	5
19	S	M	P	L	P	S	L	M	M	S	M	P	P	L	S	P	S	S	M	L	L	P	6	6	5
20	L	M	P	S	S	L	M	L	M	P	L	S	M	S	P	P	P	L	M	S	S	P	6	6	5
21	L	M	P	S	L	P	M	S	M	L	P	S	L	P	S	M	L	S	M	P	P	S	6	6	5
22	P	L	M	S	P	M	L	S	L	P	S	L	S	P	M	M	P	S	M	P	S	L	6	6	5
23	S	L	M	P	S	M	L	P	L	S	S	P	P	L	M	M	S	P	M	S	L	P	6	6	5
24	S	M	L	P	P	M	S	L	S	M	S	S	M	P	M	L	S	L	L	P	P	P	6	6	5
25	P	M	S	L	M	L	S	P	P	M	L	P	M	S	L	S	M	P	S	L	P	S	6	6	5
26	L	M	S	P	L	P	M	S	M	L	L	S	M	S	P	M	L	S	P	S	P	P	6	6	5
27	M	L	S	P	L	M	M	S	L	P	S	P	M	L	P	M	S	S	P	S	P	L	6	6	5
28	M	S	P	L	M	M	L	P	S	S	P	L	L	L	S	M	S	P	P	P	M	S	6	6	5
29	L	S	P	M	M	L	L	S	P	S	L	P	P	M	S	M	P	S	S	P	L	M	6	6	5
30	S	P	S	M	L	L	P	S	M	P	L	M	S	M	P	M	L	P	P	S	S	L	6	6	5

Keterangan:

P = Pagi

S = Siang

M = Malam

L = Libur

Tabel 18 merupakan hasil dari *software* LINGO, hasil P adalah *shift* pagi, hasil S adalah *shift* siang, hasil M adalah *shift* malam, dan L adalah libur. Sebagai contoh, pada perawat 1 di hari 1 dijadwalkan P yang artinya perawat 1 bertugas di *shift* pagi. Kemudian hasil tersebut membuktikan bahwa penjadwalan perawat yang dihasilkan telah terpenuhi pada tiap *shift* nya sesuai dengan ketentuan yaitu terdapat 6 perawat yang terjadwal di *shift* 1, 6 perawat di *shift* 2, dan 5 perawat di *shift* 3. Penjadwalan tersebut terdapat hasil dengan perawat yang mendapatkan jadwal jaga malam berturut-turut selama 6 hari, hal tersebut dapat disebabkan oleh bobot preferensi yang diberikan perawat pada *shift* malam. Hal tersebut masih dalam batas aman dikarenakan selama 7 hari terdapat hari libur yang didapatkan oleh perawat tersebut. Selain itu, belum ada aturan yang secara spesifik mengenai *shift* malam perawat di undang-undang ketenagakerjaan. Kemudian dikarenakan penjadwalan ini tidak mempertimbangkan kondisi darurat serta permintaan cuti mendadak, apabila penjadwalan ini diterapkan dan di kemudian hari terdapat kondisi tersebut maka solusi yang dapat dilakukan adalah melakukan *change shift* dengan kesepakatan antarperawat.

Adapun jadwal manual yang saat ini diterapkan oleh Rumah Sakit XYZ adalah sebagai berikut.

Tabel 19. Jadwal Manual

Hari	Perawat																						Jumlah Pagi	Jumlah Siang	Jumlah Malam
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22			
1	P	M	S	L	M	P	S	L	M	P	P	M	L	L	S	L	P	P	S	S	S	M	6	6	5
2	S	L	P	M	L	P	S	S	L	M	P	M	P	P	L	P	S	S	L	S	M	M	6	6	5
3	S	P	L	M	P	L	S	P	S	M	P	L	S	P	S	L	M	P	S	M	M	L	6	6	5
4	P	M	S	L	P	S	M	P	M	L	P	M	S	L	S	P	L	S	P	L	M	S	6	6	5
5	S	M	L	P	P	S	M	S	M	L	P	M	L	P	L	P	S	M	S	P	L	S	6	6	5
6	L	M	S	P	P	M	L	M	L	S	M	L	P	S	S	P	P	M	S	P	S	L	6	6	5
7	P	L	S	M	P	L	P	M	L	S	L	S	M	P	M	S	P	M	L	S	S	P	6	6	5
8	P	P	S	M	P	M	L	L	P	S	S	S	M	S	M	S	L	L	P	L	M	P	6	6	5
9	P	S	M	L	S	L	M	P	S	P	S	P	M	L	M	L	S	M	P	S	L	P	6	6	5
10	S	M	L	P	M	S	M	P	S	L	P	S	L	P	M	P	L	M	S	L	S	P	6	6	5
11	M	M	S	P	L	M	M	S	L	P	S	P	S	P	L	P	M	L	P	S	S	L	6	6	5
12	L	M	S	P	M	L	M	L	P	S	P	M	S	S	P	S	L	M	P	L	S	P	6	6	5
13	S	M	P	L	M	P	M	S	L	S	P	L	S	M	P	S	P	M	L	L	S	P	6	6	5
14	M	L	P	S	L	L	M	M	S	P	S	S	P	L	S	P	P	M	L	P	S	M	6	6	5
15	L	S	M	P	M	S	L	L	P	S	M	M	P	S	S	L	P	M	S	P	P	L	6	6	5
16	M	S	L	P	M	S	L	S	P	M	M	M	S	L	P	P	S	L	P	P	L	S	6	6	5
17	M	L	S	P	M	M	P	L	S	L	M	L	P	M	S	P	L	P	S	S	P	S	6	6	5
18	L	S	P	M	L	M	L	P	S	S	L	S	L	M	P	P	S	P	M	M	P	S	6	6	5
19	M	P	S	L	S	L	P	P	M	M	L	P	S	L	P	S	P	S	L	M	S	M	6	6	5
20	L	S	M	P	P	S	S	M	L	L	L	P	M	S	M	S	P	S	P	M	P	L	6	6	5
21	S	P	M	M	P	S	P	L	L	S	P	M	L	S	L	L	M	P	S	M	P	S	6	6	5
22	S	P	M	M	L	L	S	P	P	S	L	M	S	M	M	P	L	S	P	L	P	S	6	6	5
23	S	P	L	M	M	S	P	S	L	P	S	L	M	M	M	L	P	P	S	P	S	L	6	6	5
24	S	M	P	L	M	S	L	P	S	M	S	S	L	M	L	P	P	L	M	P	S	P	6	6	5
25	P	L	M	S	L	M	P	S	P	L	M	S	P	M	S	M	P	S	L	S	L	P	6	6	5
26	P	S	M	S	L	L	P	S	M	P	L	M	P	L	P	M	P	S	S	L	S	M	6	6	5
27	P	M	L	S	S	M	M	P	L	P	S	L	P	P	S	M	S	L	P	S	M	L	6	6	5
28	S	L	M	P	L	L	M	S	S	P	S	P	P	P	S	M	M	L	M	S	L	P	6	6	5
29	L	P	M	S	S	P	L	M	P	L	S	L	P	S	L	M	M	S	M	S	P	P	6	6	5
30	S	P	M	S	S	P	L	M	P	L	L	P	S	S	P	M	L	M	M	S	L	P	6	6	5

