

**PENENTUAN ALOKASI RUANG OPERASI
DENGAN METODE
*BINARY INTEGER NONLINEAR PROGRAMMING***

SKRIPSI

**TUTY ARSYIDA
0606029662**



**UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
JUNI 2010**

**PENENTUAN ALOKASI RUANG OPERASI
DENGAN METODE
*BINARY INTEGER NONLINEAR PROGRAMMING***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**TUTY ARSYIDA
0606029662**



**UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
JUNI 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Tuty Arsyida

NPM : 0606029662

Tanda Tangan :

Tanggal : Juni 2010



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Tuty Arsyida
NPM : 0606029962
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : Penentuan Alokasi Ruang Operasi dengan Metode
Binary Integer Nonlinear Programming

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Amar Rachman, MEIM ()

Penguji : Armand Omar Moeis, ST., MSc. ()

Penguji : Komarudin, ST., MEng. ()

Penguji : Dendi P. Ishak, MSIE. ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 30 Juni 2010

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas semua rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penyusunan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik, Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Amar Rachman, MEIM, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran serta dorongan dan bimbingan untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini;
2. Ir. Yadrifil, MSc., Ir. Isti Surjandari, PhD., Farizal, PhD., Ir. Akhmad Hidayatno, MBT., Komarudin, ST., MEng., Armand Omar Moeis, ST., MSc., dan Dendi P. Ishak, MSIE., selaku dosen penguji baik pada seminar 1, seminar 2, maupun pada sidang akhir, yang telah memberikan banyak masukan, perbaikan, serta motivasi yang luar biasa agar penulis bisa lebih baik dan lebih bersemangat dalam menyelesaikan skripsi ini;
3. Orang tua tercinta, Bapak Zainal Arifin, Ibu Siti Aminah, serta Adek Muhammad Fatih Hermawan atas doa, motivasi, pelajaran, kasih sayang, dan semua hal terindah selama hidup ini. Kalian memang keluarga terdahsyat yang pernah ada;
4. Yang tercinta almarhum Adek Muhammad Hanafi, terima kasih untuk kebersamaan selama 17 tahun 7 bulan 28 hari yang penuh kenangan. Semoga Allah SWT memberikan semua yang jauh lebih indah dari apa yang pernah kamu punya di dunia;
5. Mbak Ratih, Mbak Asri, Mbak Inti, Mbak Linda, Mas Nano, Ibu Rini Tampi, Pak Richard, dan seluruh *officer* Putera Sampoerna Foundation atas bantuannya yang tak ternilai selama 4 tahun ini;
6. Ibu Wieke, Pak Hendra, Mbak Susi, serta seluruh pihak rumah sakit yang telah mengizinkan penulis untuk belajar secara langsung di sana;

7. Ema Farikhatin, Yunika Harinda Putri, Hana Khairunnisa Firdausi, Eki Ludfiyanti, dan Rizky Purnama Indah yang telah memberikan kehidupan berbeda selama perjalanan kuliah ini;
8. Seluruh teman-teman Teknik Industri UI angkatan 2006 yang telah memberikan udara kehidupan yang tidak mungkin ditemukan di manapun, terima kasih untuk semua kebersamaannya selama 4 tahun ini;
9. Keluarga besar Alm.Samhadi dan H. Abdul Mufti, terimakasih untuk semua doa dan semangatnya;
10. Seluruh pihak yang telah membantu penulis dari awal sampai selesainya penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan seluruh pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semuanya.

Depok, 23 Juni 2010

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tuty Arsyida
NPM/NIP : 0606029662
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Penentuan Alokasi Ruang Operasi dengan Metode *Binary Integer Nonlinear Programming*

beserta perangkat yang ada (bila diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : Juni 2010
Yang menyatakan

(Tuty Arsyida)

ABSTRAK

Nama : Tuty Arsyida
Program studi : Teknik Industri
Judul : Penentuan Alokasi Ruang Operasi dengan Metode
Binary Integer Nonlinear Programming

Instalasi Bedah Sentral (IBS) merupakan bagian paling krusial di rumah sakit karena merupakan sumber biaya terbesar bagi rumah sakit yang sekaligus menjadi sumber pendapatan terbesarnya. Salah satu cara dalam mencapai efisiensi dan efektivitas fungsi IBS adalah dengan menciptakan metode penjadwalan operasi yang mampu mengoptimalkan sumber dayanya sehingga mampu mengurangi waktu lembur, mengatasi ketidakseimbangan utilisasi ruang operasi akibat penerapan metode *blocking*, dan mengurangi waktu tunggu pasien akibat tertundanya operasi. Hasilnya setelah model *binary integer nonlinear programming* diolah dengan *software* LINGO10 adalah berupa keputusan apakah pasien i dioperasi di slot j atau tidak, dimana slot merupakan representasi ruang operasi dan alokasi waktunya.

Kata kunci:

Instalasi Bedah Sentral (IBS), ruang operasi, *blocking*, *binary integer nonlinear programming*, utilisasi, waktu lembur, LINGO10

ABSTRACT

Name : Tuty Arsyida
Study Program : Industrial Engineering
Title : Operating Room Allocation Determination Using
Binary Integer Nonlinear Programming Method

Operating Room (OR) is the most critical department in hospital because it is the main source of hospital cost and also the main source of revenue. One of strategic way to make it more effective and efficient is by creating scheduling method that can optimize resources to reduce overtime, overcome imbalance OR's utilization because of implementing blocking method, and reduce patients' waiting time because of delayed surgery. The output after binary integer nonlinear programming model is processed by LINGO10 is the decisions whether patient i will be operated at slot j or not which represents OR's number and allocated time.

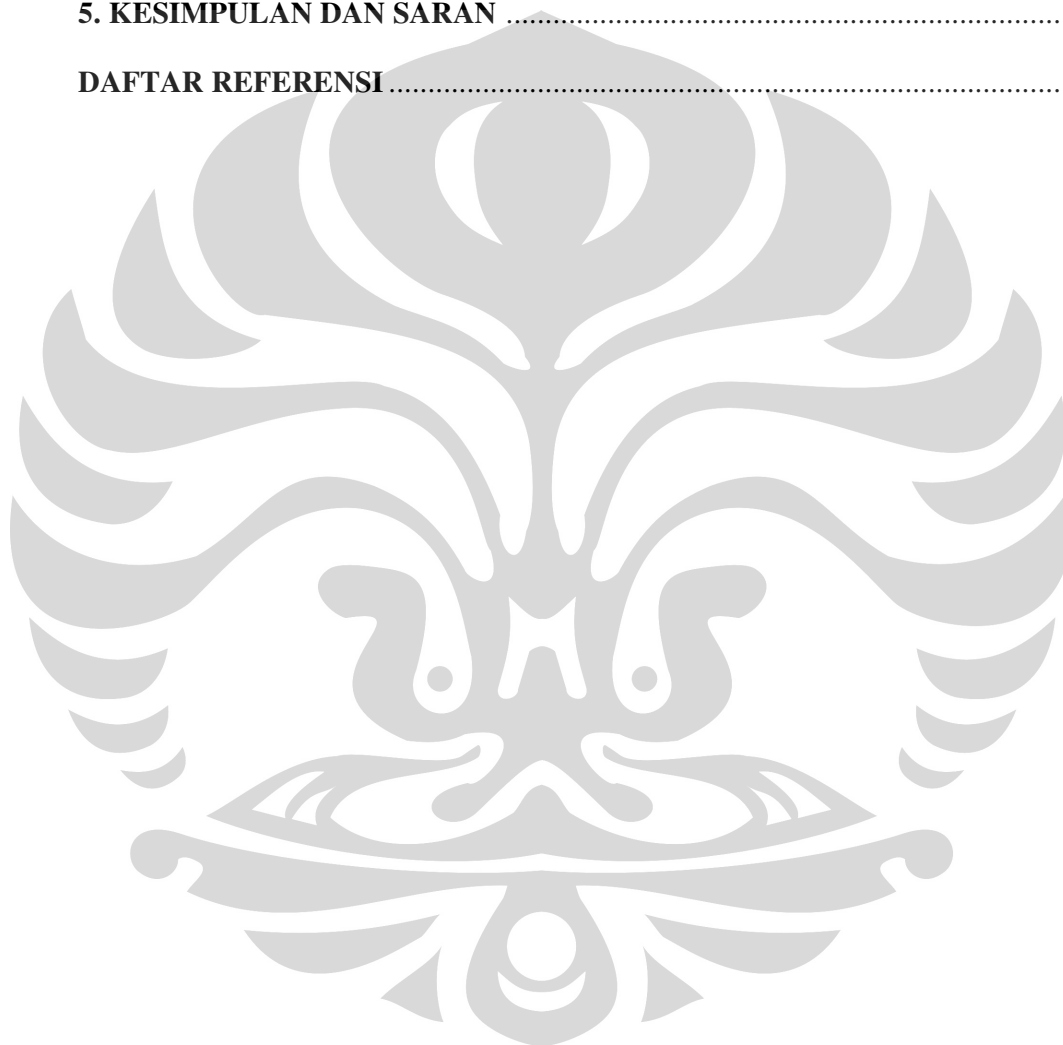
Keyword:

Operating Room (OR), blocking, binary integer nonlinear programming, utilization, overtime, LINGO10

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMAKASIH	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan.....	1
1.2 Diagram Keterkaitan Masalah	3
1.3 Rumusan Permasalahan	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Metodologi Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	8
2. DASAR TEORI	9
2.1 Sistem Penjadwalan Ruang Operasi.....	9
2.2 Penelitian Operasional.....	13
2.3 Program Linier dan Nonlinier	14
2.4 Program Integer.....	16
2.5 <i>Binary Integer Programming</i> (BIP).....	19
2.6 Aplikasi LINGO10.....	20
3. PENGUMPULAN DATA	26
3.1 Profil Instansi Terkait.....	26
3.1.1 Latar Belakang dan Sejarah Berdirinya Rumah Sakit Pasar Rebo	26
3.1.2 Jenis Pelayanan Rumah Sakit	27
3.2 Pengumpulan Data	29
3.2.1 Alur Proses Penjadwalan Instalasi Bedah Sentral.....	29
3.2.2 Sistem <i>Blocking</i> di Instalasi Bedah Sentral dan Kegiatan Operasinya	31
3.2.3 Sumber Daya Manusia di Instalasi Bedah Sentral	33
3.2.4 Tingkat Permintaan Operasi	37
3.3 Pemahaman Permasalahan dan Model Secara Umum	43
3.3.1 Pentingnya Perencanaan Alokasi Ruang Operasi	43
3.3.2 Penentuan Slot Operasi sebagai Satuan Waktu Penjadwalan	45
3.3.3 Permintaan Operasi yang Akan Dijadwalkan Beserta Kendalanya	52
4. PENYUSUNAN MODEL DAN ANALISIS	56
4.1 Identifikasi Variabel Keputusan	56
4.2 Penyusunan Model Matematis Fungsi Tujuan	59

4.3 Penyusunan Model Matematis Fungsi Kendala	61
4.4 Penyusunan Model untuk Mencari Solusi Optimal	67
4.5 Analisis Hasil Pengolahan Data.....	71
4.6 Penjadwalan Ulang.....	76
4.7 Penyederhanaan Model dalam Implementasinya.....	82
4.7.1 Pentingnya Penyederhanaan Pengolahan Data	82
4.7.2 Tampilan Model yang Disederhanakan	83
4.8 Penyusunan Standar Prosedur Penentuan Alokasi Ruang Operasi.....	88
5. KESIMPULAN DAN SARAN	90
DAFTAR REFERENSI	91



DAFTAR TABEL

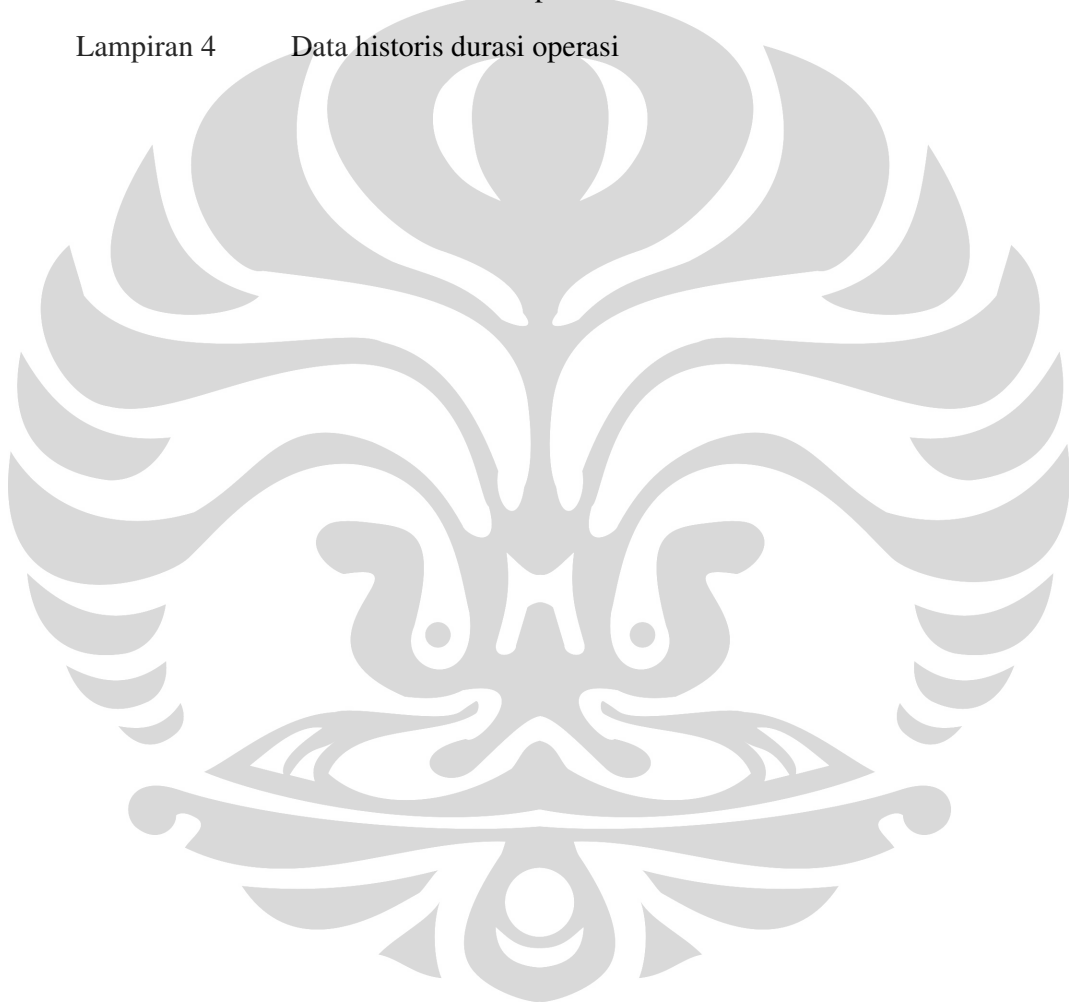
Tabel 2.1	Contoh strategi <i>blocking</i> dalam penjadwalan operasi	13
Tabel 3.1	Sejarah perkembangan RSUD Pasar Rebo Jakarta	27
Tabel 3.2	Daftar diagnosis dan tindakan yang sering ditangani di IBS	31
Tabel 3.3	Daftar ruang operasi di IBS dan spesialisasinya	33
Tabel 3.4	Daftar dokter yang melakukan operasi di IBS	34
Tabel 3.5	Jadwal dinas dokter ahli anestesi untuk bulan April 2010	35
Tabel 3.6	Jadwal dinas penata anestesi untuk bulan April 2010	35
Tabel 3.7	Daftar kru dan jadwal dinas untuk bulan April 2010	36
Tabel 3.8	Data durasi rata-rata operasi menurut diagnosisnya	40
Tabel 3.9	Daftar operasi elektif dan ODC pada tanggal 5 April 2010	44
Tabel 3.10	Rata-rata durasi operasi harian	47
Tabel 3.11	Pembagian slot operasi	51
Tabel 3.12	Daftar permintaan operasi elektif dan ODC tanggal 29 April 2010.....	53
Tabel 4.1	Pembagian slot operasi berdasarkan ruang operasi dan waktunya	57
Tabel 4.2	Daftar pasien dan dokter yang menangani	57
Tabel 4.3	Daftar dokter beserta jumlah pasien yang ditangani	62
Tabel 4.4	Daftar dokter dan kendala waktu ketersediaan pelaksanaan operasi	65
Tabel 4.5	Solusi penentuan alokasi pasien	70
Tabel 4.6	Nilai setiap objektif tunggal penyusun fungsi multi tujuannya	72
Tabel 4.7	Nilai <i>surplus</i> dan <i>slack</i> setiap persamaan	73
Tabel 4.8	Daftar alokasi pasien, slot operasi serta prediksi waktu operasi	77
Tabel 4.9	Daftar alokasi operasi pasien untuk hari Kamis, 29 April 2010	81
Tabel 4.10	Standar prosedur penentuan alokasi ruang operasi.....	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Diagram keterkaitan masalah.....	4
Gambar 1.2	Diagram alir metode penelitian.....	7
Gambar 2.1	Proses umum kegiatan operasi dan kegiatan terkait lainnya	11
Gambar 2.2	Tampilan <i>toolbar</i> LINGO10 beserta keterangannya.....	20
Gambar 2.3	Status penyelesaian model untuk model <i>Assembly Line Balancing</i>	23
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> proses penjadwalan operasi	30
Gambar 3.2	Grafik jumlah permintaan operasi elektif dan ODC	37
Gambar 3.3	Grafik distribusi jumlah permintaan operasi elektif dan ODC	38
Gambar 3.4	Grafik <i>demand</i> jumlah operasi darurat (semua spesialisasi) per hari ...	39
Gambar 3.5	Histogram mengenai persebaran <i>demand</i> operasi cito/emergency	39
Gambar 3.6	<i>Pie chart</i> mengenai permintaan total operasi per spesialisasi	43
Gambar 3.7	Utilitas ruang operasi jika menerapkan metode <i>Blocking</i>	45
Gambar 4.1	LINGO <i>solver status</i> untuk penyelesaian model	71
Gambar 4.2	<i>Timeline</i> jadwal operasi setiap pasiennya.....	79
Gambar 4.3	Pendefinisian <i>field</i> dari Excel sebagai inpur model LINGO	83
Gambar 4.4	Tampilan lembar input dalam bentuk <i>worksheet</i> Excel	84
Gambar 4.5	Tampilan lembar proses dalam bentuk <i>worksheet</i> Excel dengan lampiran <i>worksheet</i> LINGO	85
Gambar 4.6	Tampilan lembar hasil pengolahan data dalam <i>worksheet</i> Excel	86
Gambar 4.7	Jendela status penyelesaian model yang menggunakan <i>worksheet</i>	87

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Daftar jadwal praktek poliklinik dokter
- Lampiran 2 Data historis permintaan operasi *emergency* tanggal 1 Januari 2010 – 2 April 2010
- Lampiran 3 Data historis permintaan operasi elektif dan ODC tanggal 11 Februari 2010 – 3 April 2010
- Lampiran 4 Data historis durasi operasi



BAB 1

PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan ini akan dibahas mengenai beberapa hal terkait penelitian ini seperti latar belakang permasalahan, gambaran diagram keterkaitan masalah, perumusan permasalahan, tujuan penelitian, batasan atau ruang lingkup penelitian, metodologi penelitian, dan diakhiri dengan penjelasan mengenai sistematika penulisan pada penelitian ini.

1.1 LATAR BELAKANG PERMASALAHAN

Rumah sakit dalam fungsinya sebagai penyedia jasa layanan kesehatan masyarakat memiliki beberapa bagian yang saling mendukung dalam sebuah sistem rumah sakit seperti bagian pelayanan rawat inap, pelayanan rawat jalan, instalasi gawat darurat atau IGD, Instalasi Bedah Sentral atau IBS sebagai pelayanan operasi, apotik, dan sebagainya. Dalam manajemen rumah sakit, bagian pelayanan operasi di rumah sakit merupakan bagian yang paling krusial yang perlu diberikan perhatian lebih. Hal tersebut dikarenakan kegiatan operasi merupakan sumber pemasukan terbesar rumah sakit dimana sekitar 40% pendapatannya berasal dari penyelenggaraan kegiatan operasi (Mancilla Cammilo dan Storer Robert H, 2009), dan di sisi lain juga menjadi sumber utama biaya operasional rumah sakit secara keseluruhan. Salah satu cara paling efektif dalam manajemen ruang operasi adalah mengenai penentuan penggunaan ruang operasi terkait penjadwalan dan alokasi kapasitas karena hal tersebut sangat menentukan tingkat efisiensi rumah sakit terkait biaya pengadaan kegiatan operasi tersebut (*fixed cost* dan *variable cost*) yang pada akhirnya memberikan kontribusi terhadap performa finansial rumah sakit tersebut (Di Wang dan Jiuping Xu, 2008).