Keterangan:

P = Pagi

S = Siang

M = Malam

L = Libur

Tabel 19 merupakan jadwal yang saat ini diterapkan oleh Rumah Sakit XYZ, hasil P adalah *shift* pagi, hasil S adalah *shift* siang, hasil M adalah *shift* malam, dan L adalah libur. Sebagai contoh, pada perawat 1 di hari 1 dijadwalkan P yang artinya perawat 1 bertugas di *shift* pagi. Jadwal tersebut memiliki jumlah pada tiap *shift* di satu hari sebanyak 6 perawat pada *shift* pagi, 6 perawat pada *shift* siang, dan 5 perawat pada *shift* malam sesuai dengan kebijakan yang diberikan oleh Rumah Sakit. Namun, jadwal tersebut belum merata dan belum menggunakan preferensi atau bobot tingkat kesukaan perawat bekerja pada suatu *shift*.

Berikut hasil perbandingan penjadwalan perawat menggunakan *software* LINGO dengan penjadwalan manual pada Rumah Sakit XYZ sebagai berikut.

Tabel 20. Perbandingan Hasil Penjadwalan Perawat Manual dengan Model Usulan

Penjadwalan Perawat	Preferensi Perawat	Jumlah Bobot Preferensi Perawat	Total Shift
Manual	-	2670	510
Model Usulan	√	3012	510

Contoh Perhitungan:

Jumlah bobot preferensi perawat:

$$= \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K X_{ijk} \times Y_{jk}$$

= (Jumlah *shift* pagi perawat satu bulan × Preferensi *shift* pagi) + (Jumlah *shift* siang perawat satu bulan × Preferensi *shift* siang) + (Jumlah *shift* malam perawat satu bulan × Preferensi *shift* malam)

$$= ((8 \times 3) + (11 \times 1) + (5 \times 7)) + ((8 \times 9) + (6 \times 3) + (10 \times 3)) + \dots + ((11 \times 1) + (7 \times 10) + (5 \times 4))$$

$$= 2670$$

Tabel 20 membandingkan hasil penjadwalan perawat menggunakan metode manual dan model usulan berdasarkan nilai fungsi tujuan. Hasil fungsi tujuan

tersebut didapatkan dari jumlah *shift* kerja perawat pada tiap *shift* kemudian dikali dengan bobot preferensi perawat pada tiap *shift*. Jumlah *shift* kerja perawat yang dihasilkan pada metode manual belum mempertimbangkan bobot preferensi perawat sehingga didapatkan hasil sebesar 2670. Sedangkan pada penelitian ini yang menjadwalkan *shift* kerja perawat dengan mempertimbangkan bobot preferensi perawat pada tiap *shift* nya memiliki bobot preferensi sebesar 3012. Perbandingan ini membuktikan bahwa model penelitian lebih unggul dalam menyusun penjadwalan perawat pada Rumah Sakit XYZ karena memiliki nilai fungsi tujuan yang lebih besar daripada penjadwalan dengan metode manual. Sehingga, jadwal yang dihasilkan dari model usulan lebih dapat mempertimbangkan preferensi waktu jaga perawat dibandingkan dengan jadwal yang dibuat secara manual.

Adapun hasil perbandingan jadwal *shift* yang didapatkan perawat sebelum dan sesudah mempertimbangkan preferensi perawat sebagai berikut.