Secara umum, metode penjadwalan penggunaan ruang operasi terbagi menjadi dua metode; yaitu metode *blocking* dan *nonblocking*. Seringkali, rumah sakit juga menerapkan metode lain yang merupakan gabungan dari metode *blocking* dan *nonblocking*. Metode *blocking* merupakan perencanaan penggunaan ruang operasi dengan mengalokasikan waktu tetap pada hari tertentu untuk dokter

bedah atau spesialisasi tertentu pula. Sedangkan metode *nonblocking* atau metode terbuka (*open strategy*) tidak memberikan alokasi khusus untuk spesialisasi tertentu sehingga penggunaan ruang operasi menerapkan metode *First-Come, First-Serve*. Salah satu keuntungan dari metode *blocking* adalah adanya keteraturan jadwal dan kepastian alokasi penggunaan ruang operasi untuk suatu *demand* operasi serta rendahnya biaya pengadaan awal (*initial cost*) dalam melengkapi ruang-ruang operasi tersebut sesuai kebutuhan operasi yang ada karena suatu ruang hanya perlu dilengkapi dengan peralatan sesuai spesialisasi pada ketentuan *blocking* yang ditetapkan. Sedangkan kelemahan dalam metode ini adalah besarnya kemungkinan terjadi ketidakefisienan penggunaan atau utilitas ruang operasi (William Mazzei, 1999). Hal ini dikarenakan adanya tingkat permintaan (*demand*) yang bervariasi untuk setiap jenis spesialisasinya sehingga seringkali suatu ruangan yang telah dialokasikan untuk spesialisasi tertentu mengalami *overtime* atau beroperasi di luar jam kerja normal akibat tingginya permintaan pasien atau sebaliknya, suatu ruang operasi dengan tingkat permintaan operasi rendah sering terjadi waktu *idle* dan menganggur.

Kedua permasalahan tersebut, baik *overtime* ataupun *undertime* akibat adanya waktu *idle*, tentu menimbulkan kerugian bagi pihak rumah sakit, baik dalam segi material maupun non-material. Pada saat terjadi *overtime* karena tingginya permintaan pasien untuk spesialisasi tertentu, tentunya akan ada tambahan biaya *overtime* baik untuk ruangan itu sendiri maupun tenaga medis lain karena banyaknya operasi yang harus dilaksanakan. Sedangkan pada saat terjadi *idle* karena tidak banyak permintaan operasi, maka terjadi pemborosan biaya pengadaan ruang operasi yang ada karena kapasitas ruang yang ada tidak dimanfaatkan dengan optimal. Oleh karena itu, sebelum suatu rumah sakit menentukan apakah perlu menerapkan metode *blocking* atau tidak, pihak manajemen perlu mempertimbangkan masalah perbedaan tingkat permintaan operasi sehingga dalam pembuatan alokasi ruang secara *blocking*, tidak terjadi ketimpangan utilitas antar ruang-ruang operasinya.

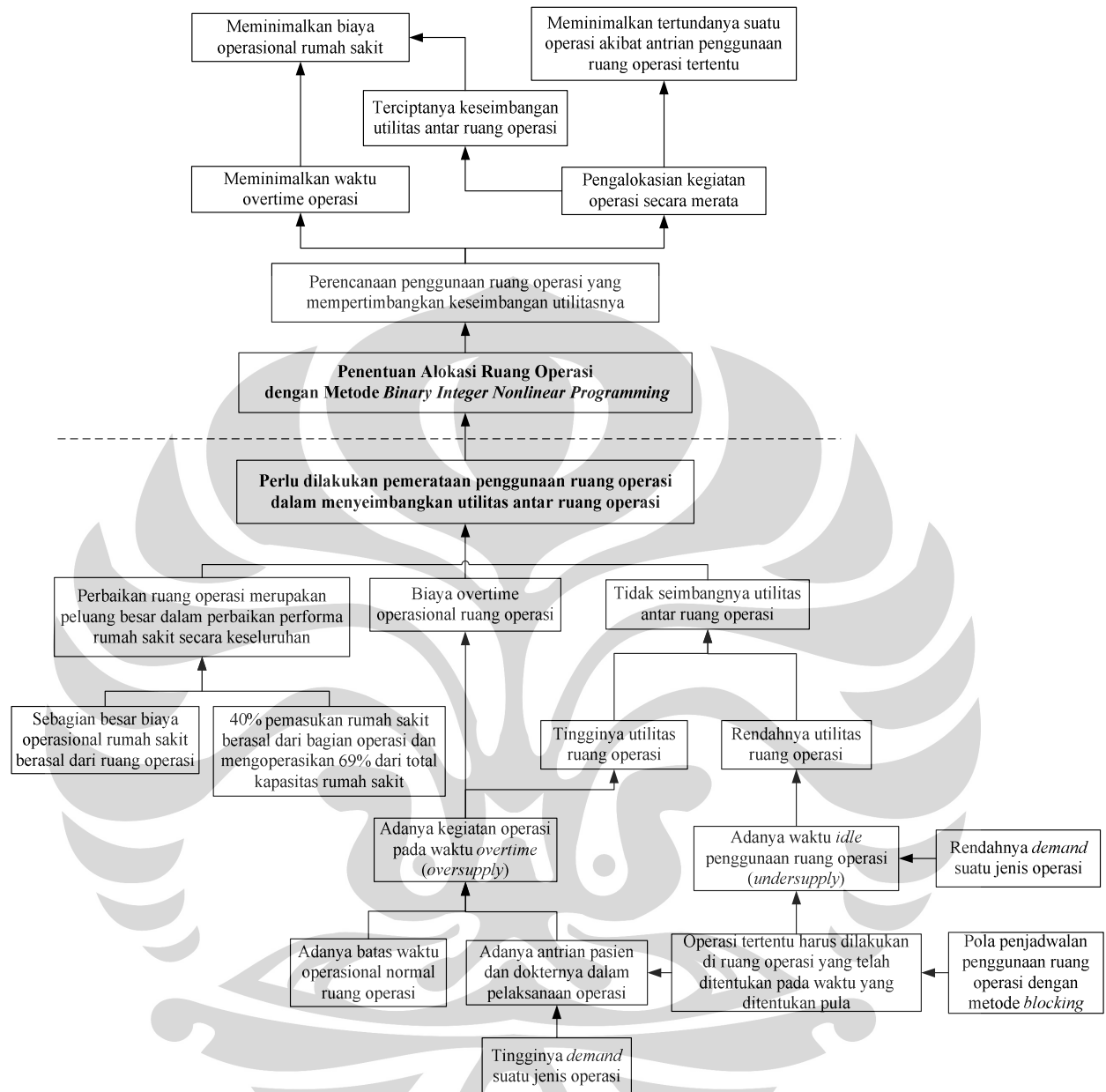
Oleh karena itu diperlukan suatu perencanaan penggunaan ruang operasi yang mampu mengatasi permasalahan tersebut sehingga kerugian akibat terjadi *overtime* dan *undertime* dapat diminimalkan. Salah satunya adalah dengan

menerapkan gabungan dari metode *blocking* dan *nonblocking* dimana proses perencanaan penggunaan ruang operasi dibuat dengan tujuan memimalkan ketidakseimbangan utilitasnya namun juga mampu memberikan kepastian perencanaan penggunaannya yang tentunya memperhatikan beberapa kendala yang ada.

Salah satu metode yang umum digunakan dalam memodelkan suatu permasalahan secara sistematis adalah program linier dimana model matematis yang digunakan akan mampu menggambarkan tujuan yang ingin dicapai dengan mengalokasikan *resource* yang terbatas sebagai kendala dalam model tersebut untuk mencapai tujuan optimumnya. Melihat gambaran umum penelitian ini, maka akan lebih baik digunakan *binary integer nonlinear programming* dalam memodelkan permasalahan terkait alokasi *resource* yang memiliki nilai keputusan berupa bilangan bulat atau integer dan di dalamnya terdapat persamaan nonlinier yang menjelaskan mengenai utilisasi ruang operasi. Dengan adanya perencanaan penggunaan ruang operasi ini diharapkan akan tercapai suatu keseimbangan utilitas ruang-ruang operasi yang pada akhirnya dapat mengoptimalkan kapabilitas ruang-ruang operasi yang ada serta meminimalkan biaya operasionalnya.

1.2 DIAGRAM KETERKAITAN MASALAH

Permasalahan yang melatarbelakangi perlu dibuatnya penentuan alokasi ruang operasi di suatu rumah sakit sebenarnya saling berhubungan satu dengan yang lainnya. Hubungan tersebut dapat dirumuskan dalam diagram keterkaitan masalah pada gambar 1.1 berikut ini.



Gambar 1.1 Diagram keterkaitan masalah

1.3 PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang dan diagram keterkaitan masalah yang telah dibahas pada bagian sebelumnya, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah perlu dilakukannya pemerataan penggunaan ruang operasi dalam menyeimbangkan utilitas antar ruang operasi dalam mengatasi ketidakseimbangan

utilitas ruang-ruang operasi yang pada akhirnya dapat menyebabkan biaya lebih terhadap operasional rumah sakit.

1.4 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk dapat diperoleh perencanaan penggunaan ruang operasi yang mempertimbangkan keseimbangan utilitasnya dengan memperhatikan kendala-kendala yang ada seperti jadwal ketersediaan dokter yang bersangkutan dalam menangani pasiennya, tidak adanya jadwal operasi yang bentrok untuk setiap dokter, kemampuan ruangan dalam melayani kegiatan operasi, dan sebagainya sehingga hasil yang diperoleh dapat diimplementasikan dalam keadaan yang sebenarnya.

1.5 BATASAN MASALAH

Penelitian ini memiliki batasan-batasan sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di bagian Instalasi Bedah Sentral RSUD Pasar Rebo Jakarta
2. Penentuan alokasi penggunaan ruang operasi dilakukan untuk semua spesialisasi di seluruh ruang operasi RSUD Pasar Rebo, Jakarta
3. Penyelesaian akhir penentuan alokasi dibuat untuk perencanaan operasi elektif dalam satu hari tertentu
4. Penjadwalan hanya meliputi pengalokasian pasien, dokter, dan ruang operasi beserta alokasi waktunya

1.6 METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam lima tahapan utama, yaitu:

1. Perumusan masalah
Pada tahap ini akan diidentifikasi masalah sesuai dengan topik yang akan dibahas, menentukan tujuan penelitian, membuat batasan permasalahan, serta menentukan data-data apa saja yang dibutuhkan.
2. Penyusunan studi pustaka

Pada tahap ini, tinjauan literatur disusun agar dapat mendukung penelitian yang dilakukan. Teori yang dibahas adalah teori seputar manajemen dan sistem penjadwalan ruang operasi rumah sakit sebagai dasar pemikirannya, serta *binary integer nonlinear programming* sebagai metode penelitian.

3. Pengumpulan data

Memperoleh data-data dan keterangan yang dibutuhkan dengan :

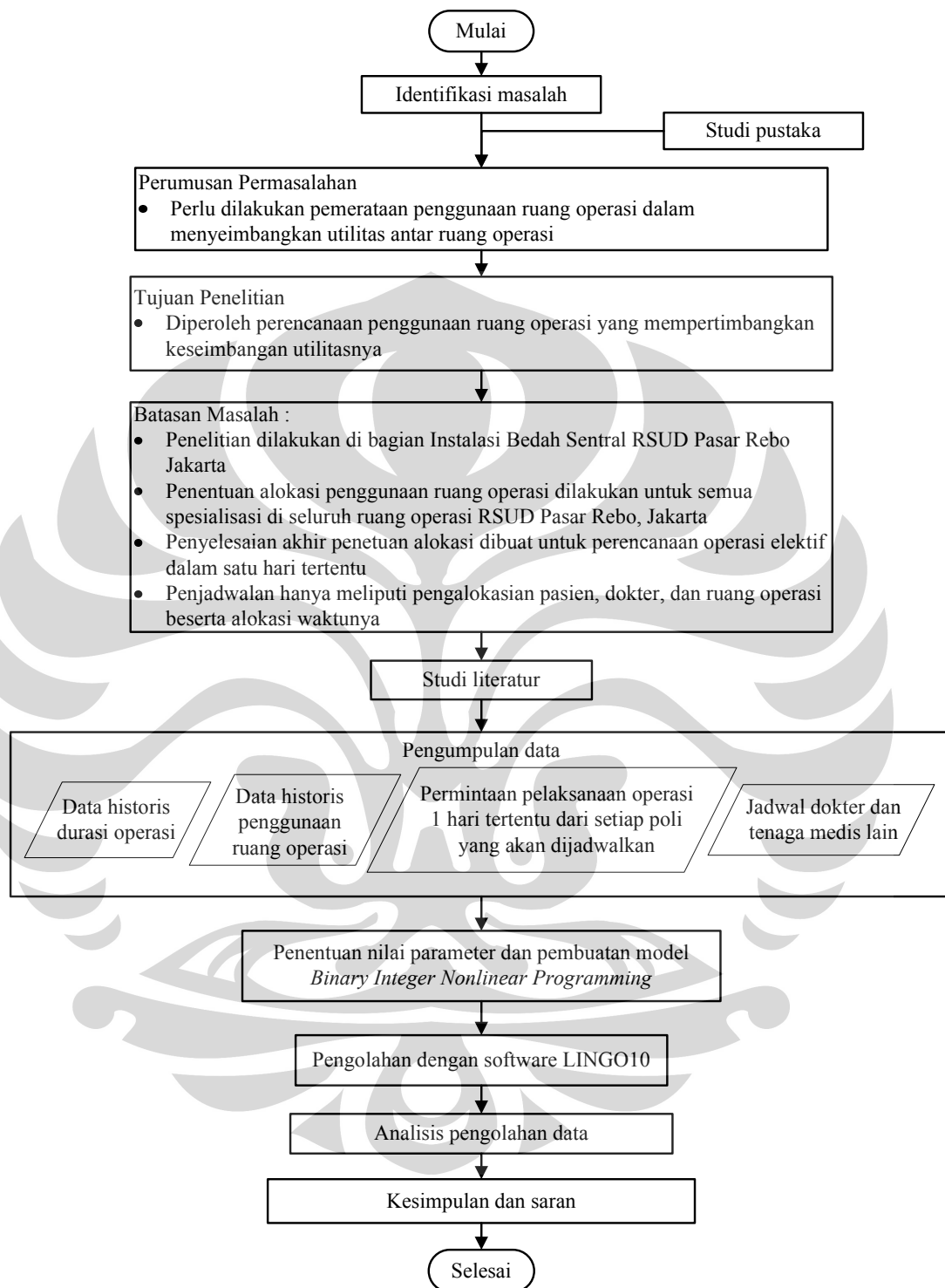
- Studi literatur, yaitu membaca referensi dari jurnal dan buku-buku yang berhubungan dengan sistem penjadwalan dan penentuan kapasitas ruang operasi rumah sakit dan landasan teori mengenai *Integer Programming* khususnya *Binary Integer Programming* dan *Nonlinear Programming*.
- Pengumpulan data primer dengan wawancara, yaitu pengumpulan data mengenai keadaan yang terjadi di ruang operasi rumah sakit, prosedur pelaksanaan operasi secara umum, kendala-kendala dalam pelaksanaan operasi, serta pembuatan jadwal operasi kepada kepala ruang operasi dan staf administrasi ruang operasi.
- Pengumpulan data sekunder mengenai data historis, yaitu mengumpulkan data penjadwalan ruang operasi dan kebutuhan spesialisasi operasi, data historis penggunaan ruang operasi, durasi operasi, (baik elektif maupun darurat), serta tingkat permintaan pasien untuk spesialisasi yang dilayani di ruang-ruang operasi tersebut (elektif dan darurat).

4. Penyusunan Model dan Analisis

- Pada proses penentuan fungsi tujuan, fungsi kendala, serta variabel keputusan digunakan metode *binary integer nonlinear programming* untuk memodelkannya.
- Pada proses penentuan nilai variabel keputusan sebagai solusi nilai optimumnya digunakan *software* LINGO10.

5. Kesimpulan dan Saran

Menarik kesimpulan hasil penelitian serta menyusun saran dan masukan kepada pihak rumah sakit mengenai pola penjadwalan penggunaan ruang operasi yang mampu menyeimbangkan utilitas ruang operasi, meminimalkan *overtime*, serta menghindari konflik jadwal antar dokter yang menangani pasien.



Gambar 1.2 Diagram alir metode penelitian

1.7 SISTEMATIKA PENULISAN

Penelitian mengenai perencanaan penggunaan penggunaan ruang operasi dengan metode *binary integer nonlinear programming* ini akan dipaparkan ke dalam lima bagian.

Pada bab pertama atau bab pendahuluan akan diuraikan mengenai latar belakang permasalahan, diagram keterkaitan masalah, perumusan permasalahan, tujuan penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian, diagram alir metodologi penelitian, dan sistematika penulisan. Selanjutnya, pada bab kedua atau bab tinjauan pustaka akan dibahas mengenai dasar teori dari penelitian ini, yakni pendahuluan mengenai manajemen dan sistem penjadwalan ruang operasi rumah sakit, kemudian metode optimasi khususnya mengenai *binary integer nonlinear programming*. Kemudian pada bab ketiga atau bab pengumpulan data akan diuraikan mengenai profil singkat rumah sakit yang menjadi objek penelitian, khususnya mengenai sistem penjadwalan ruang operasinya, serta hasil dari pengumpulan data dan pengolahannya secara statistik deskriptif. Untuk bab keempat adalah bab penyusunan model dan analisis yang akan dijelaskan secara komprehensif mengenai model matematis mengenai permasalahan yang ada serta pengolahannya dengan menggunakan *software* LINGO10, serta analisis mengenai penentuan alokasi ruang-ruang operasi terkait tujuan yang ingin dicapai, yaitu keseimbangan utilitas penggunaan ruang operasi. Akhirnya, laporan penelitian ini diakhiri dengan bab kesimpulan dan saran yang membahas mengenai kesimpulan secara menyeluruh dari penelitian ini serta saran-saran yang akan bermanfaat bagi rumah sakit terkait dan rumah sakit lain secara umum.

BAB 2

DASAR TEORI

Pada bab kedua mengenai dasar teori ini akan dipaparkan mengenai teori-teori yang dipergunakan dalam penelitian ini. Dasar teori tersebut meliputi teori mengenai sistem penjadwalan ruang operasi, penelitian operasional yang meliputi program linier dan nonlinier, program integer khususnya binary integer programming (BIP), dan diakhiri dengan pengenalan mengenai aplikasi LINGO10 yang nantinya digunakan dalam penyelesaian persoalan ini.

2.1 SISTEM PENJADWALAN RUANG OPERASI

Ruang operasi merupakan bagian dari rumah sakit yang melibatkan sumber daya terbanyak dan menggunakan peralatan medis berteknologi tinggi, pasokan obat-obatan mahal, serta staf medis profesional yang telah terlatih. Jadi, wajar jika ruang operasi menjadi sumber biaya terbesar operasional rumah sakit akibat tingginya biaya peralatan dan staf medis meskipun ruang operasi juga menjadi sumber pendapatan terbesar rumah sakit. Di sisi lain, ruang operasi bisa menjadi *bottleneck* yang mengancam apabila sumber daya dan aliran pasien selama perawatan tidak tertangani dengan baik karena ruang operasi merupakan bagian yang kritis dengan karakteristik biaya operasional tinggi dan sumber pendapatan yang tinggi pula sehingga perencanaan atau penjadwalan ruang operasi akan sangat mampu membantu pihak rumah sakit dalam mengoptimalkan utilisasi ruang dan meningkatkan kepuasan pasien sebagai konsumennya.

Ruang operasi merupakan suatu sistem terintegrasi yang disusun dari kumpulan lokasi, secara umum meliputi area tunggu operasi, kamar operasi, ruang *recovery* atau ruang pemulihan, ruang ganti, ruang persiapan, dan sebagainya (Di Wang dan Jiuping Xu, 2008). Sedangkan sumber daya manusia yang diperlukan dalam pelaksanaan operasi secara umum adalah dokter bedah, perawat, dan anestesi. Kegiatan operasi sendiri dibedakan menjadi dua macam, yaitu :

- Operasi elektif (*elective surgery*), yaitu operasi yang direncanakan dan telah dijadwalkan sebelumnya, dan bisa ditunda sesuai tingkat keseriusannya.
- Operasi darurat (*emergency surgery*), yaitu operasi yang tidak direncanakan atau dijadwalkan sebelumnya yang tujuannya untuk menyelamatkan hidup seseorang dan menjaga fungsi organ tubuhnya.