Tabel 21. Perbandingan Jumlah *Shift* yang Didapatkan

Jadwal Manual			Model Usulan				
Perawat	<i>Shift</i>			Perawat	<i>Shift</i>		
	1	2	3		1	2	3
1	8	11	5	1	10	5	8
2	8	6	10	2	5	10	6
3	5	9	10	3	6	10	10
4	10	6	8	4	10	7	6
5	8	5	9	5	7	5	9
6	5	9	7	6	5	10	6
7	7	5	10	7	5	7	9
8	9	9	6	8	10	10	5
9	8	8	5	9	10	6	5
10	8	9	5	10	7	5	10
11	9	9	5	11	7	9	5
12	6	7	10	12	10	10	5
13	10	9	5	13	10	6	10
14	8	8	7	14	6	10	5
15	7	10	7	15	10	10	5
16	12	6	6	16	8	8	10
17	12	6	5	17	6	10	5
18	6	8	10	18	10	10	5
19	9	10	5	19	10	10	6
20	7	11	5	20	10	10	5
21	7	12	5	21	8	6	10
22	11	7	5	22	10	6	5

Tabel 21 membandingkan hasil jumlah *shift* yang didapat para perawat selama satu bulan. Hasil tersebut dipengaruhi oleh nilai preferensi perawat pada tiap *shift* jaga yang tersedia. Sebelum mempertimbangkan nilai preferensi, Perawat 1 mendapatkan total 8 kali jaga pada *shift* pagi, 11 kali jaga pada *shift* siang, dan 5 kali *shift* jaga pada *shift* malam. Kemudian setelah melakukan penjadwalan dengan menggunakan preferensi, Perawat 1 mendapatkan total 10 kali jaga pada *shift* pagi, 5 kali jaga pada *shift* siang, dan 8 kali jaga pada *shift* malam selama periode satu bulan.

Tabel 22. Perbandingan Jumlah Shift yang Didapatkan dengan Nilai Preferensi

Perawat	Preferensi Tiap Shift			Jumlah Jaga yang Didapat		
	1	2	3	1	2	3
1	3	1	7	10	5	8
3	4	9	9	6	10	10

Tabel 22 menunjukkan hasil Perawat 1 memiliki preferensi tertinggi terhadap *shift* 3 (nilai 7), sehingga secara ideal seharusnya dijadwalkan lebih sering pada *shift* tersebut dibanding *shift* lainnya. Namun, dalam implementasinya, Perawat 1 hanya mendapatkan 8 jadwal jaga di *shift* 3, lebih sedikit dibanding Perawat 3 yang mendapatkan 10 jaga di *shift* yang sama. Hal ini terjadi karena model tidak hanya mempertimbangkan preferensi satu perawat secara individu, tetapi juga memperhitungkan preferensi seluruh perawat secara keseluruhan. Dalam hal ini, Perawat 3 juga memberikan preferensi tinggi pada *shift* 3 (nilai 9), bahkan lebih tinggi dari Perawat 1. Oleh karena itu, sistem menjadwalkan Perawat 3 lebih sering di *shift* 3 karena bobot preferensinya secara relatif lebih besar dibanding Perawat 1. Hal ini menunjukkan bahwa jadwal yang dibuat optimal dengan mempertimbangkan semua preferensi perawat yang ada, bukan hanya milik satu orang.

BAB V

ANALISA DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisa Model Matematika Penjadwalan Waktu Kerja

Penjadwalan merupakan pengalokasian sumber daya yang tersedia dari waktu ke waktu untuk dapat melaksanakan tugas atau pekerjaan. Penjadwalan tenaga kerja yang optimal dapat memberikan dampak positif sehingga menghasilkan sumber daya yang berkualitas (Anggraini *et al.*, 2024). Penjadwalan yang dirancang membutuhkan beberapa kriteria antara lain jam kerja, jumlah tenaga kerja, serta kendala khusus yang terdapat dalam jadwal kerja. Kendala khusus tersebut merupakan batasan yang diterapkan dalam merancang penjadwalan tenaga kerja untuk menghasilkan jadwal kerja yang sesuai dengan syarat serta ketentuan masing-masing instansi ataupun lembaga. Kendala tersebut dapat berupa jumlah tenaga kerja yang tersedia, keahlian dari tenaga kerja tersebut, ataupun penempatan tenaga kerja pada posisi tertentu (Zuserain *et al.*, 2021).

Penelitian ini dilakukan pada Rumah Sakit XYZ yang bertujuan untuk memaksimalkan nilai total penjadwalan perawat berdasarkan preferensi waktu kerja perawat. Perancangan model pada penelitian ini mengacu pada referensi (Wardono, 2023) yang kemudian dikembangkan dalam penelitian ini. Perancangan model (Wardono, 2023) dengan penelitian ini memiliki persamaan yaitu melibatkan perawat yang bekerja dalam tiap *shift*, jumlah hari kerja dalam satu periode, dan jumlah perawat yang bertugas serta beberapa batasan yang diterapkan dalam penjadwalan di Rumah Sakit. Pengembangan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah merancang penjadwalan dengan mempertimbangkan nilai preferensi perawat terhadap jadwal kerja. Nilai preferensi tersebut menggambarkan minat perawat apabila dijadwalkan pada *shift* tersebut.