Menurut jenis dan frekuensinya, operasi-operasi di rumah sakit dibedakan menjadi tiga kategori umum, yaitu:

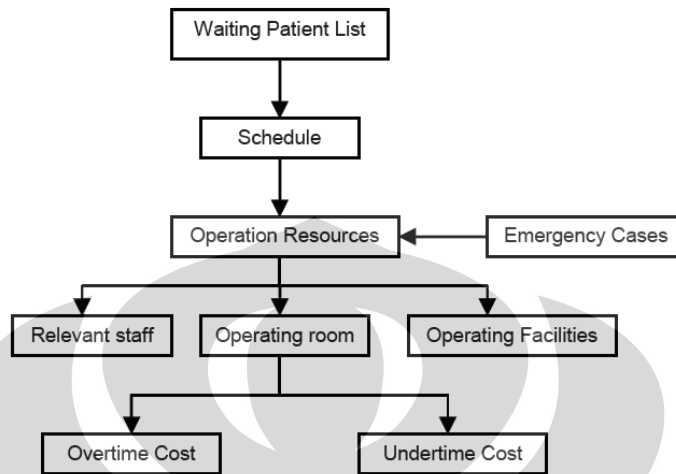
- Kategori A: operasi elektif yang sering dilakukan atau memiliki tingkat permintaan cukup tinggi.
- Kategori B: operasi elektif yang jarang dilakukan atau memiliki tingkat permintaan yang kurang tinggi sehingga jarang dilakukan.
- Kategori C: operasi darurat atau *emergency*.

Sedangkan ruangan operasi sendiri juga dibedakan menjadi dua macam, sesuai kategori jenis operasi yang ditanganinya, yaitu:

- Ruangan *non-emergency*, yaitu ruang operasi yang dikhususkan untuk menangani operasi elektif dan biasanya dibedakan sesuai spesialisasinya.
- Ruangan *emergency*, yaitu ruang operasi yang dikhususkan untuk menangani operasi darurat dan biasanya dapat melayani segala jenis spesialisasi operasi.

Rata-rata rumah sakit memiliki lebih banyak ruangan *non-emergency* dibandingkan dengan ruang operasi *emergency*. Ruang operasi tentunya akan melayani pasien darurat secepat mungkin tergantung tingkat kegentingannya. Selain itu, operasi darurat juga memiliki ketidakpastian dalam kedatangannya yang memerlukan ketersediaan tempat kapanpun. Sebagai konsekuensinya, pihak rumah sakit biasanya hanya menjadwalkan operasi elektif sebagai fokus mereka, meskipun di sisi lain permintaan operasi elektif tersebut juga mengalami fluktuasi yang tidak tentu setiap harinya yang sering kali menyebabkan ketidakmerataan utilisasi ruang. Ketika permintaan operasi tinggi, penggunaan ruang operasi (utilisasi ruang operasi) menjadi tinggi, bahkan terkadang tidak ada cukup ruangan untuk melaksanakan proses operasi. Namun ketika permintaan operasi

turun, utilisasi ruangan juga berkurang dan seringkali mengakibatkan adanya sumber daya yang tidak termanfaatkan dengan baik.



Gambar 2.1 Proses umum kegiatan operasi dan kegiatan terkait lainnya
(Sumber : Di Wang, Jiuping Xu, 2008)

Penjadwalan merupakan kegiatan perencanaan untuk kurun waktu satu hingga empat minggu. Sedangkan untuk kurun waktu sekarang dinamakan penjadwalan reaktif. Untuk penjadwalan dalam kurun waktu yang lebih lama disebut sebagai perencanaan jangka pendek (beberapa bulan), atau perencanaan jangka menengah (1 sampai 2 tahun), dan perencanaan jangka panjang (beberapa tahun). Dalam skala yang lebih besar, penjadwalan dapat dipermudah dengan adanya sistem penjadwalan yang terintegrasi seperti *Enterprise Resource Planning* (ERP), serta *Material Requirement Planning* (MRP) untuk perusahaan-perusahaan manufaktur.

Dalam suatu penjadwalan, terdapat tiga hal yang perlu diperhatikan, yaitu mengenai aktivitasnya, ketersediaan sumber daya yang mendukung, kendala-kendalanya, serta kriteria kesuksesannya. Berikut ini adalah contoh dari masing-masing hal tersebut.

- Aktivitas : pekerjaan, penerbangan, pengiriman, transportasi, permesinan, pengecatan, pembubutan, pencelupan dalam bahan kimia, dan sebagainya.
- Sumber daya : mesin, operator, listrik, kendaraan, dan sebagainya.
- Kendala : kapasitas, kegiatan yang mendahului (*precedence*), biaya, waktu penyelesaian (*due date*), ukuran, aturan kesatuan, hubungan pembelian sebelumnya (*preemptive*), dan sebagainya.

- Kriteria : keuntungan, biaya, prioritas, kecenderungan pilihan, jangka waktu, utilisasi/tingkat penggunaan, kepuasan konsumen, peluang, dan sebagainya.

Sedangkan penjadwalan ruang operasi merupakan keputusan mengenai waktu, tempat, serta susunan staf medis dan perlengkapan operasi untuk setiap tindakan operasi yang akan dilakukan oleh beberapa dokter bedah berbeda dalam suatu siklus penjadwalan dan menggunakan aturan tertentu pula (Di Wang dan Jiuping Xu, 2008). Jika penjadwalan yang dilakukan terlalu longgar, waktu operasi bisa menjadi sangat fleksibel tetapi hal ini akan berakibat pada tingginya pemborosan sumber daya ruang operasi (staf medis, jam kerja, utilisasi ruang, dan sebagainya). Sedangkan jika penjadwalannya terlalu ketat, utilisasi ruangan memang bisa maksimal, akan tetapi kegiatan operasi menjadi kurang fleksibel, panjangnya antrian pasien, dan bahkan terjadinya lembur untuk tambahan jam operasi. Secara umum, pola penjadwalan ruang operasi dibagi menjadi dua strategi serta satu strategi tambahan sebagai modifikasi keduanya, yaitu :

1. Strategi penjadwalan terbuka (*open scheduling strategy*), atau yang sering disebut strategi *nonblocking*
Dexter, et al (2003) mendefinisikannya sebagai strategi hari apapun atau *any workday*, dimana dokter bedah dapat memilih kapanpun untuk melaksanakan operasi. Lain halnya dengan Patterson (1996) yang mengartikan sebagai strategi FCFS atau *First Come First Serve* sehingga pasien yang terlebih dahulu datang akan terlebih dahulu dilayani.
2. Strategi *blocking (block scheduling strategy)*
Kebalikan dari strategi terbuka, strategi *blocking* menerapkan penentuan alokasi waktu terhadap spesialisasi tertentu sebelumnya dalam siklus waktu tertentu. Secara teori, dokter bedah telah memiliki blok mereka masing-masing atau waktu yang dikhususkan untuk mereka dan tidak dapat diganggu oleh yang lain. Salah satu risiko dari strategi ini adalah rendahnya utilisasi ruangan apabila penjadwalan yang dilakukan tidak sempurna. Metode ini banyak digunakan di rumah sakit swasta dibandingkan dengan dua metode lainnya. Contoh dari metode ini dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Contoh strategi *blocking* dalam penjadwalan operasi

Operating room #	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday
3006A	Emergency	Emergency	Emergency	Emergency	Emergency
3006-B	Ophth	Ophth	Ophth	Ophth	Ophth
3006-D	Vascular	Tumor	Vascular	Colorectal	Colorectal
4000-1	Ortho	Ortho	Ortho	Ortho	Ortho
4000-2	Ortho	Ortho	Ortho	Ortho	Ortho
4000-3	Neuro	Neuro	Neuro	Neuro	Neuro
4000-4	Ophth	Ophth	Ophth	Ophth	Ophth

(Sumber : Bo Zang et al.)

3. Strategi modifikasi *blocking* (*Modified block scheduling strategy*)

Merupakan gabungan dari kedua strategi sebelumnya, yaitu strategi *blocking* namun dimodifikasi agar lebih fleksibel, yaitu penjadwalan ruang operasi dengan mengalokasikan waktu khusus di ruang operasi tertentu dengan metode *blocking* dan ruang operasi lain dengan strategi terbuka/*nonblocking* sehingga ruangan tersebut menerapkan metode FCFS. Keuntungan dari sistem ini adalah adanya fleksibilitas lebih untuk kegiatan operasinya dan berkurangnya risiko *overtime*.

Jadi, masalah yang dihadapi dalam suatu penjadwalan ruang operasi adalah mengenai bagaimana menugaskan sejumlah sumber daya yang ada (manusia atau staf medis yang ada dan fasilitas fisik operasi) secara optimal untuk menangani sejumlah operasi elektif pada periode waktu tertentu berikut urutannya dengan memperhatikan kapasitas yang ada dengan tujuan meminimalkan biaya, waktu *overtime*, risiko gangguan, waktu tunggu pasien, serta memaksimalkan utilisasi ruangan, kepuasan pasien dan preferensi atau pilihan pasien terhadap rumah sakit tersebut.

2.2 PENELITIAN OPERASIONAL

Penelitian operasional (*Operations Research*) merupakan aplikasi metode atau aplikasi berfikir untuk membuat suatu keputusan yang dapat membantu

seseorang dalam membuat keputusan yang lebih baik. Salah satu teknik dasar yang umum digunakan adalah *linear programming*, dimana semua fungsi tujuan dan kendala bersifat linier, dan semua variabel keputusannya bersifat kontinu. Berikut ini beberapa teknik solusi dasar dalam penelitian operasional:

1. Program matematis
 - Program linier
 - Program nonlinier
 - Program integer
2. Metode enumeratif
 - *Branch-and-bound*
 - Metode *Cutting plane /column generation method*
 - *Beam search*
 - Program dinamis
3. Pencarian lokal (*local search*)
 - *Simulated annealing*
 - *Genetic algorithms*
 - *Tabu search*
 - *Neural networks.*
 - *Adaptive search*
 - *K-opt method*

2.3 PROGRAM LINIER DAN NONLINIER

Program linier (linear programming) merupakan teknik riset operasional (*operation research technique*) yang telah dipergunakan secara luas dalam berbagai jenis masalah manajemen (Gaspersz, 2004). Pemrograman linier memakai suatu model matematis untuk menggambarkan masalah yang dihadapi dimana kata ‘pemrograman’ di sini merupakan sinonim untuk kata ‘perencanaan’, sedangkan sifat ‘linier’ memiliki arti bahwa semua fungsi matematis dalam model ini merupakan fungsi-fungsi linier dimana terdapat suatu proporsionalitas dalam nilainya seperti perkalian atau pembagian sehingga untuk setiap unit penambahan atau penurunan nilai dalam suatu variabel, maka nilai objektifnya akan naik atau

turun dengan nilai yang tetap. Jadi, membuat pemrograman linier berarti membuat rencana kegiatan-kegiatan untuk memperoleh hasil yang optimal, yaitu suatu hasil yang mampu mencapai tujuan yang telah ditentukan dengan cara yang paling baik (sesuai model matematis) di antara semua alternatif yang memungkinkan.

Programa linier biasanya berhubungan dengan masalah alokasi sumber daya yang terbatas yang akan memaksimalkan keuntungan atau meminimalkan biaya. Sebagai model, programa linier telah banyak digunakan secara luas dalam berbagai hal seperti perencanaan dan penjadwalan produksi, perencanaan infrastruktur, pengaturan modal, perencanaan iklan, distribusi produk, perencanaan investasi, analisis peraturan pemerintah, dan sebagainya. Programa linier memiliki asumsi-asumsi sebagai berikut:

1. Proporsionalitas

Naik turunnya nilai fungsi tujuan (Z) dan penggunaan sumber daya berubah sebanding (proporsional) dengan perubahan tingkat aktivitas.

2. *Additivitas*

Aktivitas (variabel keputusan) tidak saling mempengaruhi dalam menentukan nilai fungsi tujuan sehingga nilai fungsi tujuan merupakan penjumlahan kontribusi setiap variabel keputusan atau dengan kata lain kenaikan fungsi tujuan yang diakibatkan oleh suatu aktivitas dapat ditambahkan tanpa mempengaruhi bagian nilai fungsi tujuan yang diperoleh dari aktivitas lain.

3. Deterministik

Semua parameter yang terdapat dalam model matematis (A_{ij} , C_j , b_i) dapat ditentukan dengan pasti, meskipun jarang dapat ditentukan dengan tepat.

4. *Accountability*

Sumber-sumber yang tersedia harus dapat dihitung sehingga dapat dipastikan berapa bagian yang terpakai dan berapa bagian yang masih tersisa.

5. *Linearity of Objectives*

Fungsi tujuan dan kendala-kendala harus dapat dinyatakan sebagai suatu fungsi linier.

Sedangkan programa nonlinier meliputi hubungan variabel secara tidak linier atau proporsional, seperti fungsi kuadrat, akar kuadrat, pangkat tiga, pembagian atau perkalian oleh variabel lain (bukan angka konstan) dan

sebagainya. Model dengan persamaan nonlinier cenderung lebih sulit untuk diselesaikan. Untuk penyelesaiannya, model ini akan menemukan *local optimum*, bukan *global optimum* yang ada dalam program linier, kecuali variabel nonlinier tersebut berbentuk persamaan konveks untuk tujuan meminimalkan dan konkav untuk fungsi memaksimalkan karena solusi yang diperoleh dalam program nonlinier, terutama dengan bantuan *software* seperti LINGO akan menampilkan hasil terbaik sejauh yang dicari, meskipun ada kemungkinan terdapat solusi yang lebih baik yang mungkin saja masih ada. Sehingga, suatu model secara keseluruhan akan disebut sebagai model nonlinier ketika setidaknya terdapat satu persamaan nonlinier di dalamnya, baik dalam fungsi tujuan ataupun fungsi kendalanya.

2.4 PROGRAMMA INTEGER

Programma integer (*Integer programming*) adalah program linier dimana beberapa atau semua variabel terbatas pada nilai integer atau nilai diskrit. Dalam penentuan nilai variabel keputusannya, programma integer diharapkan memiliki hasil keputusan 0 atau bilangan bulat positif lain (bilangan bulat positif). Programma integer dapat diselesaikan dengan banyak cara, diantaranya dengan menggunakan grafik, dengan metode eliminasi dan substitusi, metode *branch and bound*, metode *cutting plane*, dan sebagainya. Sedangkan perangkat lunak yang sering digunakan untuk memperoleh solusi model *integer* antara lain *Excel Solver*, TORA, LINDO, AMPL, LINGO dan CPLEX. Programma integer memiliki tiga komponen, yaitu:

1. Fungsi Tujuan (*Objective Function*)

Merupakan fungsi yang menggambarkan tujuan/sasaran dari permasalahan *integer linear programming* yang berkaitan dengan pengaturan secara optimal sumber daya-sumber daya untuk mencapai hasil yang optimal. Pengoptimalan solusi dapat dilakukan dengan cara memaksimalkan atau meminimalkan yang dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{Meminimalkan : } Z(X) = \sum_{i=1}^n C_i X_i \quad (2.1)$$

Atau

$$\text{Memaksimalkan : } Z(X) = \sum_{i=1}^n C_i X_i \quad (2.2)$$

Fungsi tujuan dari persamaan (2.1) tersebut berarti bahwa tujuan yang ingin dicapai adalah meminimalkan jumlah dari $C_i X_i$ untuk semua nilai i anggota n dimulai dari nilai $n = 1$. Sedangkan untuk persamaan kedua (2.2), tujuan yang ingin dicapai adalah untuk memaksimalkan jumlah dari $C_i X_i$ untuk semua nilai i anggota n dimulai dari nilai $n = 1$. Untuk kedua persamaan tersebut, hasil akhir nilai dari fungsi tujuan adalah berupa bilangan bulat ($Z(X) \geq 0$) dikarenakan dalam program integer, nilai dari $C_i X_i$ adalah angka integer atau bilangan bulat.

2. Fungsi Pembatas (*Constraint Function*)

Merupakan bentuk penyajian secara matematis batasan-batasan kapasitas yang tersedia yang akan dialokasikan secara optimal ke berbagai kegiatan. Bentuk kendala dapat berupa:

$$g_i(x) = b_i \quad (2.3)$$

$$g_i(x) \geq b_i \quad (2.4)$$

$$g_i(x) \leq b_i \quad (2.5)$$

$$g_i(x) \neq b_i \quad (2.6)$$

3. Variabel Keputusan (*Decision Variables*)

Merupakan aspek dalam model yang dapat dikendalikan. Nilai variabel keputusan merupakan alternatif yang mungkin dari fungsi linier. Variabel keputusan umumnya berbentuk :

$$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n \quad (2.7)$$

Dalam praktiknya, program integer dapat dibedakan menjadi tiga jenis berdasarkan nilai variabel keputusan yang akan ditentukan, yaitu:

1. *Pure Integer Programming* (PIP)

Disebut juga dengan program integer murni, merupakan program integer yang semua variabel keputusannya berupa bilangan bulat integer, misalkan keputusan mengenai jumlah mesin, jumlah tenaga kerja/orang, jumlah tempat, dan lain-lain.

2. *Binary Integer Programming* (BIP)

Disebut juga dengan program integer pilihan atau 0-1, yaitu variabel keputusan yang memiliki batas bawah (0) dan batas atas (1). Solusinya berupa

keputusan “ya” atau dipilih jika menghasilkan nilai 1, atau ”tidak” jika menghasilkan nilai 0.

$$Y_i = \begin{cases} 0 & \text{jika keputusan adalah tidak} \\ 1 & \text{jika keputusan adalah ya} \end{cases}$$

BIP dapat digunakan untuk analisis investasi, pemilihan lokasi, desain jaringan produksi dan distribusi, pengiriman barang, dan untuk penjadwalan aktivitas yang saling terkait.

3. *Mixed Integer Programming* (MIP)

Disebut juga model program integer campuran, yaitu jika terdapat solusi variabel kontinyu dan variabel integer.

Langkah-langkah dalam membuat model optimasi untuk permasalahan program integer adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi variabel keputusan

Identifikasi mengenai variabel keputusan akan dapat ditentukan setelah melakukan pengamatan pada kondisi lapangan yang terjadi. Variabel keputusan merupakan parameter terkontrol yang mempengaruhi sistem dan nilainya harus ditentukan.

2. Penyusunan model matematis fungsi tujuan

Fungsi tujuan merupakan ukuran kuantitatif mengenai kinerja sistem berdasarkan variabel-variabel keputusan yang ada.

3. Penyusunan model matematis fungsi kendala

Fungsi kendala merupakan ungkapan matematis yang menjadi batasan terhadap nilai-nilai yang diberikan kepada variabel-variabel keputusan. Koefisien atau ruas kanan dalam kendala dan fungsi tujuan dinamakan parameter model.

4. Penyusunan model untuk mencari solusi optimal

Model optimasi merupakan model matematis yang dapat mengatakan bahwa masalahnya adalah untuk memilih nilai-nilai dari variabel-variabel keputusan sedemikian rupa sehingga mengoptimalkan fungsi tujuan, dengan memperhatikan kendala-kendala tertentu. Solusi optimal adalah solusi layak yang memiliki nilai fungsi tujuan terbaik.

5. Analisis sensitivitas

Analisis sensitivitas adalah suatu analisis tentang variasi yang dapat terjadi pada solusi optimal yang disebabkan perubahan koefisien dan formulasi persoalan. Analisis ini menentukan tingkat sensitivitas solusi optimal terhadap spesifikasi model, seberapa besar keakuratan data yang dimasukkan dan asumsi dasar yang digunakan.

2.5 *BINARY INTEGER PROGRAMMING (BIP)*

Model *Binary Integer Programming*, atau yang lazim disebut program integer 0-1 atau alternatif dikotom, merupakan program integer dengan nilai variabel keputusan Y_i dibatasi pada dua nilai, yaitu 0 dan 1. Nilai $Y_i = 1$ jika keputusan i dipilih dan nilai $Y_i = 0$ jika keputusan i tidak dipilih. Dalam menentukan kendala pada permasalahan model program integer 0-1 terdapat beberapa jenis batasan yang dapat digunakan, yaitu:

1. *Mutually Exclusive Restrictions*

Kendala ini dapat membatasi suatu variabel dari variabel keputusan yang lain, antara lain:

- Memaksimalkan satu keputusan yang dipilih dari sejumlah n keputusan

$$\sum_{i=1}^n x_i \leq 1 \quad (2.8)$$

- Salah satu dari keputusan a dan b harus dipilih

$$x_a + x_b \leq 1 \quad (2.9)$$

- Tepat satu keputusan harus dipilih dari sejumlah n keputusan

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1 \quad (2.10)$$

- Tepat satu keputusan harus dipilih dari lima buah keputusan

$$x_a + x_b + x_c + x_d + x_e = 1 \quad (2.11)$$

2. *Multiple Choice Restrictions*

Kendala ini memungkinkan sejumlah k keputusan dapat dipilih dari sejumlah n pilihan keputusan.