Model penjadwalan ini menggunakan metode *Integer Linear Programming* dengan pendekatan optimasi sehingga diperoleh solusi yang optimal. Variabel keputusan dalam model ini terdiri dari hasil keputusan perawat yang dijadwalkan pada hari serta *shift* yang terpilih dan nilai preferensi perawat terhadap *shift* jaga

yang dijadwalkan. Batasan model yang digunakan pada penelitian ini yaitu: Pertama, setiap *shift* pagi dan siang harus diisi oleh 6 perawat, sedangkan *shift* malam diisi oleh 5 perawat. Kedua, setiap perawat hanya bekerja satu *shift* pada satu hari. Ketiga, perawat harus dijadwalkan bekerja sebanyak minimal 21 hari dan maksimal 26 hari dalam periode satu bulan. Keempat, setiap *shift* harus terdapat minimal satu perawat laki-laki. Kelima, setiap *shift* harus terdapat dua perawat senior. Keenam, perawat yang bertugas pada *shift* malam, tidak diperbolehkan mendapatkan *shift* pagi dan siang di hari berikutnya. Ketujuh, setiap perawat harus mendapatkan minimal 5 jadwal di setiap *shift*. Kedelapan, setiap perawat harus mendapatkan libur dalam 7 hari bekerja. Kesembilan, setiap perawat tidak boleh mendapatkan jadwal libur-masuk-libur. Kesepuluh, setiap perawat hanya mendapatkan total maksimal jaga pada tiap *shift* kurang dari sama dengan 10 dalam satu bulan. Kesebelas, variabel keputusan bersifat *biner*.

Batasan-batasan tersebut dirancang agar dapat menghasilkan penjadwalan kerja perawat yang efisien. Berbeda dengan model (Wardono, 2023), model usulan yang dikembangkan dalam penelitian ini tidak hanya memperhatikan alokasi *shift* perawat, tetapi juga mempertimbangkan preferensi *shift* individu. Selain fokus pada pemenuhan jadwal kerja, model ini memberikan fleksibilitas dan memperhatikan kepuasan perawat. Kemudian terdapat perbedaan batasan seperti batas maksimal *shift*, keterlibatan perawat laki-laki dan senior dan jumlah rotasi *shift* malam.

5.2 Analisa Implementasi Model pada Studi Kasus Penjadwalan Waktu Kerja

Implementasi model pada kasus penjadwalan waktu kerja ini adalah penjadwalan waktu kerja pada Rumah Sakit XYZ. Implementasi model ini membutuhkan data sehingga menghasilkan jadwal kerja yang optimal. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data primer. Data tersebut didapatkan dengan observasi di Rumah Sakit XYZ berupa data waktu kerja, data jumlah perawat yang bekerja, *shift* yang tersedia, dan preferensi *shift* perawat.

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut. Rumah Sakit XYZ memiliki 22 perawat yang terdiri dari 4 perawat laki-laki dan 18 perawat perempuan. Terdapat 8 perawat senior dengan masing-masing jumlah perawat

senior laki-laki sebanyak 2 dan jumlah perawat senior perempuan sebanyak 6. Rumah Sakit XYZ menggunakan sistem kerja sebanyak 3 *shift* dalam satu hari dan lama bekerja yaitu 8 jam untuk 1 *shift*. *Shift* yang pertama adalah *shift* satu yang bekerja mulai dari pukul 06.00 sampai dengan 14.00. Kemudian *shift* dua yang dimulai pukul 14.00 sampai dengan 22.00. Selanjutnya *shift* terakhir yaitu *shift* tiga dari pukul 22.00 sampai dengan pukul 06.00.

Setelah seluruh data diperoleh, kemudian langkah selanjutnya menginput data dan membuat model dengan menggunakan *software* LINGO 21.0 dengan menggunakan *coding* yang telah dijabarkan pada sub bab 4.2.2. Prosedur yang dilakukan untuk dapat menggunakan model ini diperlukan langkah-langkah sebagai berikut: (1) *update* data (data preferensi, data jumlah perawat tiap *shift*, data perawat senior, data hari minimal dan maksimal, data minimal jaga per tiap *shift*); (2) masukkan seluruh *update* data sebagai *input* parameter untuk model usulan di *software* LINGO; (3) *running* LINGO dan dapatkan hasilnya; (4) pengecekan jadwal yang dihasilkan oleh kepala ruang dan melakukan persetujuan; (5) berikan jadwal ke seluruh perawat.

Model matematika yang telah dilakukan menghasilkan *Global Optimal* dengan nilai *Best Objective* sebesar 3012. Model ini berhasil menghasilkan penjadwalan yang merata dengan mempertimbangkan bobot preferensi perawat di tiap *shift*, terbukti dengan tidak adanya perawat yang mendapatkan jadwal jaga yang sama berturut-turut selama satu bulan. Hasil tersebut kemudian diterjemahkan ke dalam bentuk jadwal kerja perawat yang telah memenuhi batasan-batasan sehingga mendapatkan hasil yang optimal. Hal ini menunjukkan bahwa model matematika menggunakan *Integer Linear Programming* yang telah dirancang mampu menyelesaikan permasalahan dalam penjadwalan perawat di Rumah Sakit XYZ.

5.3 Analisis Sensitivitas Model

Analisis sensitivitas adalah metode untuk mengevaluasi bagaimana perubahan pada parameter tertentu dalam suatu model mempengaruhi hasil yang diperoleh. Analisis sensitivitas digunakan untuk validasi atau memastikan bahwa model memberikan hasil solusi yang stabil apabila terdapat variasi dalam *input*.

Analisis sensitivitas pada model ini dilakukan dengan perubahan pada parameter jumlah perawat untuk melihat perubahan apakah jumlah perawat tersebut dapat memenuhi jumlah *shift* yang telah dijadwalkan untuk setiap perawat. Pemilihan parameter jumlah perawat dalam analisis ini didasarkan pada pentingnya parameter ini sebagai faktor utama, di mana keputusan terkait jumlah tenaga kerja yang tersedia akan mempengaruhi distribusi *shift* yang dijadwalkan. Perubahan pada parameter ini secara langsung berdampak pada keseimbangan beban kerja serta ketersediaan perawat dalam memenuhi kebutuhan jadwal yang telah ditentukan.

Jumlah kebutuhan perawat dalam satu bulan sebanyak 510 *shift* yang artinya harus terdapat total 510 penugasan perawat dalam satu bulan untuk mengisi semua *shift*. Analisis sensitivitas dalam penjadwalan kerja dilakukan dengan melakukan perubahan terhadap jumlah perawat yang tersedia mulai dari 20 perawat, 21 perawat, 22 perawat, 23 perawat, dan 24 perawat. Model matematika dengan menggunakan jumlah perawat sebanyak 20 dan 24 perawat terdapat *error* sehingga fungsi tujuan tidak memiliki solusi yang dihasilkan atau *Infeasible*. Hal tersebut dikarenakan apabila perawat yang bekerja sebanyak 20 perawat maka hanya dapat memenuhi maksimal hari kerja yaitu 26 hari, sedangkan untuk 24 perawat hanya memenuhi minimal hari kerja sebanyak 21 hari sehingga tidak memenuhi kebijakan yang ditetapkan oleh rumah sakit. Selain itu dengan jumlah perawat sebanyak 20 dan 24, kebijakan seperti komposisi jenis kelamin dan tingkatan perawat pada jadwal jaga, larangan jaga berturut-turut pada *shift* tertentu, serta kebijakan-kebijakan lainnya tidak dapat terpenuhi apabila seluruh perawat memiliki jumlah jadwal jaga yang sama yaitu sebanyak 21 hari dan 26 hari. Hasil analisis sensitivitas dengan parameter menggunakan 21 perawat didapatkan nilai fungsi tujuan sebesar 2957, untuk parameter 22 perawat didapatkan nilai fungsi tujuan sebesar 3012, dan parameter dengan 23 perawat didapatkan nilai fungsi tujuan sebesar 3025. Hal tersebut membuktikan bahwa model yang telah dibuat memiliki hasil yang tervalidasi.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data yang dilakukan, berikut ini merupakan uraian kesimpulan yang diperoleh dari proses penelitian dan berhasil menjawab rumusan masalah serta tujuan dalam penelitian ini.

1. Model matematika untuk penjadwalan perawat dengan mempertimbangkan bobot preferensi perawat di tiap *shift* berbasis *Integer Linear Programming* terbukti berhasil menjadwalkan waktu kerja yang merata dengan memperhatikan nilai preferensi perawat dan dapat memenuhi seluruh kebijakan yang ditetapkan Rumah Sakit XYZ.
2. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah jadwal usulan dengan mempertimbangkan nilai preferensi perawat lebih baik dibandingkan dengan jadwal manual yang telah diterapkan, karena fungsi tujuan pada penelitian ini adalah maksimasi nilai. Model usulan menghasilkan nilai fungsi tujuan sebesar 3012, sedangkan jadwal manual hanya menghasilkan nilai fungsi tujuan 2670. Penjadwalan yang dihasilkan oleh model secara menyeluruh lebih unggul apabila diterapkan dibandingkan dengan jadwal manual.

6.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian ke depan yaitu:

1. Model dapat dikembangkan dengan nilai preferensi yang mempertimbangkan kebutuhan dari rumah sakit atau kepala ruangan tidak hanya berdasarkan keinginan perawat.
2. Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan mempertimbangkan variabel tambahan seperti beban kerja dan kinerja perawat untuk menjaga kualitas pelayanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Y. R., & Mar'aini. 2022. Optimasi Produksi pada Industri Kecil dan Menengah Karya Unisi dengan Penerapan Model *Linear Programming*. *Jurnal Inovasi Penelitian*, Vol.2 No.8, 2883–2892.
- Akpan, N. P., & Iwok, I. A., 2016. *Application of Linear Programming for Optimal Use of Raw Materials in Bakery*. *International Journal of Mathematics and Statistics Invention (IJMSI)*, Vol.4 No.8, 51–57.
- Anggraini, D. S., Syaripuddin, S., & A'yun, Q. Q. 2024. Optimasi Penjadwalan Menggunakan Pemrograman Linier Integer pada Masalah Penjadwalan Perawat UPT Dinas Kesehatan Puskesmas Jonggon Jaya. *Jurnal Ilmiah Matematika*, Vol.3 No.1, 54–60.
- Basriati, S. 2018. *Integer Linear Programming Dengan Pendekatan Metode Cutting Plane Dan Branch and Bound Untuk Optimasi Produksi Tahu*. *Jurnal Sains Matematika Dan Statistika*, Vol.4 No.2, 95–104.
- Devita, R. N., & Wibawa, A. P. 2020. Teknik-teknik optimasi *knapsack problem*. *Sains, Aplikasi, Komputasi Dan Teknologi Informasi Vol 2, No 1, April 2020*, Pp. 35-40, Vol.2 No.1, 35.
- Fitria, V. A. 2011. Model Matematika Terhadap Penyebaran Penyakit Tuberkulosis di Rumah Sakit Paru Batu. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, Vol.5 No.2, 60–67.
- Hartadi, R., Hidayat, A., & Utomo, V. G. 2022. Perancangan Aplikasi Penjadwalan Mata Kuliah (Studi Kasus : STMIK Provinsi Semarang). *Amplifying Activities for Great Experiential Learning*, Vol.4 No.1, 28–29.
- Hermanto, K., Marwan, & Romdhini, M. U. 2011. Pengoptimuman Penjadwalan Perawat pada Instalasi Ruang Inap RSUD Propinsi NTB. Vol.4 No.1, 68–86.
- Irsyad, M., & Oktiarso, T. 2020. Penjadwalan Produksi Dengan Algoritma *Dannnenbring* dan *Branch and Bound* pada Produksi Atap Galvalum Di PT NS Bluescope Lysaght Indonesia. *Journal of Integrated System*, Vol.3 No.2, 148–160.