- Paling banyak ada k keputusan yang dipilih dari sejumlah n pilihan keputusan

$$\sum_{i=1}^n x_i \leq k \quad (2.12)$$

- Ada sejumlah k keputusan yang harus dipilih dari sejumlah n pilihan

$$\sum_{i=1}^n x_i = k \quad (2.13)$$

- Dua buah keputusan harus dipilih dari lima buah pilihan keputusan

$$x_a + x_b + x_c + x_d + x_e = 2 \quad (2.14)$$

3. Precedence or Conditional Relationships

Kendala ini memungkinkan pemilihan suatu keputusan dapat dilakukan setelah keputusan lain terpenuhi.

- Keputusan k dapat dipilih jika keputusan m telah terpenuhi

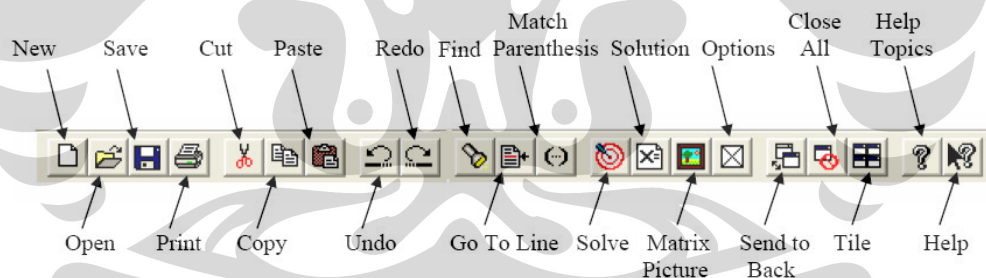
$$x_k \leq x_m \quad \text{atau} \quad x_k - x_m \leq 0 \quad (2.15)$$

- Keputusan k sama dengan keputusan m

$$x_k = x_m \quad \text{atau} \quad x_k - x_m = 0 \quad (2.16)$$

2.6 APLIKASI LINGO10

LINGO10 merupakan suatu *software* yang didesain untuk dapat menyusun dan menyelesaikan secara efisien suatu model optimasi persamaan linier, nonlinier, dan integer. Gambar 2.2 Berikut ini merupakan tampilan *toolbar* LINGO:



Gambar 2.2 Tampilan *toolbar* LINGO10 beserta keterangannya

Beberapa set fungsi *looping* yang dipergunakan dalam LINGO antara lain :

- @FOR : menghasilkan kendala untuk seluruh anggota suatu kumpulan nilai
- @SUM : menjumlahkan seluruh anggota suatu kumpulan nilai
- @MIN : menghitung nilai minimum dari seluruh anggota kumpulan nilai
- @MAX : menghitung nilai maksimum dari seluruh anggota kumpulan nilai

Sedangkan jenis variabel dapat ditentukan dengan fungsi berikut :

- @GIN : semua nilai integer positif
- @BIN : nilai *binary* (nilai 0 atau 1)

- @FREE : semua nilai bilangan real, baik positif maupun negatif
- @BND : semua nilai dalam batasan yang telah ditentukan

Berikut ini contoh fungsi matematika yang dipakai pada LINGO :

- @ABS(X) : mengembalikan nilai absolut dari X
- @SIGN(X) : mengembalikan nilai menjadi -1 jika X negatif dan +1 jika X positif
- @EXP(X) : menghitung nilai eksponensial X
- @LOG(X) : menghitung nilai log natural X
- @SIN(X) : mengembalikan nilai dari $\sin X$, dimana X adalah sudut (radian)
- @COS(X) : mengembalikan nilai $\cos X$
- @TAN(X) : mengembalikan nilai $\tan X$

Operator logika yang digunakan dalam fungsi *looping* untuk mengidentifikasi suatu kondisi benar atau salah adalah :

- #LT# : Benar jika argumen sebelah kiri kurang dari argumen sebelah kanan, jika tidak maka salah
- #LE# : Benar jika argumen sebelah kiri kurang dari sama dengan argumen sebelah kanan, jika tidak maka salah
- #GT# : Benar jika argumen sebelah kiri lebih besar dari argumen sebelah kanan, jika tidak maka salah
- #GE# : Benar jika argumen sebelah kiri lebih dari sama dengan argumen sebelah kanan, jika tidak maka salah
- #EQ# : Benar jika kedua argumen bernilai sama, jika tidak maka salah
- #NE# : Benar jika kedua argumen tidak sama, jika tidak maka salah
- #AND# : Benar jika kedua argumen bernilai benar, jika tidak maka salah
- #OR# : Salah jika kedua argumen bernilai salah, jika tidak maka benar
- #NOT# : Benar jika argumen bernilai salah terhadap argumen sebelah kanannya, jika tidak maka salah

Berikut ini salah satu contoh pengerjaan program integer dengan menggunakan aplikasi LINGO untuk menyelesaikan persoalan model *Assembly Line Balancing*.

```

MODEL:
! Assembly line balancing model;
! This model involves assigning tasks to stations
in an assembly line so bottlenecks are avoided.
Ideally, each station would be assigned an
equal amount of work.;
SETS:
! The set of tasks to be assigned are A through K,
and each task has a time to complete, T;
TASK/ A B C D E F G H I J K/: T;

! Some predecessor, successor pairings must be
observed(e.g. A must be done before B, B
before C, etc.);
PRED( TASK, TASK)/ A,B B,C C,F C,G F,J G,J
J,K D,E E,H E,I H,J I,J /;

! There are 4 workstations;
STATION/1..4/;
TXS( TASK, STATION): X;
! X is the attribute from the derived set TXS
that represents the assignment. X(I,K) = 1
if task I is assigned to station K;
ENDSETS

DATA:
! Data taken from Chase and Aquilano, POM;
! There is an estimated time required for each
task:
      A B C D E F G H I J K;
T = 45 11 9 50 15 12 12 12 12 8 9;
ENDDATA

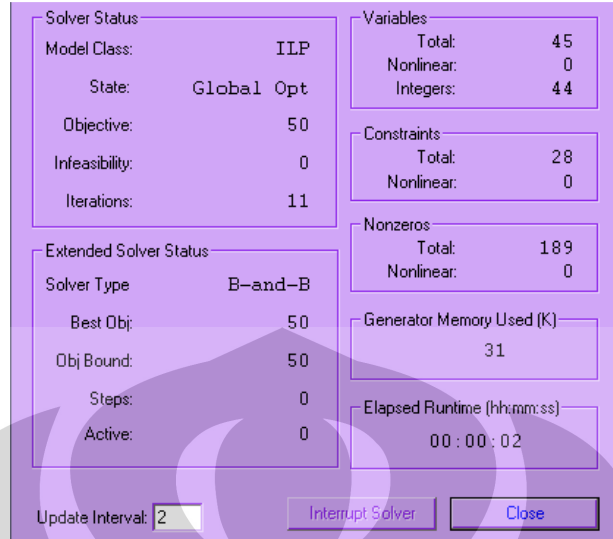
! The model;
! *Warning* may be slow for more than 15 tasks;
! For each task, there must be one assigned
station;
@FOR( TASK( I): @SUM( STATION( K): X( I, K)) = 1);
! Precedence constraints;
! For each precedence pair, the predecessor task
I cannot be assigned to a later station than its
successor task J;
@FOR( PRED( I, J):
@SUM( STATION( K):
K * X( J, K) - K * X( I, K)) >= 0);
! For each station, the total time for the
assigned tasks must be less than the maximum
cycle time, CYCTIME;
@FOR( STATION( K):
@SUM( TXS( I, K): T( I) * X( I, K)) <= CYCTIME);

! Minimize the maximum cycle time;
MIN = CYCTIME;

! The X(I,J) assignment variables are
binary integers;
@FOR( TXS: @BIN( X));
END

```

(Sumber : LINGO10\Samples\ASLBAL.lg4)



Gambar 2.3 Status penyelesaian model untuk model *Assembly Line Balancing* (Sumber : LINGO10\Samples\ASLBAL.lg4)

Dari gambar 2.3 tersebut terlihat bahwa persoalan ini merupakan suatu persamaan linier integer dimana hasil yang diperoleh merupakan solusi global dengan nilai yang dicapai pada fungsi tujuan adalah 50 setelah dilakukan 11 iterasi dengan metode *Branch and Bound*. Model ini memiliki 44 nilai variabel integer yang harus ditentukan dengan mempertimbangkan 28 kendala yang ada. Berikut ini hasil keluaran (*output*) dari LINGO10 tentang permasalahan *Assembly Line Balancing* yang merupakan solusinya setelah melakukan perintah *run* dari model yang dibuat.

```

Global optimal solution found.
Objective value:                    50.00000
Extended solver steps:                0
Total solver iterations:              478

      Variable      Value      Reduced Cost
      CYCTIME       50.00000      0.000000
      T ( A)        45.00000      0.000000
      T ( B)        11.00000      0.000000
      T ( C)         9.00000      0.000000
      T ( D)        50.00000      0.000000
      T ( E)        15.00000      0.000000
      T ( F)        12.00000      0.000000
      T ( G)        12.00000      0.000000
      T ( H)        12.00000      0.000000
      T ( I)        12.00000      0.000000
      T ( J)         8.00000      0.000000
      T ( K)         9.00000      0.000000
      X ( A, 1)     1.00000      0.000000
      X ( A, 2)     0.00000      45.00000
    
```

X(A, 3)	0.000000	0.000000
X(A, 4)	0.000000	0.000000
X(B, 1)	0.000000	0.000000
X(B, 2)	0.000000	11.00000
X(B, 3)	1.000000	0.000000
X(B, 4)	0.000000	0.000000
X(C, 1)	0.000000	0.000000
X(C, 2)	0.000000	9.000000
X(C, 3)	0.000000	0.000000
X(C, 4)	1.000000	0.000000
X(D, 1)	0.000000	0.000000
X(D, 2)	1.000000	50.00000
X(D, 3)	0.000000	0.000000
X(D, 4)	0.000000	0.000000
X(E, 1)	0.000000	0.000000
X(E, 2)	0.000000	15.00000
X(E, 3)	1.000000	0.000000
X(E, 4)	0.000000	0.000000
X(F, 1)	0.000000	0.000000
X(F, 2)	0.000000	12.00000
X(F, 3)	0.000000	0.000000
X(F, 4)	1.000000	0.000000
X(G, 1)	0.000000	0.000000
X(G, 2)	0.000000	12.00000
X(G, 3)	0.000000	0.000000
X(G, 4)	1.000000	0.000000
X(H, 1)	0.000000	0.000000
X(H, 2)	0.000000	12.00000
X(H, 3)	1.000000	0.000000
X(H, 4)	0.000000	0.000000
X(I, 1)	0.000000	0.000000
X(I, 2)	0.000000	12.00000
X(I, 3)	1.000000	0.000000
X(I, 4)	0.000000	0.000000
X(J, 1)	0.000000	0.000000
X(J, 2)	0.000000	8.000000
X(J, 3)	0.000000	0.000000
X(J, 4)	1.000000	0.000000
X(K, 1)	0.000000	0.000000
X(K, 2)	0.000000	9.000000
X(K, 3)	0.000000	0.000000
X(K, 4)	1.000000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.000000	0.000000
2	0.000000	0.000000
3	0.000000	0.000000
4	0.000000	0.000000
5	0.000000	0.000000
6	0.000000	0.000000
7	0.000000	0.000000
8	0.000000	0.000000
9	0.000000	0.000000
10	0.000000	0.000000
11	0.000000	0.000000
12	2.000000	0.000000
13	1.000000	0.000000
14	0.000000	0.000000
15	0.000000	0.000000

16	0.000000	0.000000
17	0.000000	0.000000
18	0.000000	0.000000
19	1.000000	0.000000
20	0.000000	0.000000
21	0.000000	0.000000
22	1.000000	0.000000
23	1.000000	0.000000
24	5.000000	0.000000
25	0.000000	1.000000
26	0.000000	0.000000
27	0.000000	0.000000
28	50.000000	-1.000000

(Sumber : LINGO10\Samples\ASLBAL.lgr)



BAB 3

PENGUMPULAN DATA

Bab ketiga dalam penelitian ini membahas mengenai profil singkat serta alur kegiatan dalam pelaksanaan kegiatan operasi di rumah sakit, pengumpulan data yang diperlukan dalam penelitian mengenai perencanaan penggunaan ruang operasi serta pengolahan data penunjang yang pada akhirnya dibutuhkan untuk merancang model matematis dan pengolahannya dengan menggunakan *software* LINGO10. Data-data tersebut meliputi daftar ruang operasi dan spesialisasi operasi yang dilayani; daftar staf medis lain beserta jadwal dinas; daftar dokter praktek beserta jadwal dinas; data historis permintaan operasi baik elektif, maupun *emergency*; dan data historis jenis operasi beserta durasinya.

3.1 PROFIL INSTANSI TERKAIT

3.1.1 Latar Belakang dan Sejarah Berdirinya Rumah Sakit Pasar Rebo

Rumah Sakit Umum Daerah Pasar Rebo Jakarta atau sering disebut RSUD Pasar Rebo, terletak di Jalan TB. Simatupang no.30 Jakarta dan merupakan salah satu rumah sakit terbesar yang terletak di wilayah timur kota Jakarta. Sejak tahun 2004 rumah sakit ini telah berubah menjadi Badan Hukum Perseroan Terbatas (PT) sesuai dengan Perda No. 15 tahun 2004. Namun kemudian pada tahun 2006 berubah lagi menjadi Pola Pengelolaan Keuangan Badan Layanan Umum Daerah (PPK-BLUD) secara penuh sesuai dengan SK Gubernur no. 249/2007 tanggal 2 Januari 2007. Dalam perkembangan RSUD Pasar Rebo mengalami beberapa kali transformasi sebelum akhirnya menjadi Rumah Sakit yang mengalami perubahan bentuk badan hukum seperti sekarang ini.

Pada tabel 3.1 berikut ini dipaparkan bentuk transformasi yang dialami oleh RSUD Pasar Rebo dari cikal bakal rumah sakit sejak tahun 1945 sampai dengan tahun 2008.

Tabel 3.1 Sejarah perkembangan RSUD Pasar Rebo Jakarta

Tahun	Transformasi
1945	POS P3K, Di Bidara Cina - Cawang
1957	RS Karantina (lokasi sekarang)
1964	RS Tuberkulosa Paru
1987	RSU Kelas C (SK Menkes no 303, 1987)
1992 - 1996	RS Unit Swadana Daerah
1997	Gedung Baru Berlantai Delapan
1998	RSU Kelas B , RS Terakreditasi
2004	Perubahan Badan Hukum (PT) Perda 15 th 2004
2006 - sekarang	UPT DINKES (PPKBLUD) KEP. GUB 249/2007

(Sumber: http://www.rsudpasarrebo.com/tentang_kami.php)

3.1.2 Jenis Pelayanan Rumah Sakit

Sebagai rumah sakit yang memiliki visi **menjadi rumah sakit yang terbaik dalam memberikan pelayanan prima kepada semua lapisan masyarakat, tentunya semua jenis layanan kesehatan yang ada pun menjadi perhatian utama, yaitu :**

1. Gawat darurat

Tujuan pelayanan Gawat Darurat sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 983/Menkes/SK/XI/1992 sebagai berikut:

- 1) Mencegah kematian dan cacat pada penderita darurat sehingga dapat hidup dan berfungsi kembali di dalam masyarakat sebagaimana mestinya.
- 2) Merujuk penderita gawat melalui sistem rujukan untuk memperoleh penanganan lebih memadai.
- 3) Menanggulangi korban bencana

Instalasi gawat darurat beroperasi 24 jam telah dilengkapi dengan kamar operasi cito/darurat yang dilayani oleh dokter jaga gawat darurat, perawat dengan berbagai kualifikasi kedaruratan, dan dokter spesialisasi konsulen, serta fasilitas penunjang lain seperti apotik 24 jam, laboratorium, radiologi, bank darah, dan ambulans.

2. Rawat jalan

Pelayanan rawat jalan merupakan bagian dari pelayanan medik yang banyak dikunjungi pasien dan merupakan pelayanan terdepan. Rumah sakit ini membuka 21 poliklinik yang beroperasi pada jam dinas, yaitu pada pukul 08.30 - 14.00 WIB dan sore hari yaitu pada pukul 14.00 – 17.00 WIB dengan penanganan oleh dokter-dokter spesialis rawat jalan yang terdiri dari dokter:

- 1) Penyakit dalam
 - 2) Kesehatan anak
 - 3) Kebidanan dan kandungan
 - 4) Bedah yang terdiri dari
 - a) Bedah umum
 - b) Bedah Ortopedi
 - c) Bedah Urologi
 - d) Bedah Saraf
 - 5) Jantung dan Pembuluh Darah
 - 6) Paru
 - 7) Saraf
 - 8) Mata
 - 9) THT
 - 10) Kulit Dan Kelamin
 - 11) Rehabilitasi Medik
 - 12) Gizi
 - 13) Kesehatan Jiwa
 - 14) Gigi dan Mulut yang terdiri dari
 - a) Umum
 - b) Bedah Mulut
 - c) Prostodenti (gigi tiruan)
 - d) Ortodonti (meratakan gigi)
3. Rawat inap

Pelayanan terhadap pasien masuk rumah sakit yang menempati tempat tidur perawatan untuk keperluan observasi, diagnosis, terapi, rehabilitasi medik dan pelayanan medik lainnya dengan klasifikasi perawatan yang ditetapkan

berdasarkan fasilitas pelayanan yang disediakan rumah sakit, yaitu VVIP, VIP, kelas III-A, kelas III, kelas II, dan kelas I.

4. Kamar operasi

Instalasi Bedah Sentral (IBS) di khususkan untuk melaksanakan tindakan operasi elektif (terencana) dan tindakan operasi cito (tidak terencana) yang juga memberikan pelayanan rawat sehari untuk kasus-kasus bedah ringan. Pelayanan ini diberikan dalam bentuk ODC (*One Day Care*).

5. Perawatan intensif

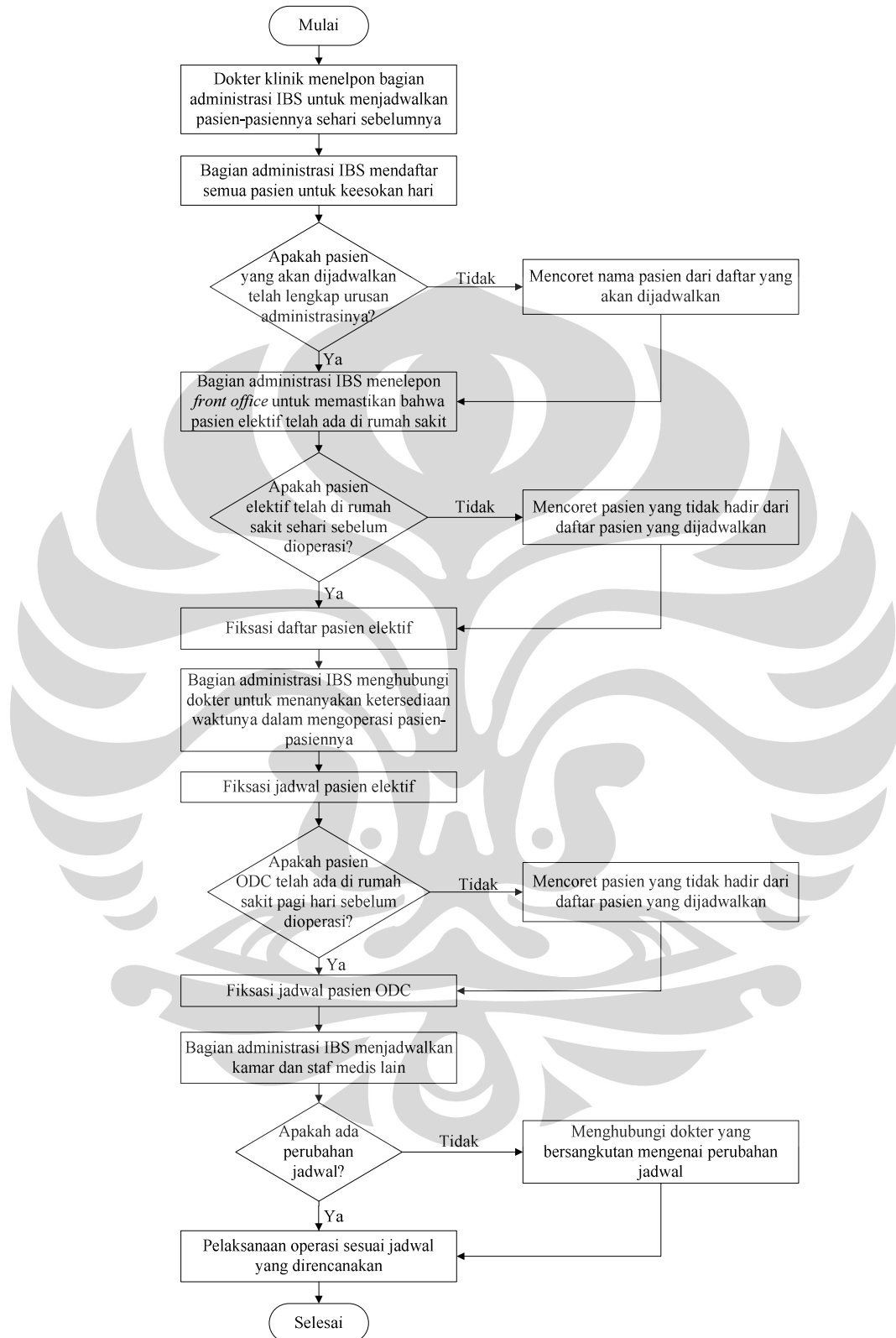
6. Kamar bersalin

Pelayanan yang ditujukan untuk menangani proses melahirkan secara normal.