- Lalang, D., Sinu, E.B. & Kasim, J., 2022. Optimasi Penjadwalan *Shift* Perawat Ruang Sal Anak dengan Metode *Goal Programming* di RSD Kalabahi. *Transformasi: Journal of Economics and Business Management*, Vol.1 No.4, 193–205.
- Lesmana, E., & Herdyati, M. 2019. Penjadwalan Perawat Igd Rumah Sakit Umum Daerah Kota Bandung Menggunakan Metode *Goal Programming*. *Teorema: Teori Dan Riset Matematika*, Vol.4 No.2, 99.
- Luh, N., & Pivin, G. 2017. Penerapan Metode Simpleks Untuk Optimalisasi Produksi Pada UKM Gerabah. *Konferensi Nasional Sistem & Informatika*, 3, 208–213.
- Marulizar, T., Sinulingga, U., & Nababan, E. 2018. Optimisasi Program *Linear Integer Murni* Dengan Metode *Branch And Bound*. *Talenta Conference Series: Science and Technology (ST)*, Vol.1 No.2, 175–181.
- Masruri, A. A., & Mayasari, R. 2018. Penjadwalan Proses *Backwash* Dengan Metode *Branch*. *Integrasi* Vol.3 No.1, 35–40.
- Nur, W., & Abdal, N. M. 2017. Penggunaan Metode *Branch and Bound* dan *Gomory Cut* dalam Menentukan Solusi *Integer Linear Programming*. *Saintifik*, Vol.2 No.1, 9–15.
- Nuryana, I. 2019. Optimasi Jumlah Produksi pada UMKM RAINA KERSEN dengan Metode *Linear Programming*. *Jurnal Media Teknologi*, 6(1), 67–90.
- Purba, S. D., & Ahyaningsih, F. 2020. *Integer Programming* dengan Metode *Branch and Bound* dalam Optimasi Jumlah Produksi Setiap Jenis Roti pada PT. Arma Anugerah Abadi. *Jurnal Karismatika*, Vol.6 No.3, 20–29.
- Rahayu, & Marlim, Y. N. 2019. Sistem Penjadwalan *Shift* Kerja Karyawan Menggunakan Metode *Steepest Ascent Hill Climbing*. *Jurnal Mahasiswa Aplikasi Teknologi Komputer Dan Informasi*, Vol.1 No.2, 89–93.
- Rosalinda, N., Melani, T., Wardian, W., & Fauzi, M. 2021. Optimasi Biaya Pengiriman Alat Tangkap Ikan Menggunakan Metode *North West Corner (Nwc)* Dan *Software LINGO*. *Jurnal Bayesian : Jurnal Ilmiah Statistika Dan Ekonometrika*, Vol.1 No.2, 100–108.
- Safari, L. M., Ceffi, M. S., & Suprpto, M. 2020. Optimasi Biaya Pengiriman Beras