3.2 PENGUMPULAN DATA

3.2.1 Alur Proses Penjadwalan Instalasi Bedah Sentral

Instalasi Bedah Sentral (IBS) atau kamar operasi rumah sakit melayani kegiatan operasi ringan hingga berat dimana permintaan operasi tersebut berasal dari setiap poliklinik di rumah sakit oleh dokter yang bersangkutan. Proses pengajuan penjadwalan biasanya dilakukan oleh dokter terkait (biasanya diwakili oleh asisten atau perawat lain di poliklinik dokter tersebut) melalui pesawat telepon kepada staf administrasi ruang operasi sehari sebelum pelaksanaan operasi. Setelah didaftar para pasien yang diajukan oleh dokter-dokter dari poliklinik-poliklinik di sana, maka bagian administrasi rumah sakit akan mengecek kembali kepastian operasi tersebut dengan memastikan bahwa pasien yang bersangkutan telah berada di rumah sakit pada malam hari sebelum pelaksanaan operasi untuk pasien elektif yang melakukan rawat inap di rumah sakit, serta pengecekan pada pagi hari sebelum kegiatan operasi dimulai untuk pasien ODC yang melakukan rawat jalan dimana pasien tersebut datang ke rumah sakit pagi hari dan pada hari itu juga dilakukan proses operasi kemudian pada sore harinya pasien ODC tersebut bisa pulang. Pada gambar 3.1 ini dijelaskan mengenai diagram alir proses penjadwalan operasi di IBS.



Gambar 3.1 Flowchart proses penjadwalan operasi

3.2.2 Sistem *Blocking* di Instalasi Bedah Sentral dan Kegiatan Operasinya

Dalam operasionalnya, rumah sakit menerapkan sistem *blocking*, yaitu pengalokasian waktu tetap pada hari tertentu untuk dokter bedah atau spesialisasi tertentu pula, untuk kelima ruang operasi yang tersedia. Instalasi Bedah Sentral (IBS) atau ruang operasi rumah sakit beroperasi dari hari Senin hingga Sabtu mulai pukul 07.30 hingga pukul 14.30 WIB. Pada tabel 3.2 berikut ini terlampir daftar jenis penyakit yang sering ditangani disetiap spesialisasi.

Tabel 3.2 Daftar diagnosis dan tindakan yang sering ditangani di IBS

NO	DIAGNOSIS	TINDAKAN
MATA		
1	Katarak	ECCE IOL
BEDAH UMUM		
1	Abses	Insisi, exterpasi
2	Appendix akut , Appendiks kronis	Appendixtomy
3	Clavus	Exterpasi
4	Debrid	Debridemen
5	Fibroma	Exterpasi
6	Ganglion	Exterpasi
7	Hemogloma	Exterpasi
8	Hemoroid	Haemoroidtomy
9	Hidrocel	Ligasi
10	Hils, Hild	Herniatomy
11	Keloid	Exterpasi
12	Kista dibadan	Exterpasi
13	Papiloma telinga	Exterpasi
14	Phimosi, post sircumsisi	Sircumsisi
15	Sarcoma	Exterpasi
16	Sindaktili	Rekonstruksi
17	Struma	Strumatomy
18	Trauma thorax	Laparatomy
19	Tumor	Exterpasi
20	Ulkus	Exterpasi
21	Hidricepallus	Craniatomy
22	Lipom	Exterpasi
23	Fistal perianal	Fistalaktomy

(Sumber : Instalasi Bedah Sentral RSUD Pasar Rebo Jakarta yang telah diolah kembali)

Tabel 3.2 Daftar diagnosis dan tindakan yang sering ditangani di IBS (lanjutan)

NO	DIAGNOSIS	TINDAKAN
UROLOGI		
1	Batu ginjal	Nefrectomy
2	Batubuli	Lithotripsi, Sochio
3	Hipospodia	Rekonstruksi
4	Hp	Turbuli
6	RPG	Hidrorigfosis
7	Struktur uteri,retensio uretra	Urethoscopy
8	Uritania	Explorasi fistel
9	Palomo	Insisi
SYARAF		
1	Lowback pain	Laminectomy
2	Malfungsi Vp Shunt	Revisi VP Shunt
THT		
1	Granulasi telinga	Exterpasi
2	KNF	Biopsi
3	Molostnea, cardiloma	Couteri
4	Polip	Polipnectile, Polipedomi, Exterpasi
5	Sinus	Anthrostomy
6	Tonsilisi akut, Tonsilisi kronis	Tonsilektomy
ORTHOPEDI		
1	Fracture	Orif, A1
2	Reptur	Rekonstruksi
3	Osteomilitis	Debridemen, A1
KEBIDANAN		
1	Cukup anak/steril	Pomonoy
2	Extrusi IUD, sisa konsepsi	Sistoscopy
3	Kista	Laparatomy, Lapcopy
4	BU, mola, kematian mudigah, sisa plasenta	Kuret
5	Mioma uteri	Lap.tomy
6	Pendarahan post. Sc	Histerektomy
7	Pronoloputory	Histerektomy
8	Kelahiran tidak normal	Sectio Caessaria (Sc)
9	Adenomiosis	Lap.tomy
10	Kehamilan Ektopik Terganggu (KET)	Lap.tomy
11	Kanker rahim	Kemiostratis
12	IUD/CVD stroke	Craniatomy
13	Polip serviks	Exterpasi
14	Ruptur vagina	Rekonstruksi jalan lahir

(Sumber : Instalasi Bedah Sentral RSUD Pasar Rebo Jakarta yang telah diolah kembali)

Pada tabel 3.3 berikut ini adalah daftar kelima ruang operasi serta spesialisasi yang dilayani di setiap ruang sesuai sistem *blocking* yang diterapkan.

Tabel 3.3 Daftar ruang operasi di IBS dan spesialisasinya

Ruang Operasi	Spesialisasi
1	Mata
2	Bedah umum
3	Urologi, Syaraf, THT, ODC
4	Orthopedi, Gilut, ODC
5	Kebidanan

(Sumber : Instalasi Bedah Sentral RSUD Pasar Rebo Jakarta)

Meskipun terdapat lima ruang operasi dengan spesialisasi yang berbeda dan telah dialokasikan khusus sesuai metode *blocking* yang diterapkan, kelima ruang operasi yang ada (ruang operasi 1, 2, 3, 4, dan 5) ternyata memiliki peralatan penunjang operasi yang sama dan telah memenuhi standar perlengkapan untuk penyelenggaraan proses operasi sehingga jenis operasi elektif dan ODC jenis apapun bisa ditangani di kelima ruang operasi tersebut, kecuali operasi mata. Hal ini dikarenakan operasi mata memerlukan peralatan khusus yang jauh berbeda dengan operasi-operasi lain dimana peralatan operasi mata tersebut hanya terdapat di ruang 1. Jadi, operasi mata hanya boleh dilakukan di ruang operasi 1, sedangkan operasi selain mata bisa dilakukan di kelima ruang operasi yang ada.

3.2.3 Sumber Daya Manusia di Instalasi Bedah Sentral

Dalam operasional IBS, ketersediaan ruang operasi selain ditunjang dengan perlengkapan yang telah memenuhi standar, juga terdapat sumber daya manusia yang turut menunjang kegiatan operasi tersebut. Untuk setiap operasi, kebutuhan minimal sumber daya manusianya adalah sebagai berikut :

- 1 dokter operator
- 1 dokter anestesi
- 1 penata anestesi
- 1 perawat / asisten
- 1 instrumentator

- 1 omloop

Dokter operator merupakan dokter bedah atau dokter yang menangani pasien tersebut ketika melakukan pemeriksaan diagnosis di poliklinik. Dokter tersebutlah yang mengatur jadwal operasi pasien untuk dioperasi pada hari apa, sedangkan untuk alokasi waktu lebih tepatnya menjadi tanggungjawab pihak administrasi IBS sebagai pengatur jadwal dari semua dokter yang ada.

Untuk pelayanan kesehatan disemua polikliniknya terdapat 51 dokter yang bertugas, namun tidak semuanya menangani proses operasi di IBS. Tabel 3.4 berikut ini merupakan daftar dokter-dokter yang melakukan operasi di IBS:

Tabel 3.4 Daftar dokter yang melakukan operasi di IBS

No.	Nama dokter	Kode Spesialisasi	Spesialisasi
1	dr. Abdullah Hasan, SpB	BU	Bedah Umum
2	dr. Ahmad Helmy, SpOG	KB	Kebidanan
3	dr. Aswaldi A, SpTHT	THT	THT
4	dr. Aunurofieq, SpB	BU	Bedah Umum
5	dr. Chaidir Azmat, SpB	BU	Bedah Umum
6	dr. Donny Jandiana	ORT	Orthopedi
7	dr. Eko Aries Santo, SpBU	ORT	Orthopedi
8	dr. Gayanti, SpKK	KK	Kulit dan Kelamin
9	dr. Hengkinarso S, SpBU	URO	Urologi
10	dr. Hidayat Anwar, SpTHT	THT	THT
11	dr. IGN Budy SW, SpOG	KB	Kebidanan
12	dr. Juliani K I, drg, SpBM	GILUT	Gigi dan Mulut
13	dr. Muhammad Syarif, SpOG	KB	Kebidanan
14	dr. Roefmilina M, SpOG	KB	Kebidanan
15	dr. Saekhu, SpBS	SYF	Sistem Syaraf
16	dr.B. Samudra, SpOG	KB	Kebidanan
17	dr. Satria Alam Pohan, SpOG	KB	Kebidanan
18	dr. Sri Oetami, SpM	MATA	Mata
19	dr. Sumarini Markum, SpM	MATA	Mata
20	dr. Yudi Amiarno, SpBU	URO	Urologi

(Sumber : Instalasi Bedah Sentral RSUD Pasar Rebo Jakarta yang telah dioleh kembali)

Sedangkan untuk kebutuhan dokter anestesi dan penata anestesi dianggap tidak menjadi permasalahan dalam proses penjadwalan operasi selama terdapat minimal satu orang dokter ahli anestesi yang bertugas dan penata anestesiya dikarenakan proses anestesi tidak memakan waktu terlalu lama. Pada tabel 3.5 dan 3.6 berikut ini adalah daftar jaga dokter ahli anestesi dan penata anestesi.

Tabel 3.5 Jadwal dinas dokter ahli anestesi untuk bulan April 2010

Hari	Elektif			Emergency		
	dr. Bambang HS	dr. Lucy G.	dr. Teguh S.	dr. Bambang HS	dr. Lucy G.	dr. Teguh S.
Senin	v	v	v		v	
Selasa	v		v			v
Rabu		v	v		v	
Kamis		v	v		v	
Jumat		v	v			v
Sabtu		v	v			v

(Sumber : Instalasi bedah sentral RSUD Pasar Rebo)

Tabel 3.6 Jadwal dinas penata anestesi untuk bulan April 2010

Hari	Penata anestesi
Senin	Edyanto, AMK,An - Anwar Gozali, AMK,An - Nurhasan, AMK,An - Guntur, AMK,An
Selasa	I Wayan Nuarsa, AMK,An
Rabu	Edyanto, AMK,An - Anwar Gozali, AMK,An - Nurhasan, AMK,An - Guntur, AMK,An
Kamis	I Wayan Nuarsa, AMK,An
Jumat	Edyanto, AMK,An - Anwar Gozali, AMK,An - Nurhasan, AMK,An - Guntur, AMK,An
Sabtu	I Wayan Nuarsa, AMK,An

(Sumber : Instalasi bedah sentral RSUD Pasar Rebo)

Selain dokter operator, dokter ahli anestesi dan penata anestesi, masih terdapat 3 tenaga medis lain yang merupakan kru medis di IBS, yaitu 1 orang sebagai perawat/asisten, 1 orang sebagai instrumentator, dan 1 orang lagi sebagai *omloop* yang merupakan kru yang bertugas melengkapi kekurangan keperluan operasi yang diperlukan di tengah jalannya operasi. Seluruh kru yang ada dianggap memiliki kemampuan yang sama sehingga tidak ada masalah mengenai penempatan kru tersebut. Jumlah kru yang bekerja pada waktu operasional IBS juga telah mampu memenuhi kebutuhan kru medis, bahkan di saat *demand* operasi ada pada puncaknya, yaitu 5 operasi paralel di kelima ruang operasinya yang memerlukan 15 kru (3 kru untuk setiap operasi) dari 17 kru yang bertugas setiap harinya. Berikut ini tabel 3.7 mengenai daftar nama kru operasi, dokter ahli anestesi, dan penata anestesi beserta jadwal dinasnya.

Tabel 3.7 Daftar kru dan jadwal dinas untuk bulan April 2010

Nama	Tanggal																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
CREW																														
Hendra Maulana																														
Warti																														
Nurningsih																														
Suhaemi																														
Yanni Megawati																														
Sugiyani																														
Leni Fitria	Pelatihan Bedah Mata (1 Maret 2010 - 31 Mei 2010 RSC.M)																													
Sandi Senjayani																														
Yulia Doktrina																														
Dewi Susilowati																														
Fajar																														
Saad																														
Nursingih																														
Rusi Abdulmajid																														
Dony Setiawan																														
Ahmad Uwes N																														
Ronald Noveranto																														
Devitrasandi																														
PERSIAPAN																														
Ismiyati																														
Sri Hartini																														
Handang Akmal																														
PENATA ANESTESI																														
I Wayan Nuarsa																														
Nur Hasan																														
Ediyanto																														
Amwar Khoza'i																														
H. Guntur																														
ADMINISTRASI																														
Susiloningsih																														

Keterangan :

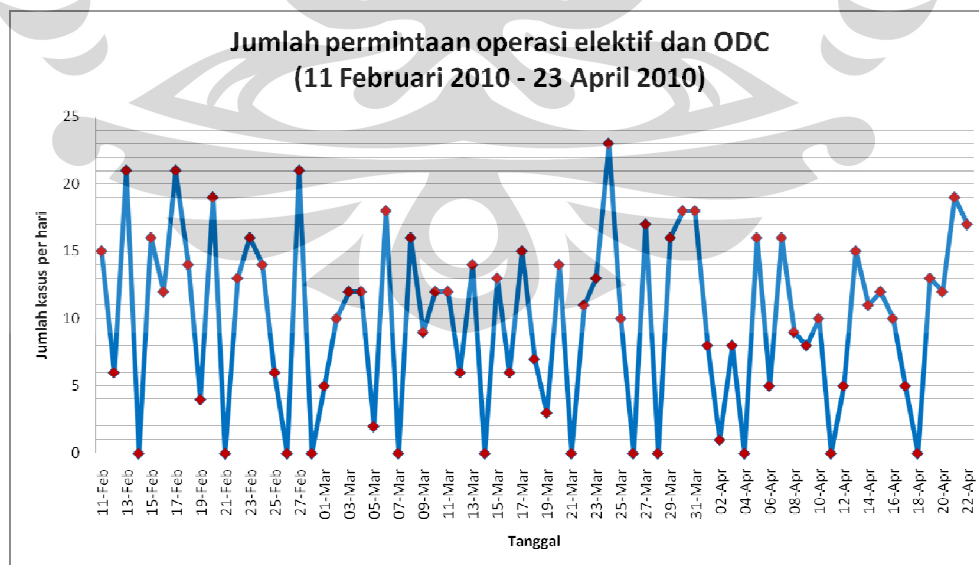
	Pagi (7.30 - 14.30)
	Sore (14.30 - 20.30)
	Malam (20.30 - 7.30)
	Libur

(Sumber: Instalasi Bedah Sentral RSUD Pasar Rebo)

3.2.4 Tingkat Permintaan Operasi

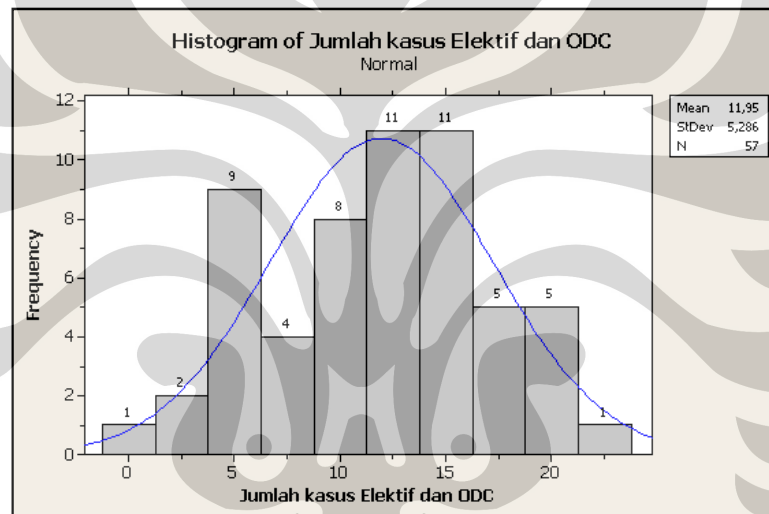
Selain melayani operasi elektif/terencana, IBS juga melayani operasi *emergency* atau sering disebut cito atau operasi yang tidak direncanakan sebelumnya. Contoh operasi cito di IBS adalah operasi *Sectio Caesaria* yang biasanya pasiennya merupakan pasien rujukan dari kamar bersalin dimana pasien tersebut mengalami kesulitan dalam proses persalinan sehingga terpaksa harus dibantu dengan operasi. Sedangkan untuk operasi akibat korban kecelakaan tidak termasuk sebagai pasien *emergency* di IBS dikarenakan pasien tersebut ditangani di ruang operasi yang berada di Instalasi Gawat Darurat atau IGD.

Tingkat permintaan atau *demand* operasi elektif berfluktuasi untuk setiap harinya, namun permintaan operasi biasanya akan mengalami kenaikan yang cukup signifikan pada hari Senin, Kamis, dan Sabtu dikarenakan adanya penumpukan pasien sebelum atau sesudah hari libur seperti libur pada hari minggu sehingga dokter-dokter cenderung menjadwalkan operasi pada hari Sabtu atau Senin. Permintaan operasi juga akan mengalami kenaikan pada hari sebelum dan sesudah Jumat (Kamis dan Sabtu) dikarenakan beberapa dokter, terutama dokter pria lebih cenderung meminimalkan penanganan pasien pada hari Jumat untuk keperluan ibadah Jumat. Berikut ini gambar 3.2 mengenai fluktuasi permintaan operasi elektif dan ODC setiap harinya.



Gambar 3.2 Grafik jumlah permintaan operasi elektif dan ODC

Dari gambar 3.2 mengenai jumlah permintaan operasi elektif dan ODC tersebut dapat dilihat bahwa *demand* operasi bervariasi dari hari ke hari dimana puncak permintaan biasanya terjadi pada hari sebelum dan sesudah hari libur. Hari libur tersebut adalah hari Minggu serta hari libur nasional lain dimana kegiatan operasi elektif dan ODC di rumah sakit juga libur yang ditandai dengan tidak adanya *demand* operasi elektif dan ODC atau jumlah kasusnya nol, meskipun tetap ada dokter jaga serta staf medis lain yang bertugas pada hari libur untuk menangani adanya operasi *emergency/cito*. Berikut ini gambar 3.3 mengenai distribusi mengenai permintaan operasi elektif dan ODC setiap harinya.

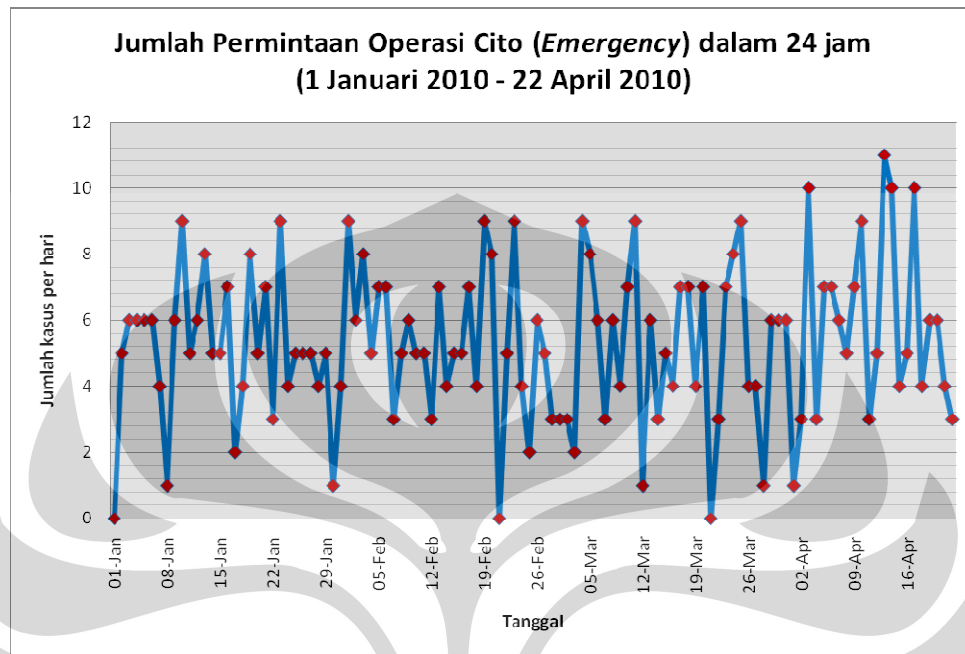


Gambar 3.3 Grafik distribusi jumlah permintaan operasi elektif dan ODC

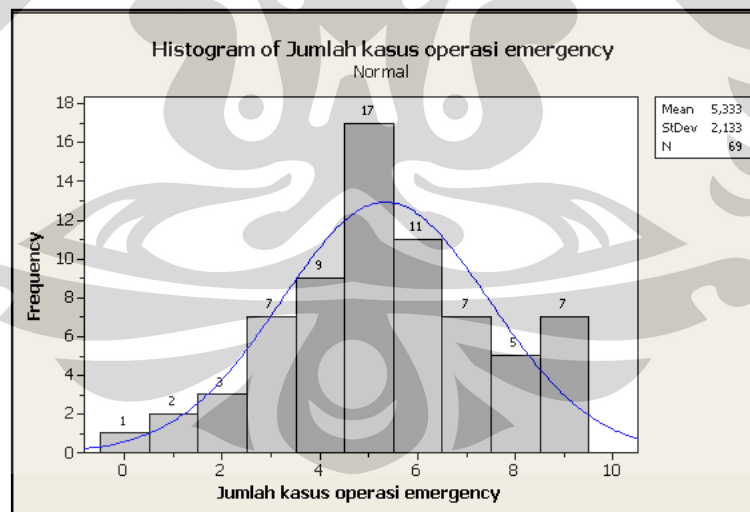
Dari gambar 3.3 dapat diketahui bahwa rata-rata jumlah permintaan operasi elektif dan ODC untuk setiap harinya (dengan meniadakan *demand* nol pada hari libur) adalah 11,95 kasus atau 12 kasus untuk setiap harinya dan permintaan tertingginya adalah 23 kasus dalam sehari seperti yang terlihat pada gambar 3.2 di atas, meskipun angka 23 tersebut masih bisa saja naik tergantung jumlah permintaan operasi yang ada.

Seperti halnya operasi elektif, operasi *emergency* atau cito juga mengalami fluktuasi. Akan tetapi fluktuasi tersebut banyak dipengaruhi faktor ketidakpastian kedatangan pasien. Berikut ini gambar 3.4 yang menggambarkan jumlah *demand* operasi *emergency/cito* yang dijumlahkan secara keseluruhan untuk semua jenis

diagnosis untuk setiap harinya beserta grafik distribusi permintaan operasi cito pada gambar 3.5.



Gambar 3.4 Grafik *demand* jumlah operasi darurat (semua spesialisasi) per hari



Gambar 3.5 Histogram mengenai persebaran *demand* operasi citoemergency

Dari histogram persebaran *demand* operasi cito pada gambar 3.5 tersebut dapat dilihat bahwa rata-rata permintaan operasi cito untuk setiap harinya adalah 5,33 pasien dalam kurun waktu 24 jam. Sedangkan untuk waktu operasional IBS yang dimulai dari pukul 07.30 sampai pukul 14.30 WIB atau selama 7 jam, maka

rata-rata kedatangannya untuk waktu tersebut adalah 1,56 pasien sehingga dalam perencanaan penjadwalan penggunaan ruang operasi nantinya, *demand* operasi cito ini akan diabaikan dikarenakan tidak terlalu tingginya kemungkinan kedatangan pasien dalam waktu operasional IBS sehingga tidak terlalu banyak jadwal operasi elektif yang terganggu. Bahkan ketika jumlah kedatangan pasien cito pada titik tertinggi, yaitu 9 pasien, maka dalam jam operasi normal kedatangan pasien rata-rata adalah 2,6 atau 3 pasien dalam 7 jam tersebut sehingga angka tersebut bisa diabaikan mengingat jumlah ruang yang bisa dimanfaatkan adalah 5 kamar, itu pun jika pasien tersebut datang bersamaan.

Setiap jenis diagnosis penyakit akan memiliki waktu penanganan yang berbeda-beda tergantung beberapa faktor, seperti faktor jenis tindakan yang dilakukan, kecepatan operasi dokter yang menangani, tingkat kesulitan operasi akibat perbedaan stadium penyakit, kondisi ruang operasi, dan faktor eksternal lainnya. Berikut ini tabel 3.8 yang berisi daftar durasi rata-rata penanganan operasi berdasarkan data historis durasi penanganan operasi untuk setiap jenis diagnose yang sering ditangani.

Tabel 3.8 Data durasi rata-rata operasi menurut diagnosisnya

No.	Diagnosis	Rata-rata durasi operasi (menit)		
		Dengan Outlier	Tanpa Outlier	Tanpa outlier + 15 menit
MATA				
1	Katarak	47,81	42,50	57,50
BEDAH UMUM				
1	Abses	33,08	33,08	48,08
2	Appendix acut , Appendiks kronis	41,15	38,22	53,22
3	Clavus	32,50	32,50	47,50
4	Debrid	38,75	38,75	53,75
5	Fibroma	18,33	18,33	33,33
6	Ganglion	36,00	36,00	51,00
7	Hemogloma	22,50	22,50	37,50
8	Hemoroid	37,92	35,00	50,00
9	Hidrocel	34,17	29,00	44,00
10	Hils, Hild	41,74	34,34	49,34
11	Kelloid	27,50	27,50	42,50
12	Kista dibadan	21,67	21,67	36,67

(Sumber : Instalasi Bedah Sentral RSUD Pasar Rebo yang telah diolah kembali)

Tabel 3.8 Data durasi rata-rata operasi menurut diagnosisnya (lanjutan)

No.	Diagnosis	Rata-rata durasi operasi (menit)		
		Dengan Outlier	Tanpa Outlier	Tanpa outlier + 15 menit
BEDAH UMUM				
13	Papiloma telinga	17,50	17,50	32,50
14	Phimosi, post sircumsisi	18,75	15,71	30,71
15	Sarcoma	50,00	50,00	65,00
16	Sindaktili	35,00	35,00	50,00
17	Struma	70,71	70,71	85,71
18	Trauma thorax	160,00	160,00	175,00
19	Tumor	34,86	31,89	46,89
20	Ulkus	40,00	40,00	55,00
21	Hidrocephalus	330,00	330,00	345,00
22	Lipom	21,67	21,67	36,67
23	Fistal perianal	45,00	45,00	60,00
UROLOGI				
1	Batu ginjal	125,00	125,00	140,00
2	Batubuli	62,50	62,50	77,50
3	Hipospodia	83,33	83,33	98,33
4	Hp	44,09	41,43	56,43
6	RPG	55,00	55,00	70,00
7	Struktur uteri, retensio uretra	75,00	75,00	90,00
8	Uritania	255,00	255,00	270,00
9	Palomo	80,00	80,00	95,00
SYARAF				
1	Lowback pain	80,00	80,00	95,00
2	Malfungsi Vp Shunt	140,00	140,00	155,00
THT				
1	Granulasi telinga	26,88	26,88	41,88
2	KNF	35,00	35,00	50,00
3	Molostnea, cardiloma	28,75	28,75	43,75
4	Polip	40,00	40,00	55,00
5	Sinus	32,08	32,08	47,08
6	Tonsilisi akut, Tonsilisi kronis	29,10	27,03	42,03
ORTHOPEDI				
1	Fracture	76,07	66,73	81,73
2	Reptur	80,00	80,00	95,00
3	Osteomilitis	40,00	40,00	55,00

(Sumber : Instalasi Bedah Sentral RSUD Pasar Rebo yang telah diolah kembali)

Tabel 3.8 Data durasi rata-rata operasi menurut diagnosisnya (lanjutan)

No.	Diagnosis	Rata-rata durasi operasi (menit)		
		Dengan Outlier	Tanpa Outlier	Tanpa outlier + 15 menit
KEBIDANAN				
1	Cukup anak/steril	46,67	31,00	46,00
2	Extrusi IUD, sisa konsepsi	20,00	20,00	35,00
3	Kista	63,90	62,31	77,31
4	BU, mola, kematian mudigah, sisa plasenta (tindakan : kuret)	21,22	16,41	31,41
5	Mioma uteri	86,36	86,36	101,36
6	Pendarahan post. Sc	120,00	120,00	135,00
7	Pronoloputory	101,67	101,67	116,67
8	Kelahiran Sectio Caessaria (Sc)	48,27	43,81	58,81
9	Adenomiosis	75,00	75,00	90,00
10	Kehamilan Ektopik Terganggu (KET)	59,12	59,12	74,12
11	Kanker serviks (Kemiostratis)	20,00	20,00	35,00
12	IUD/CVD stroke	200,83	200,83	215,83
13	Polip serviks	85,00	85,00	100,00
14	Ruptur vagina	31,67	31,67	46,67

(Sumber : Instalasi Bedah Sentral RSUD Pasar Rebo yang telah diolah kembali)

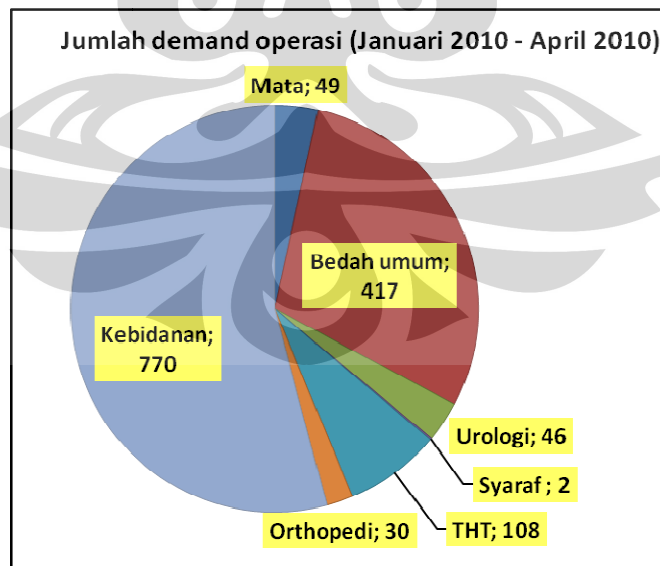
Berdasarkan tabel 3.8 di atas, kolom durasi rata-rata sebelah kiri merupakan rata-rata durasi berdasarkan data historis selama 4 bulan terakhir (Januari 2010 sampai April 2010) dimana masih terdapat data *outlier* yang diperhitungkan. Sedangkan kolom tengah merupakan data rata-rata durasi operasi setelah menghilangkan nilai *outlier* bila ada. Kedua jenis data tersebut meliputi durasi persiapan operasi seperti persiapan anestesi dan anestesi pasien serta waktu efektif operasi tersebut hingga pasien tersebut meninggalkan kamar operasi. Sedangkan untuk kolom paling kanan merupakan rata-rata durasi operasi setelah dihilangkan nilai *outlier*-nya dan telah ditambah kebutuhan waktu untuk kegiatan pasca operasi seperti proses sterilisasi kamar operasi dimana ruang operasi tersebut belum bisa dipakai untuk operasi selanjutnya. Data *outlier* tersebut semakin bertambah seiring dengan bertambahnya jumlah data yang diambil. Data *outlier* ini perlu dihilangkan mengingat nilai tersebut dianggap tidak mewakili durasi operasi yang seharusnya. Seperti yang diungkapkan oleh salah satu staf medis di IBS, data operasi yang terlampaui jauh dari durasi biasanya seringkali

disebabkan oleh hal-hal tertentu di luar kewajaran seperti misalkan kasus operasi *Sectio Casaria* dimana bayi yang akan dilahirkan mengalami kelainan dalam proses kelahiran, seperti misalkan kehamilan sungsang, sehingga proses operasi menjadi jauh lebih lama dari durasi biasanya, bahkan di luar perkiraan dokter itu sendiri.

3.3 PEMAHAMAN PERMASALAHAN DAN MODEL SECARA UMUM

3.3.1 Pentingnya Perencanaan Alokasi Ruang Operasi

Penelitian mengenai penentuan alokasi ruang operasi ini secara khusus didasari oleh alasan bahwa ternyata metode *blocking* yang diterapkan belum mampu mengoptimalkan kapasitas IBS di rumah sakit. Seperti yang telah dipaparkan sebelumnya, IBS memiliki 5 ruang operasi dengan fasilitas penunjang yang sama (perlengkapan medis dan peralatan operasi), kecuali kamar operasi 1 yang khusus ditujukan untuk spesialisasi mata, sehingga semua jenis operasi (kecuali mata) memungkinkan untuk dilakukan di ruang operasi manapun. Berikut ini adalah gambar 3.6 mengenai *demand* kumulatif selama 4 bulan terakhir (Januari 2010 – April 2010) mengenai total permintaan operasi berdasarkan spesialisasinya.



Gambar 3.6 Pie chart mengenai permintaan total operasi per spesialisasi

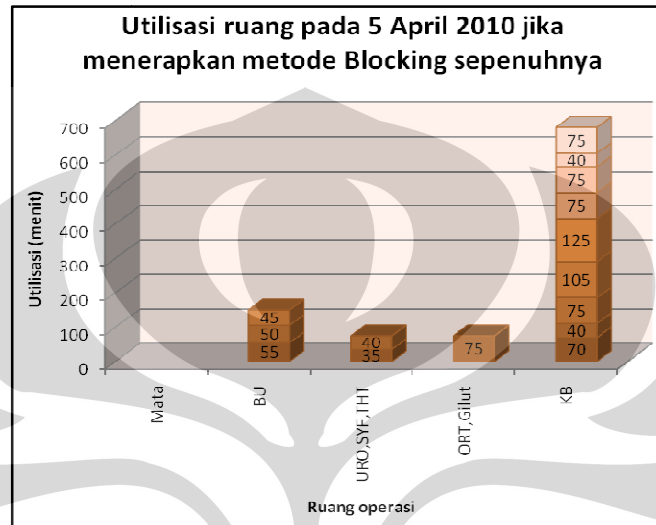
Dalam penerapan metode *blocking*, salah satu hal penting yang perlu dilakukan adalah memastikan bahwa telah terjadi keseimbangan *demand* untuk setiap spesialisasi yang dialokasikan di ruang-ruang operasi sehingga keoptimalan utilisasi ruang operasi dapat dicapai. Akan tetapi, setelah melihat fakta mengenai ketidakseimbangan *demand* operasi di rumah sakit (misalnya untuk *demand* operasi kebidanan yang mencapai dua kali lipat *demand* operasi bedah umum), padahal kedua spesialisasi tersebut sama-sama memiliki satu ruang, tentunya penting bagi pihak IBS untuk kembali meninjau sistem *blocking* yang diterapkan. Pada tabel 3.9 berikut ini salah satu gambaran mengenai ketidakseimbangan utilitas ruang operasi pada suatu hari seandainya tindakan operasi hanya dilakukan di ruangan dengan spesialisasi yang telah ditentukan tersebut berdasarkan jadwal operasi berikut ini.

Tabel 3.9 Daftar operasi elektif dan ODC pada tanggal 5 April 2010

No	Jenis Operasi	Diagnosis	Tindakan	Spesialisasi	Waktu (menit)
1	Elektif	Fracture Fibula	Orif	ORT	75
2	Elektif	Hernia sinistra	Herniatomy	BU	55
3	Elektif	Kelahiran	Sc.	KB	70
4	Elektif	Metrrografia	Kuret	KB	40
5	Elektif	Hernia sinistra	Herniatomy	BU	50
6	Elektif	Kelahiran	Sc.	KB	75
7	Elektif	Kelahiran	Sc.	KB	105
8	Elektif	Kista ovari	Laparatomy	KB	125
9	Elektif	Kelahiran	Sc.	KB	75
10	Elektif	Kelahiran	Sc.	KB	75
11	Elektif	Kelahiran	Kuret	KB	40
12	Elektif	Kista bartoimi	Exterpasi	KB	75
13	ODC	Tonsilisi akut	Tonsilektomy	THT	35
14	ODC	Tonsilisi akut	Tonsilektomy	THT	40
15	ODC	Tumor mammae sinistra	Exterpasi	BU	45

(Sumber : Instalasi Bedah Sentral RSUD Pasar Rebo Jakarta yang telah diolah kembali)

Pada gambar 3.7 berikut ini dapat dilihat mengenai gambaran ketidakmerataan utilisasi ruang operasi jika metode *blocking* yang ada diterapkan sepenuhnya sehingga setiap tindakan operasi hanya dilakukan di ruangan yang menjadi spesialisasinya.



Gambar 3.7 Utilitas ruang operasi jika menerapkan metode *Blocking*

Dari gambar 3.7 tersebut terlihat bahwa penggunaan ruang operasi yang satu dengan yang lain terlihat adanya perbedaan yang jauh, terutama antara ruang operasi 5 dengan spesialisasi kebidanan dengan ruang operasi 1 untuk spesialisasi mata. Jika keadaan ini terus dibiarkan, maka akan terjadi beberapa masalah seperti tidak optimalnya penggunaan fasilitas ruang operasi yang ada, adanya waktu *idle* di ruang tertentu tetapi terjadi *overtime* di ruang yang lain, adanya antrian pasien dan dokter yang menangani di ruang operasi dengan tingkat permintaan tinggi, dan sebagainya. Hal ini dapat diatasi dengan kembali menerapkan metode lain yang lebih mampu meminimalkan risiko ketidakmerataan metode *blocking*. Salah satunya adalah dengan menjadwalkan operasi yang akan dilakukan keesokan harinya dengan mempertimbangkan masalah utilitas, *overtime*, dan sebagainya.

3.3.2 Penentuan Slot Operasi sebagai Satuan Waktu Penjadwalan

Dalam penelitian mengenai penjadwalan operasi ini, salah satu hal penting yang perlu diperhatikan adalah faktor kemudahan dalam implementasi proses

penjadwalan sehingga diharapkan proses penjadwalan dengan metode dalam penelitian ini akan lebih efisien dibandingkan dengan metode manual yang membutuhkan waktu lebih lama dan bahkan sering kali sulit untuk mencapai tujuan penjadwalan itu sendiri, yaitu memaksimalkan kapasitas yang ada dan menghindari segala konflik yang ada seperti waktu operasi yang tidak boleh berbentrok untuk setiap dokternya.

Dalam proses penjadwalan ini, alokasi penggunaan ruangan akan dibuat dalam suatu satuan waktu dasar yang sama yang mampu mewakili keseluruhan durasi waktu tindakan operasi apapun. Satuan waktu tersebut dinamakan slot operasi yang mewakili alokasi waktu dan ruang yang tersedia untuk dokter tersebut dalam melaksanakan proses operasi. Dalam menentukan ukuran slot tersebut, data mengenai rata-rata durasi operasi elektif dalam suatu hari sangat diperlukan sehingga diharapkan satu slot yang akan dibuat mampu mewakili kebutuhan durasi operasi dengan kelonggaran yang mencukupi. Pada tabel 3.10 berikut ini dipaparkan mengenai data durasi operasi elektif yang terjadi di setiap harinya dimana jenis spesialisasi yang ada diabaikan terlebih dahulu.