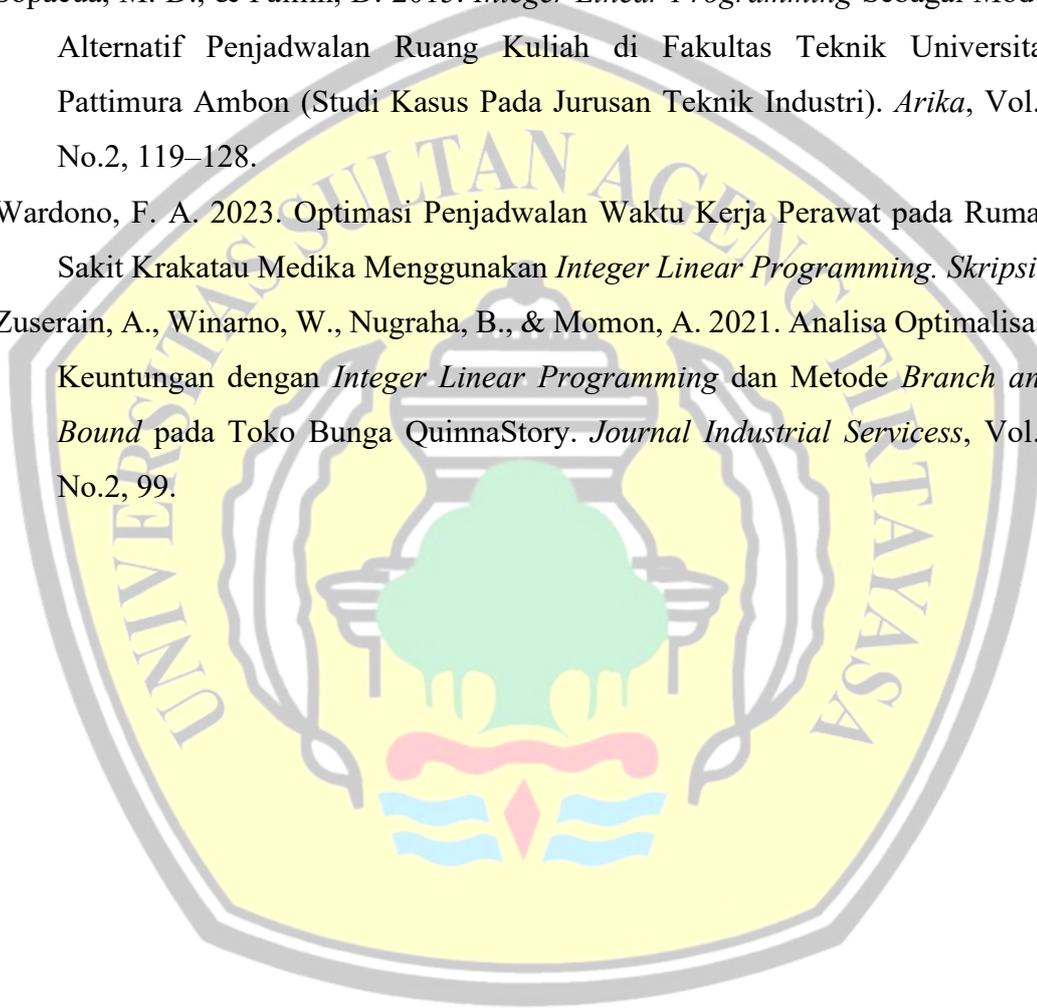
Menggunakan Model Transportasi Metode North West Corner (Nwc) Dan Software LINGO. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, Vol.6 No.3, 184–189.

Safitri, E., Basriati, S., & Rini, E. P. 2021. Optimasi Penjadwalan Perawat Menggunakan *Integer Linear Programming* (Studi Kasus: RS. Aulia Hospital Pekanbaru). *Jurnal Fourier*, Vol.10 No.1, 45–56.

Sopacua, M. D., & Paillin, D. 2015. *Integer Linear Programming* Sebagai Model Alternatif Penjadwalan Ruang Kuliah di Fakultas Teknik Universitas Pattimura Ambon (Studi Kasus Pada Jurusan Teknik Industri). *Arika*, Vol.9 No.2, 119–128.

Wardono, F. A. 2023. Optimasi Penjadwalan Waktu Kerja Perawat pada Rumah Sakit Krakatau Medika Menggunakan *Integer Linear Programming*. *Skripsi*.

Zuserain, A., Winarno, W., Nugraha, B., & Momon, A. 2021. Analisa Optimalisasi Keuntungan dengan *Integer Linear Programming* dan Metode *Branch and Bound* pada Toko Bunga QuinnaStory. *Journal Industrial Servicess*, Vol.6 No.2, 99.

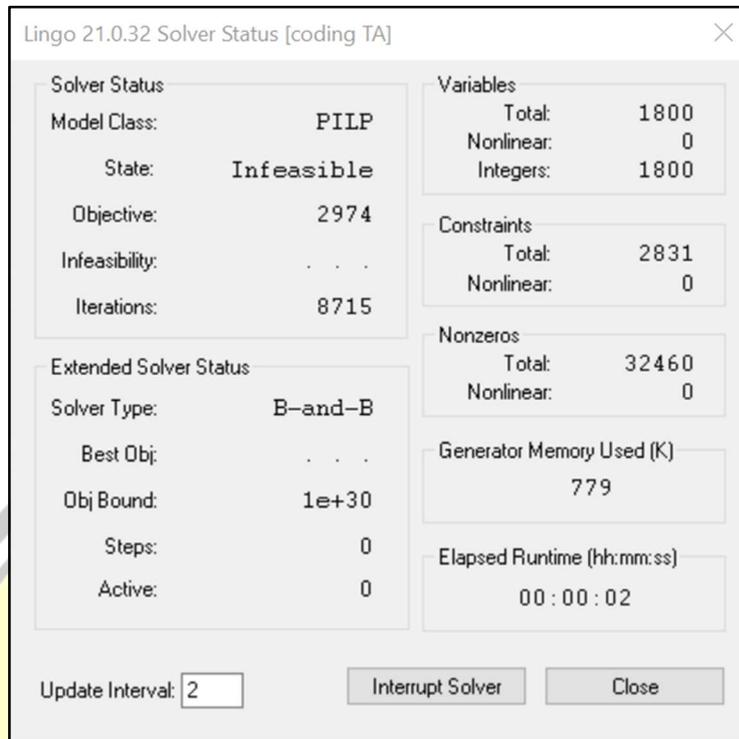




LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Uji Sensitivitas

a. 20 Perawat



Lingo 21.0.32 Solver Status [coding TA]