Tabel 3.10 Rata-rata durasi operasi harian

Tanggal	Durasi operasi untuk setiap jenis tindakan operasi (menit)															Jumlah Operasi	Rata-rata				
	45	35	25	75	30	40	75	30	50	125	60	40	60	40	20						
11/02/2010	45	35	25	75	30	40	75	30	50	125	60	40	60	40	20					15	50
12/02/2010	35	90	60	50	25	40	30													7	47
13/02/2010	30	20	30	25	45	35	35	45	35	125	30	65	90	30	30	20	30	30		18	42
14/02/2010																				0	-
15/02/2010	25	40	35	30	15	35	140	40	50	70	35	120	30	30	30	20	30			17	46
16/02/2010	35	60	45	15	20	15	25	30	15											9	29
17/02/2010	65	30	35	35	30	35	35	30	40	35	20	90	90	75	65	145	50	25	20	21	49
18/02/2010	195	80	40	80	75	85	20	15	110	85										10	79
19/02/2010	70	35	25	30	50	45	60	35	30	40	15	15	20	20	70	45	40	80	30	20	41
20/02/2010	25	60	20	15																4	30
21/02/2010																				0	-
22/02/2010	55	45	40	45	45	30	35	40	85	15	75	25	20	40						14	43
23/02/2010	30	35	60	40	95	40	30	100	25	135	55	170	20	30	35					15	60
24/02/2010	45	105	60	45	40	25	115	30	75	15	45	90								12	58
25/02/2010	50	50	35	50	80	30														6	49
26/02/2010																				0	-
27/02/2010	35	55	55	30	10	35	90	35	10	60	55	35	80	70	35	45	90	50		18	49
28/02/2010																				0	-
01/03/2010	45	65	10	15	25															5	32
02/03/2010	15	35	35	45	30	30	25	30												8	31
03/03/2010	35	60	35	40	25	120	80	105	30	20	25	25								12	50
04/03/2010	45	10	75	95	110	180	45	50	20	30	30									11	63
05/03/2010	25	20																		2	23

(Sumber : Instalasi Bedah Sentral RSUD Pasar Rebo Jakarta yang telah diolah kembali)

Tabel 3.10 Rata-rata durasi operasi harian (lanjutan)

Tanggal	Durasi operasi untuk setiap jenis tindakan operasi (menit)																Jumlah Operasi	Rata-rata			
	30	35	30	35	40	40	180	20	65	90	125	30	90	10	35	30					
06/03/2010																	16	55			
07/03/2010																	0	-			
08/03/2010	15	65	60	100	70	50	85	20	110	70	50	15	40	50			14	57			
09/03/2010	45	70	75	105	30	40	40	20									8	53			
10/03/2010	45	55	15	110	55	30	65	35	15	30	65						11	47			
11/03/2010	50	35	60	140	80	35	30	10	50	70	15						11	52			
12/03/2010	30	40	35	40	35	25											6	34			
13/03/2010	35	60	15	35	30	15	30	60	65	30	30	30	30	30			14	35			
14/03/2010																	0	-			
15/03/2010	15	30	45	15	20	40	20	55	60	15	40						11	32			
16/03/2010	30	25	50	30	70	40	110										7	51			
17/03/2010	30	20	40														3	30			
18/03/2010	50	35	45	30	25	5	30	70	50	30	20	30	60	15	40	30	16	35			
19/03/2010	30	45	60	40													4	44			
20/03/2010	95	35	25	40	75	50	215	35	75	60	90	40	20	20	30		15	60			
21/03/2010																	0	-			
22/03/2010	35	45	30	15	40	35	20	15	70	40	5						11	32			
23/03/2010	30	35	45	35	10	35	20	40	35	15	30	20	30				13	29			
24/03/2010	90	65	40	15	40	20	40	30	45	50	75	50	75	50	30	25	40	20	30	75	35
25/03/2010	60	30	40	30	45	155	25	100	80									9	63		
26/03/2010																		0	-		
27/03/2010	20	50	15	30	20	55	30	60	20	25	30	35	105	25	20	30	15	60	18	36	
28/03/2010																		0	-		

(Sumber : Instalasi Bedah Sentral RSUD Pasar Rebo Jakarta yang telah diolah kembali)

Tabel 3.10 di atas merupakan data durasi kebutuhan operasi setiap harinya dengan mengabaikan jenis spesialisasi yang ada. Seperti yang terlihat pada baris terakhir, yaitu operasi pada tanggal 27 April 2010, terdapat 12 operasi elektif yang dilakukan pada hari tersebut dengan detail waktu untuk operasi pertama yaitu 10 menit, operasi kedua 10 menit, operasi ketiga 60 menit, dan seterusnya (belum termasuk waktu sterilisasi kamar pasca operasi). Maka, untuk mengetahui durasi rata-rata operasi hariannya dihitung rata-rata kebutuhan waktu operasi per hari dibagi dengan jumlah operasi yang dilakukan, seperti yang terlihat pada kolom paling kanan. Setelah itu dihitung rata-rata dari rata-rata durasi harian tersebut sehingga diperoleh durasi rata-rata keseluruhan kebutuhan waktu operasi harian, yaitu 45,30 menit atau 45 menit 18 detik dan belum termasuk waktu sterilisasi kamar pasca operasi (\pm 15 menit). Jadi, kebutuhan rata-rata waktu operasi adalah 60 menit 18 detik, atau untuk mempermudahnya dianggap 60 menit atau 1 jam.

Tujuan dari perhitungan durasi rata-rata tersebut adalah untuk mengetahui rata-rata keperluan waktu operasi yang nantinya akan dipergunakan sebagai dasar dalam penentuan ukuran slot yang dipakai. Angka rata-rata 1 jam merupakan titik tengah yang dipakai dimana angka tersebut memungkinkan proses penjadwalan untuk memberikan kelonggaran terhadap semua jenis operasi yang memiliki waktu lebih cepat atau lebih lama dari 1 jam. Tabel 3.11 berikut menjelaskan tentang pembagian slot operasi berdasarkan rata-rata durasi operasi tersebut.

Tabel 3.11 Pembagian slot operasi

	Ruang 1	Ruang 2	Ruang 3	Ruang 4	Ruang 5
07.30 - 08.30	slot 1	slot 2	slot 3	slot 4	slot 5
08.30 - 09.30	slot 6	slot 7	slot 8	slot 9	slot 10
09.30 - 10.30	slot 11	slot 12	slot 13	slot 14	slot 15
10.30 - 11.30	slot 16	slot 17	slot 18	slot 19	slot 20
11.30 - 12.30	slot 21	slot 22	slot 23	slot 24	slot 25
12.30 - 13.30	slot 26	slot 27	slot 28	slot 29	slot 30
13.30 - 14.30	slot 31	slot 32	slot 33	slot 34	slot 35
14.30 - 15.30	slot 36	slot 37	slot 38	slot 39	slot 40
15.30 - 16.30	slot 41	slot 42	slot 43	slot 44	slot 45
16.30 - 17.30	slot 46	slot 47	slot 48	slot 49	slot 50
17.30 - 18.30	slot 51	slot 52	slot 53	slot 54	slot 55

Berdasarkan tabel 3.11 di atas, slot operasi dapat dibagi berdasarkan durasi rata-rata operasi, yaitu 1 jam, untuk kelima ruang operasi dan dalam waktu operasional normal IBS (pukul 07.30 hingga 14.30). Slot 1 berarti alokasi operasi di kamar operasi 1 pada jam pertama atau jam 07.30 - 08.30, sedangkan slot 2 berarti operasi pada kamar operasi 2 pada jam 07.30 - 08.30, dan seterusnya.

Pembagian slot ini berfungsi sebagai salah satu komponen variabel keputusan pada program integer yang akan diselesaikan nantinya dengan hasil akhir apakah slot tersebut akan dipergunakan untuk operasi atau tidak. Slot operasi yang memiliki durasi waktu 1 jam diharapkan telah memiliki kelonggaran yang cukup untuk semua jenis operasi yang akan dilakukan. Misalkan untuk suatu kamar, pada jam pertama diisi oleh operasi dengan durasi operasi kurang dari 1 jam, kemudian operasi pada jam kedua diisi oleh operasi dengan durasi lebih dari 1 jam, kemudian pada jam ketiga dengan durasi lebih dari 1 jam, dan seterusnya, maka pada akhirnya waktu longgar pada operasi dengan durasi kurang dari 1 jam tersebut akan dipergunakan sebagai tambahan waktu bagi operasi dengan durasi lebih dari 1 jam. Selain berfungsi sebagai penyeimbang waktu, kelonggaran dalam penentuan waktu slot selama 1 jam ini juga berfungsi untuk mempermudah proses penentuan keputusan dibandingkan dengan harus menentukan secara detail durasi per kasusnya karena jikapun telah dimasukkan durasi rata-rata untuk setiap kasus secara berbeda, angka tersebut juga masih berupa perkiraan dimana durasi pada kenyataannya kemungkinan besar bergeser, mungkin lebih lama atau lebih cepat dari waktu rata-rata, tergantung kondisi faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan operasi yang telah diuraikan sebelumnya.

3.3.3 Permintaan Operasi yang Akan Dijadwalkan Beserta Kendalanya

Dalam penelitian ini, penentuan alokasi ruang operasi yang akan dilakukan merupakan penjadwalan untuk satu hari tertentu yang dianggap mampu mewakili keseluruhan permintaan operasi setiap harinya. Untuk proses penjadwalannya, diambil data operasi untuk hari Kamis, 29 April 2010 dengan daftar permintaan operasi yang diketahui sehari sebelumnya seperti yang terlihat pada tabel 3.12 berikut.

Tabel 3.12 Daftar permintaan operasi elektif dan ODC tanggal 29 April 2010

No.	Diagnosa	Tindakan	Dokter	Jenis operasi	Kendala waktu operasi
1	Tumor infiltrat paha	Exterpasi	dr. Abdullah Hasan, SpB	Elektif	Tidak ada praktek di poliklinik, tetapi ada kecenderungan untuk melakukan operasi sebelum siang (jam 12.30)
2	Tumor paha kanan	Exterpasi	dr. Abdullah Hasan, SpB	Elektif	
3	Hernia Sinistra (Hils)	Herniatomy	dr. Abdullah Hasan, SpB	Elektif	
4	Tumor sela paha	Exterpasi	dr. Abdullah Hasan, SpB	Elektif	
5	Hyroid dan phimosis	Ligasi	dr. Abdullah Hasan, SpB	ODC	
6	Hp	Turp	dr. Hengkinarso S, SpBU	Elektif	Ada jadwal praktek di poliklinik pada jam 08.00 - 14.00
7	G2P1 bekas Sc.	Sc, Adesiolisis	dr. B. Samudra, SpOG	Elektif	Ada jadwal praktek di poliklinik pada jam 14.00 - 20.00
8	Abses tumor mammae	Exterpasi	dr. Chaidir Azmat, SpB	Elektif	Ada jadwal praktek di poliklinik pada jam 11.00 - 17.00
9	Tumor mammae dexter	Exterpasi	dr. Chaidir Azmat, SpB	Elektif	
10	Hernia bilateral	Herniatomy bilateral	dr. Chaidir Azmat, SpB	Elektif	
11	G5P4 bekas Sc.	Sc.	dr. Muhammad Syarif, SpOG	Elektif	Tidak ada praktek di poliklinik, tetapi ada kecenderungan untuk melakukan operasi di atas jam 10.30
12	Kista bartolimi	Exterpasi	dr. Muhammad Syarif, SpOG	Elektif	
13	Mola	Kuret	dr. Muhammad Syarif, SpOG	Elektif	
14	Mioma uteri	Kuret	dr. Muhammad Syarif, SpOG	Elektif	
15	G1 gagal induksi	Sc.	dr. Muhammad Syarif, SpOG	Elektif	

(Sumber : Instalasi Bedah Sentral RSUD Pasar Rebo yang telah dioleh kembali)

Tabel 3.12 Daftar permintaan operasi elektif dan ODC tanggal 29 April 2010 (lanjutan)

No.	Diagnosa	Tindakan	Dokter	Jenis operasi	Kendala waktu operasi
16	BO	Kuret	dr. IGN Budy SW, SpOG	Elektif	Tidak ada praktek di poliklinik, tetapi ada kecenderungan untuk melakukan operasi pada siang hari (antara jam 11.30 - 14.30)
17	Kematian mudigah	Kuret	dr. IGN Budy SW, SpOG	Elektif	
18	Hidrocel dan appendix	Hidrocel dan appendixotomy	dr. Aunurofieq, SpB	Elektif	Ada jadwal praktek, dan hanya bisa melakukan operasi pada sore hari (di atas jam 14.30)
19	Appnedix kronik	Appendixotomy	dr. Aunurofieq, SpB	Elektif	
20	Appendix	Appendixotomy	dr. Aunurofieq, SpB	Elektif	
21	Tumor mammae bilateral	Exterpasi	dr. Aunurofieq, SpB	ODC	
22	G2P1 bekas Sc.	Sc.	dr. Satria Alam Pohan, SpOG	Elektif	Ada jadwal prakti poliklinik pada jam 08.00 - 14.00
23	G4P3 Oblique	Sc. dan steril	dr. Roefmilina M, SpOG	Elektif	Ada jadwal praktek poliklinik pada jam 14.00 - 22.00
24	Tonsilisi akut	Tonsilektomy	dr. Hidayat Anwar, SpTHT	ODC	Tidak ada jadwal praktek, tetapi lebih cenderung melakukan operasi pada pagi hari (sebelum jam 10.30)
25	Tonsilisi akut	Tonsilektomy	dr. Aswaldi A, SpTHT	ODC	Ada jadwal praktek di poliklinik pada jam 08.00 - 17.00 sehingga cenderung melakukan operasi pada jam pertama (07.30 - .8.30)
26	Katarak	ECCEIOL	dr. Sri Oetami, SpM	ODC	Tidak ada jadwal praktek, tetapi cenderung melakukan operasi sebelum jam 10.30

(Sumber : Instalasi Bedah Sentral RSUD Pasar Rebo yang telah dioleh kembali)

Jadi, proses perencanaan alokasi ruang operasi akan dilakukan untuk ke-26 pasien, baik elektif maupun ODC yang ditangani oleh 12 dokter bedah yang melaksanakan operasi pada hari tersebut. Dalam tabel tersebut selain dijelaskan mengenai diagnosis dan tindakan pasien yang menjadi acuan mengenai spesialisasi operasi yang diperlukan, terdapat juga daftar dokter yang menangani beserta kendala waktu yang membatasi dokter tersebut melaksanakan proses operasi.

Sedangkan dalam proses penjadwalan yang akan dilakukan nanti akan didasarkan pada asumsi-asumsi berikut yang mana merupakan akibat dari kompleksitas dan variasi dalam masalah perencanaan alokasi ruang operasi.

1. Semua ruang operasi yang ada mampu menangani semua jenis spesialisasi, kecuali operasi mata yang hanya mampu ditangani di ruang operasi 1.
2. Dokter yang akan menangani bisa mengajukan pilihan operasi berdasarkan kecenderungan ketersediaan waktu dokter tersebut dalam proses operasi.
3. Sumber daya lain selain dokter bedah (yaitu dokter anestesi, penata anestesi dan kru operasi) selalu tersedia dalam jumlah yang mencukupi dan memiliki kemampuan yang sama sehingga penempatannya bisa dilakukan secara bebas sehingga yang menjadi permasalahan dalam penjadwalan hanyalah pasien, dokter, waktu operasi dan ruang operasi yang diwakili oleh slot operasi.
4. Ruang pemulihan (*recovery room*) untuk pasien yang telah melakukan operasi memiliki kapasitas tak terhingga sehingga tidak menjadi permasalahan dalam proses penjadwalan.
5. Operasi *emergency* tidak termasuk dalam proses penjadwalan dikarenakan jenis operasi tersebut tidak dapat diperkirakan secara pasti kedatangannya serta tingkat kedatangannya yang relatif kecil sehingga tidak memungkinkan untuk dilakukan penjadwalan pasti untuk operasi *emergency*.
6. Jika suatu operasi sedang dilakukan dalam suatu ruang, operasi tersebut tidak dapat diganggu gugat dan operasi tersebut hanya boleh berhenti jika memang operasi telah selesai sehingga antrian operasi selanjutnya hanya bisa dilakukan setelah operasi sebelumnya selesai dilakukan, meskipun operasi selanjutnya tersebut memiliki tingkat kedaruratan yang lebih tinggi.

BAB 4

PENYUSUNAN MODEL DAN ANALISIS

Bab keempat penelitian ini membahas mengenai penyusunan model *binary integer nonlinear programming*, mulai dari tahap penentuan variabel keputusan yang ingin ditentukan, penyusunan model matematis fungsi tujuan yang ingin dicapai, penyusunan model matematis fungsi kendala atau *constraint*, penyusunan model untuk kemudian diselesaikan dengan *software* LINGO10, dan diakhiri dengan analisis.

4.1 IDENTIFIKASI VARIABEL KEPUTUSAN

Identifikasi mengenai variabel keputusan akan dapat ditentukan setelah melakukan pengamatan pada kondisi lapangan yang terjadi. Variabel keputusan ini merupakan parameter terkontrol yang mempengaruhi sistem dan nilainya harus ditentukan. Berdasarkan pengamatan lapangan, diketahui bahwa keputusan yang harus ditentukan dalam menentukan alokasi penggunaan ruang operasi yang optimal adalah keputusan mengenai penempatan pasien tertentu pada suatu slot operasi tertentu. Jadi, variabel keputusan yang ingin ditentukan adalah berupa variabel *binary integer* mengenai alokasi pasien dan slotnya yang dinyatakan dalam variabel X_{ij} dimana i menyatakan urutan pasien atau indeks pasien, sedangkan j merupakan slot operasinya. Nilai dari X_{ij} yang diharapkan adalah 0 atau 1 yang berarti :

$$X_{ij} = \begin{cases} 0 & \text{jika keputusan adalah pasien } i \text{ tidak di operasi di slot } j \\ 1 & \text{jika keputusan adalah pasien } i \text{ di operasi di slot } j \end{cases}$$

Seperti yang telah dibahas pada bab sebelumnya, slot operasi merupakan penentuan waktu operasi dan tempatnya, yaitu 1 jam operasi di salah satu ruang operasi antara ruang 1, 2, 3, 4 ataukah 5. Pada tabel 4.1 ini digambarkan pembagian slot operasi yang telah ditentukan sebelumnya.