Solver Status	
Model Class:	PILP
State:	Infeasible
Objective:	2974
Infeasibility:	. . .
Iterations:	8715

Variables	
Total:	1800
Nonlinear:	0
Integers:	1800

Constraints	
Total:	2831
Nonlinear:	0

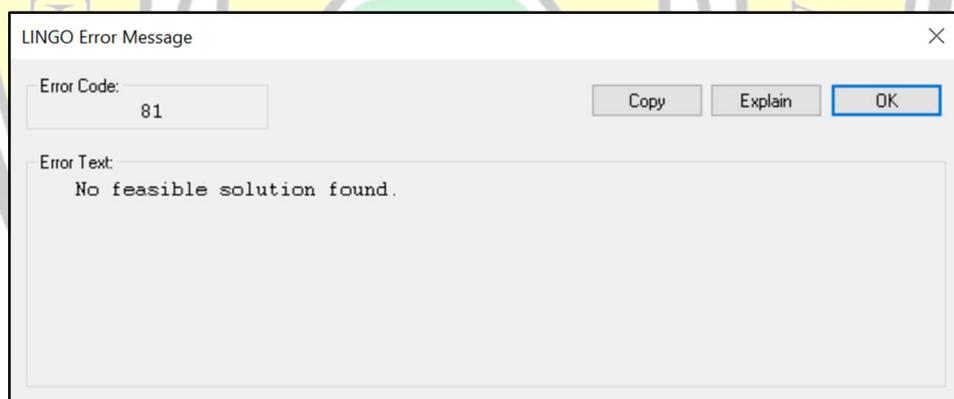
Nonzeros	
Total:	32460
Nonlinear:	0

Extended Solver Status	
Solver Type:	B-and-B
Best Obj:	. . .
Obj Bound:	1e+30
Steps:	0
Active:	0

Generator Memory Used (K)	
Total:	779

Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
Total:	00:00:02

Update Interval:



LINGO Error Message

Error Code:

Error Text:
No feasible solution found.

b. 21 perawat



c. 22 perawat

Lingo 21.0.32 Solver Status [coding TA]

Solver Status		Variables	
Model Class:	PILP	Total:	1980
State:	Global Opt	Nonlinear:	0
Objective:	3012	Integers:	1980
Infeasibility:	0	Constraints	
Iterations:	262404	Total:	3069
Extended Solver Status		Nonlinear:	0
Solver Type:	B-and-B	Nonzeros	
Best Obj:	3012	Total:	35598
Obj Bound:	3012	Nonlinear:	0
Steps:	0	Generator Memory Used (K)	
Active:	0	853	
Update Interval: 2		Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
Interrupt Solver		00 : 00 : 44	
Close			

d. 23 perawat

Lingo 21.0.32 Solver Status [coding TA]

Solver Status		Variables	
Model Class:	PILP	Total:	2070
State:	Global Opt	Nonlinear:	0
Objective:	3025	Integers:	2070
Infeasibility:	0	Constraints	
Iterations:	229617	Total:	3188
Extended Solver Status		Nonlinear:	0
Solver Type:	B-and-B	Nonzeros	
Best Obj:	3025	Total:	37167
Obj Bound:	3025	Nonlinear:	0
Steps:	0	Generator Memory Used (K)	
Active:	0	889	
Update Interval: 2		Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
Interrupt Solver		00 : 00 : 37	
Close			

e. 24 perawat

Lingo 21.0.32 Solver Status [coding TA]

Solver Status		Variables	
Model Class:	PILP	Total:	2160
State:	Infeasible	Nonlinear:	0
Objective:	3580	Integers:	2160
Infeasibility:	. . .	Constraints	
Iterations:	11325	Total:	3307
Extended Solver Status		Nonlinear:	0
Solver Type:	B-and-B	Nonzeros	
Best Obj:	. . .	Total:	38736
Obj Bound:	1e+30	Nonlinear:	0
Steps:	0	Generator Memory Used (K)	
Active:	0	922	
		Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
		00 : 00 : 03	

Update Interval:

LINGO Error Message

Error Code:

Error Text:
No feasible solution found.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS

Profil

Nama : Chantika Nuramalia
 Tempat/Tanggal Lahir : Cilegon, 22 Mei 2003
 Jenis Kelamin : Perempuan
 Usia : 21 Tahun
 Agama : Islam
 No. Telepon : 089653588400
 Email : chantikanuramalia@gmail.com
 Alamat : Griya Serdang Indah Blok P2 No. 12 RT/RW 005/004 Kec.
 Kramatwatu Kab. Serang Banten



Riwayat Pendidikan

2021 – Sekarang : Jurusan Teknik Industri, Universitas Sultan Ageng
 Tirtayasa Cilegon – Banten
 2018 – 2021 : SMAN 2 Krakatau Steel Cilegon
 2015 – 2018 : SMPN 1 Cilegon
 2009 – 2015 : SDN 1 Cilegon

Data Keluarga

Nama Ayah : Maulana Ibrahim
 Nama Ibu : Yuningsih
 Alamat : Griya Serdang Indah Blok P2 No. 12 RT/RW 005/004 Kec.
 Kramatwatu Kab. Serang Banten

Riwayat Organisasi

1. Anggota Divisi *Public Relation*, Laboratorium Sistem Produksi FT UNTIRTA 2023/2024
2. Kepala Divisi *Public Relation*, Laboratorium Sistem Produksi FT UNTIRTA 2024/2025