Tabel 4.1 Pembagian slot operasi berdasarkan ruang operasi dan waktunya

	Ruang 1	Ruang 2	Ruang 3	Ruang 4	Ruang 5
07.30 - 08.30	slot 1	slot 2	slot 3	slot 4	slot 5
08.30 - 09.30	slot 6	slot 7	slot 8	slot 9	slot 10
09.30 - 10.30	slot 11	slot 12	slot 13	slot 14	slot 15
10.30 - 11.30	slot 16	slot 17	slot 18	slot 19	slot 20
11.30 - 12.30	slot 21	slot 22	slot 23	slot 24	slot 25
12.30 - 13.30	slot 26	slot 27	slot 28	slot 29	slot 30
13.30 - 14.30	slot 31	slot 32	slot 33	slot 34	slot 35
14.30 - 15.30	slot 36	slot 37	slot 38	slot 39	slot 40
15.30 - 16.30	slot 41	slot 42	slot 43	slot 44	slot 45
16.30 - 17.30	slot 46	slot 47	slot 48	slot 49	slot 50
17.30 - 18.30	slot 51	slot 52	slot 53	slot 54	slot 55

Pada kondisi sebenarnya, penjadwalan operasi dilakukan setiap harinya dimana penjadwalan dilakukan tersebut ditujukan untuk mengatur operasi elektif dan ODC keesokan harinya. Penjadwalan tersebut hanya akan diadakan jika keesokan harinya merupakan hari Minggu atau hari libur nasional lainnya dikarenakan IBS tidak melayani kegiatan operasi elektif dan ODC pada hari tersebut, meskipun IBS tetap melayani permintaan operasi *emergency* oleh dokter jaga karena jenis operasi tersebut tidak bisa dijadwalkan dan tidak direncanakan. Sesuai dengan batasan permasalahan yang telah disebutkan sebelumnya, penelitian mengenai perencanaan alokasi ruang operasi ini hanya akan mengambil contoh 1 hari, yaitu hari Kamis, 29 April 2010 untuk semua operasi elektif dan ODC yang ada. Pada tabel 4.2 berikut ini dipaparkan mengenai daftar pasien yang akan dijadwalkan:

Tabel 4.2 Daftar pasien dan dokter yang menangani

No.	Diagnosis	Tindakan	Dokter
1	Tumor infiltrat paha	Exterpasi	dr. Abdullah Hasan, SpB
2	Tumor paha kanan	Exterpasi	dr. Abdullah Hasan, SpB
3	Hernia Sinistra (Hils)	Herniatomy	dr. Abdullah Hasan, SpB
4	Tumor sela paha	Exterpasi	dr. Abdullah Hasan, SpB
5	Hyroid dan phimosis	Ligasi	dr. Abdullah Hasan, SpB
6	Hp	Turp	dr. Hengkinarso S, SpBU
7	G2P1 bekas Sc.	Sc, Adesiolisis	dr. B. Samudra, SpOG

(Sumber : Instalasi Bedah Sentral RSUD Pasar Rebo Jakarta yang telah diolah kembali)

Tabel 4.2 Daftar pasien dan dokter yang menangani (lanjutan)

No.	Diagnosis	Tindakan	Dokter
8	Abses tumor mammae	Exterpasi	dr. Chaidir Azmat, SpB
9	Tumor mammae dexter	Exterpasi	dr. Chaidir Azmat, SpB
10	Hernia bilateral	Herniatomy bilateral	dr. Chaidir Azmat, SpB
11	G5P4 bekas Sc.	Sc.	dr. Muhammad Syarif, SpOG
12	Kista bartolimi	Exterpasi	dr. Muhammad Syarif, SpOG
13	Mola	Kuret	dr. Muhammad Syarif, SpOG
14	Mioma uteri	Kuret	dr. Muhammad Syarif, SpOG
15	G1 gagal induksi	Sc.	dr. Muhammad Syarif, SpOG
16	BO	Kuret	dr. IGN Budy SW, SpOG
17	Kematian mudigah	Kuret	dr. IGN Budy SW, SpOG
18	Hidrocel dan appendix	Hidrocel, Appendixotomy	dr. Aunurofieq, SpB
19	Appnedix kronik	Appendixotomy	dr. Aunurofieq, SpB
20	Appendix	Appendixotomy	dr. Aunurofieq, SpB
21	Tumor mammae bilateral	Exterpasi	dr. Aunurofieq, SpB
22	G2P1 bekas Sc.	Sc.	dr. Satria Alam Pohan, SpOG
23	G4P3 Oblique	Sc. dan steril	dr. Roefmilina M, SpOG
24	Tonsilisi akut	Tonsilektomy	dr. Hidayat Anwar, SpTHT
25	Tonsilisi akut	Tonsilektomy	dr. Aswaldi A, SpTHT
26	Katarak	ECCEIOL	dr. Sri Oetami, SpM

(Sumber : Instalasi Bedah Sentral RSUD Pasar Rebo Jakarta yang telah diolah kembali)

Berdasarkan daftar pasien yang akan dioperasi pada hari tersebut serta slot operasi yang disediakan, maka dapat ditentukan jumlah variabel keputusan yang akan dicari nilainya, apakah 0 yang berarti pasien i tidak dioperasi pada slot j tersebut ataupun bernilai 1 yang berarti pasien i dioperasi di slot j tersebut. Jumlah pasien yang dijadwalkan adalah 26 orang, dan slot yang disediakan adalah 55 slot, sehingga variabel keputusan *binary* yang akan dicari berjumlah $26 \times 55 = 1.430$ buah variabel keputusan *binary*, yaitu:

$$X_{11}, X_{12}, \dots, X_{155} \quad (4.1)$$

$$X_{21}, X_{22}, \dots, X_{255} \quad (4.2)$$

.....

$$X_{261}, X_{262}, \dots, X_{2655} \quad (4.3)$$

4.2 PENYUSUNAN MODEL MATEMATIS FUNGSI TUJUAN

Fungsi tujuan merupakan ukuran kuantitatif mengenai kinerja sistem berdasarkan variabel-variabel keputusan yang ada. Berdasarkan pengamatan lapangan mengenai karakteristik layanan IBS serta tujuan operasionalnya, maka tujuan yang ingin dicapai dalam proses penjadwalan ini berupa tujuan banyak atau berupa model multi tujuan dengan tujuan-tujuan sebagai berikut :

1. Menyeimbangkan utilitas ruang operasi

Tujuan ini dapat dicapai dengan meminimalkan standar deviasi utilitas antara kelima ruang operasi yang ada dengan harapan waktu *idle* dan *overtime* ruang akan minimal, dan memaksimalkan penggunaan ruang operasi yang tersedia. Fungsi tujuan ini dapat dituliskan dalam bentuk persamaan (4.4) berikut:

$$\begin{aligned} \text{Min } Z(X_{ij}) = & [((\frac{1}{5} \sum_{r=1}^5 U_r) - U_1)^2 + ((\frac{1}{5} \sum_{r=1}^5 U_r) - U_2)^2 + ((\frac{1}{5} \sum_{r=1}^5 U_r) - U_3)^2 \\ & + ((\frac{1}{5} \sum_{r=1}^5 U_r) - U_4)^2 + ((\frac{1}{5} \sum_{r=1}^5 U_r) - U_5)^2]^{1/2} \end{aligned} \quad (4.4)$$

Persamaan (4.4) tersebut merupakan persamaan dalam perhitungan standar deviasi utilisasi ruang dimana :

- U_r = Utilitas ruang operasi r dimana r bernilai 1, 2, 3, 4, dan 5 (satuan slot)

Karena tujuan utama dari penjadwalan ini adalah meminimalkan standar deviasi, maka bobot untuk tujuan ini adalah yang terbesar dibandingkan dengan tujuan lain, yaitu dengan bobot 7 untuk standar deviasi utilisasi ruangan.

2. Meminimalkan pelaksanaan operasi pada waktu *overtime* jika memang operasi *overtime* tidak bisa dihindari

Hal ini sesuai dengan tujuan penjadwalan ini yang ingin meminimalkan waktu *overtime* dikarenakan keterbatasan jam dinas tenaga medis, meskipun jika nantinya terpaksa harus ada *overtime* untuk operasi elektif dan ODC, mereka juga akan tetap berada di IBS sampai operasi tersebut benar-benar selesai. Salah satu alasan terjadinya operasi pada waktu *overtime* adalah akibat keterbatasan ketersediaan waktu dokter yang menanganinya yang terkadang hanya bisa melaksanakan operasi pada siang atau sore hari. Fungsi tujuan ini dituliskan dalam bentuk persamaan matematis (4.5) sampai (4.8) berikut:

$$\text{Min } Z(X_{ij}) = \sum_{i=1}^{26} \sum_{j=36}^{40} X_{ij} \quad (4.5)$$

$$\text{Min } Z(X_{ij}) = \sum_{i=1}^{26} \sum_{j=41}^{45} X_{ij} \quad (4.6)$$

$$\text{Min } Z(X_{ij}) = \sum_{i=1}^{26} \sum_{j=46}^{50} X_{ij} \quad (4.7)$$

$$\text{Min } Z(X_{ij}) = \sum_{i=1}^{26} \sum_{j=51}^{55} X_{ij} \quad (4.8)$$

Persamaan (4.5) ditujukan untuk meminimalkan *overtime* pada 1 jam pertama setelah berakhirnya jam operasional normal IBS atau pukul 14.30-15.30 atau untuk slot 36-40. Sedangkan persamaan (4.6) untuk meminimalkan *overtime* pada pukul 15.30-16.30 atau slot 41-45, persamaan (4.7) untuk meminimalkan operasi pada jam 16.30-17.30 atau slot 46-50, dan persamaan (4.8) untuk meminimalkan operasi pada jam 17.30-18.30 atau slot 51-55. Keempat persamaan tujuan meminimalkan *overtime* ini dipisahkan karena setiap jamnya memiliki bobot yang berbeda dimana pada 1 jam pertama setelah selesainya jam operasional normal memiliki bobot yang lebih kecil dibandingkan dengan slot operasi pada jam keempat setelah jam operasional normal IBS. Untuk persamaan (4.5) diberi bobot 3, persamaan (4.6) diberi bobot 4, persamaan (4.7) diberi bobot 5, dan persamaan (4.8) diberi bobot 6.

3. Meminimalkan pelaksanaan operasi pada jam pertama, yaitu jam 07.30-08.30
Hal ini dilakukan untuk meminimalkan pelaksanaan operasi di pagi hari pada waktu IBS baru saja beroperasi dengan alasan bahwa beberapa dokter yang melaksanakan operasi pada pagi hari, terutama pada jam pertama seringkali menunda operasi karena dokter tersebut masih dalam perjalanan menuju rumah sakit. Selain itu, pasien ODC yang akan menjalani operasi juga datang di rumah sakit pada pagi hari sehingga dengan sedikit memundurkan jadwal operasi pada pagi hari diharapkan tidak ada operasi ODC yang tertunda atau gagal dikarenakan pasien ODC tersebut belum datang ke rumah sakit pada pagi hari. Fungsi tujuan ini dituliskan dalam bentuk persamaan (4.9) berikut:

$$\text{Min } Z(X_{ij}) = \sum_{i=1}^{26} \sum_{j=1}^5 X_{ij} \quad (4.9)$$

Persamaan (4.9) ditujukan untuk meminimalkan operasi pada jam pertama atau pada slot 1-5 dan nantinya akan diberi bobot 2 yang mana memiliki bobot denda lebih kecil dibanding yang lain karena tujuan ini hanya untuk mengantisipasi tertundanya operasi yang bukan merupakan tujuan utama penjadwalan.

Berdasarkan tujuan-tujuan tersebut, maka fungsi tujuan dari model ini adalah seperti yang tertulis pada persamaan (4.10) berikut:

$$\begin{aligned} \text{Min } Z(X_{ij}) = & 7 * [(\frac{1}{5} \sum_{r=1}^5 U_r) - U_1]^2 + ((\frac{1}{5} \sum_{r=1}^5 U_r) - U_2)^2 + ((\frac{1}{5} \sum_{r=1}^5 U_r) - U_3)^2 + \\ & ((\frac{1}{5} \sum_{r=1}^5 U_r) - U_4)^2 + ((\frac{1}{5} \sum_{r=1}^5 U_r) - U_5)^2]^{1/2} + 2 * (\sum_{i=1}^{26} \sum_{j=1}^5 X_{ij}) \\ & + \sum_{i=1}^{26} \sum_{j=6}^{35} X_{ij} + 3 * (\sum_{i=1}^{26} \sum_{j=36}^{40} X_{ij}) + 4 * (\sum_{i=1}^{26} \sum_{j=41}^{45} X_{ij}) \\ & + 5 * (\sum_{i=1}^{26} \sum_{j=46}^{50} X_{ij}) + 6 * (\sum_{i=1}^{26} \sum_{j=51}^{55} X_{ij}) \end{aligned} \quad (4.10)$$

Seperti yang terlihat di persamaan (4.10) bahwa untuk tujuan meminimalkan ketidakseimbangan utilitas ruang operasi diberi bobot 7, sedangkan untuk operasi pada jam pertama berbobot 2, dan operasi pada jam normal atau pada slot 6-35 memiliki nilai normal atau bobot 1, kemudian untuk operasi pada jam *overtime* berturut-turut dengan bobot 3, 4, 5, dan 6 sesuai jam-jamnya setelah jam operasional normal IBS. Semua tujuan tersebut adalah dalam satuan slot operasi.

4.3 PENYUSUNAN MODEL MATEMATIS FUNGSI KENDALA

Fungsi kendala merupakan ungkapan matematis yang menjadi batasan terhadap nilai-nilai yang diberikan kepada variabel-variabel keputusan. Koefisien atau ruas kanan dalam kendala dan fungsi tujuan dinamakan parameter model. Dalam pembuatan model matematisnya, fungsi kendala didasarkan pada kondisi-kondisi tertentu dalam lapangan yang tidak boleh dilanggar ataupun aturan tertentu yang harus dipatuhi. Kendala-kendala tersebut adalah :

1. Setiap pasien hanya ditangani di salah satu ruang operasi di satu waktu pula. Hal ini berarti pasien tersebut hanya memiliki satu pasangan slot operasi. Kendala ini dituliskan dalam bentuk persamaan matematis (4.11) berikut :

$$\sum_{j=1}^{55} X_{ij} = 1 ; \forall i \quad (4.11)$$

2. Setiap slot operasi hanya boleh diisi maksimal 1 pasien. Hal ini berarti slot tersebut bisa bernilai 1 yang berarti dipakai untuk pelaksanaan operasi ataupun bernilai 0 yang berarti slot tersebut tidak dipakai. Kendala ini dituliskan dalam bentuk persamaan matematis (4.12) sebagai berikut :

$$\sum_{i=1}^{26} X_{ij} \leq 1 ; \forall j \quad (4.12)$$

3. Setiap dokter yang menangani lebih dari 1 pasien tidak boleh melaksanakan operasi pada waktu yang bersamaan untuk beberapa pasiennya. Berikut ini tabel 4.3 yang memaparkan mengenai daftar dokter yang melaksanakan operasi pada hari tersebut beserta kendala waktunya:

Tabel 4.3 Daftar dokter beserta jumlah pasien yang ditangani

No.	Dokter	Jumlah pasien yang ditangani
1	dr. Abdullah Hasan, SpB	5
2	dr. Hengkinarso S, SpBU	1
3	dr. B. Samudra, SpOG	1
4	dr. Chaidir Azmat, SpB	3
5	dr. Muhammad Syarif, SpOG	5
6	dr. IGN Budy SW, SpOG	2
7	dr. Aunurofieq, SpB	4
8	dr. Satria Alam Pohan, SpOG	1
9	dr. Roefmilina M, SpOG	1
10	dr. Hidayat Anwar, SpTHT	1
11	dr. Aswaldi A, SpTHT	1
12	dr. Sri Oetami, SpM	1

Dalam masalah ketersediaan dokter ini, yang perlu diperhatikan adalah penyusunan kendala untuk dokter dengan pasien lebih dari 1, sedangkan untuk dokter dengan pasien hanya 1 orang hal ini tidaklah menjadi persoalan dalam penjadwalan. Berikut ini penulisan kendala tersebut dalam bentuk matematisnya:

➤ Dokter 1 : dr. Abdullah Hasan, SpB dengan 5 pasien (pasien 1-5)

$$\bullet \text{ Pukul } 07.30 - 08.30 \text{ (slot 1-5)} : \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 X_{ij} \leq 1 \quad (4.13)$$

$$\bullet \text{ Pukul } 08.30 - 09.30 \text{ (slot 6-10)} : \sum_{i=1}^5 \sum_{j=6}^{10} X_{ij} \leq 1 \quad (4.14)$$

$$\bullet \text{ Pukul } 09.30 - 10.30 \text{ (slot 11-15)} : \sum_{i=1}^5 \sum_{j=11}^{15} X_{ij} \leq 1 \quad (4.15)$$

$$\bullet \text{ Pukul } 10.30 - 11.30 \text{ (slot 16-20)} : \sum_{i=1}^5 \sum_{j=16}^{20} X_{ij} \leq 1 \quad (4.16)$$

$$\bullet \text{ Pukul } 11.30 - 12.30 \text{ (slot 21-25)} : \sum_{i=1}^5 \sum_{j=21}^{25} X_{ij} \leq 1 \quad (4.17)$$

$$\bullet \text{ Pukul } 12.30 - 13.30 \text{ (slot 26-30)} : \sum_{i=1}^5 \sum_{j=26}^{30} X_{ij} \leq 1 \quad (4.18)$$

$$\bullet \text{ Pukul 13.30 – 14.30 (slot 31 -35) : } \sum_{i=1}^5 \sum_{j=31}^{35} X_{ij} \leq 1 \quad (4.19)$$

$$\bullet \text{ Pukul 14.30 – 15.30 (slot 36 -40) : } \sum_{i=1}^5 \sum_{j=36}^{40} X_{ij} \leq 1 \quad (4.20)$$

$$\bullet \text{ Pukul 15.30 – 16.30 (slot 41 -45) : } \sum_{i=1}^5 \sum_{j=41}^{45} X_{ij} \leq 1 \quad (4.21)$$

$$\bullet \text{ Pukul 16.30 – 17.30 (slot 46 -50) : } \sum_{i=1}^5 \sum_{j=46}^{50} X_{ij} \leq 1 \quad (4.22)$$

$$\bullet \text{ Pukul 17.30 – 18.30 (slot 51 -55) : } \sum_{i=1}^5 \sum_{j=51}^{55} X_{ij} \leq 1 \quad (4.23)$$

➤ Dokter 4 : dr. Chaidir Azmat, SpB dengan 3 pasien (pasien 8-10)

$$\bullet \text{ Pukul 07.30 – 08.30 (slot 1 -5) : } \sum_{i=8}^{10} \sum_{j=1}^5 X_{ij} \leq 1 \quad (4.24)$$

$$\bullet \text{ Pukul 08.30 – 09.30 (slot 6 -10) : } \sum_{i=8}^{10} \sum_{j=6}^{10} X_{ij} \leq 1 \quad (4.25)$$

$$\bullet \text{ Pukul 09.30 – 10.30 (slot 11 -15) : } \sum_{i=8}^{10} \sum_{j=11}^{15} X_{ij} \leq 1 \quad (4.26)$$

$$\bullet \text{ Pukul 10.30 – 11.30 (slot 16 -20) : } \sum_{i=8}^{10} \sum_{j=16}^{20} X_{ij} \leq 1 \quad (4.27)$$

$$\bullet \text{ Pukul 11.30 – 12.30 (slot 21 -25) : } \sum_{i=8}^{10} \sum_{j=21}^{25} X_{ij} \leq 1 \quad (4.28)$$

$$\bullet \text{ Pukul 12.30 – 13.30 (slot 26 -30) : } \sum_{i=8}^{10} \sum_{j=26}^{30} X_{ij} \leq 1 \quad (4.29)$$

$$\bullet \text{ Pukul 13.30 – 14.30 (slot 31 -35) : } \sum_{i=8}^{10} \sum_{j=31}^{35} X_{ij} \leq 1 \quad (4.30)$$

$$\bullet \text{ Pukul 14.30 – 15.30 (slot 36 -40) : } \sum_{i=8}^{10} \sum_{j=36}^{40} X_{ij} \leq 1 \quad (4.31)$$

$$\bullet \text{ Pukul 15.30 – 16.30 (slot 41 -45) : } \sum_{i=8}^{10} \sum_{j=41}^{45} X_{ij} \leq 1 \quad (4.32)$$

$$\bullet \text{ Pukul 16.30 – 17.30 (slot 46 -50) : } \sum_{i=8}^{10} \sum_{j=46}^{50} X_{ij} \leq 1 \quad (4.33)$$

$$\bullet \text{ Pukul 17.30 – 18.30 (slot 51 -55) : } \sum_{i=8}^{10} \sum_{j=51}^{55} X_{ij} \leq 1 \quad (4.34)$$

➤ Dokter 5 : dr. Muhammad Syarif, SpOG dengan 5 pasien (pasien 11-15)

$$\bullet \text{ Pukul 07.30 – 08.30 (slot 1 -5) : } \sum_{i=11}^{15} \sum_{j=1}^5 X_{ij} \leq 1 \quad (4.35)$$

$$\bullet \text{ Pukul 08.30 – 09.30 (slot 6 -10) : } \sum_{i=11}^{15} \sum_{j=6}^{10} X_{ij} \leq 1 \quad (4.36)$$

$$\bullet \text{ Pukul 09.30 – 10.30 (slot 11 -15) : } \sum_{i=11}^{15} \sum_{j=11}^{15} X_{ij} \leq 1 \quad (4.37)$$

$$\bullet \text{ Pukul 10.30 – 11.30 (slot 16 -20) : } \sum_{i=11}^{15} \sum_{j=16}^{20} X_{ij} \leq 1 \quad (4.38)$$

$$\bullet \text{ Pukul 11.30 – 12.30 (slot 21 -25) : } \sum_{i=11}^{15} \sum_{j=21}^{25} X_{ij} \leq 1 \quad (4.39)$$

$$\bullet \text{ Pukul 12.30 – 13.30 (slot 26 -30) : } \sum_{i=11}^{15} \sum_{j=26}^{30} X_{ij} \leq 1 \quad (4.40)$$

$$\bullet \text{ Pukul 13.30 – 14.30 (slot 31 -35) : } \sum_{i=11}^{15} \sum_{j=31}^{35} X_{ij} \leq 1 \quad (4.41)$$

$$\bullet \text{ Pukul 14.30 – 15.30 (slot 36 -40) : } \sum_{i=11}^{15} \sum_{j=36}^{40} X_{ij} \leq 1 \quad (4.42)$$

$$\bullet \text{ Pukul 15.30 – 16.30 (slot 41 -45) : } \sum_{i=11}^{15} \sum_{j=41}^{45} X_{ij} \leq 1 \quad (4.43)$$

$$\bullet \text{ Pukul 16.30 – 17.30 (slot 46 -50) : } \sum_{i=11}^{15} \sum_{j=46}^{50} X_{ij} \leq 1 \quad (4.44)$$

- Pukul 17.30 – 18.30 (slot 51 -55) : $\sum_{i=11}^{15} \sum_{j=51}^{55} X_{ij} \leq 1$ (4.45)

➤ Dokter 6 : dr. IGN Budy SW,SpOG dengan 2 pasien (pasien 16-17)

- Pukul 07.30 – 08.30 (slot 1 -5) : $\sum_{i=16}^{17} \sum_{j=1}^5 X_{ij} \leq 1$ (4.46)

- Pukul 08.30 – 09.30 (slot 6 -10) : $\sum_{i=16}^{17} \sum_{j=6}^{10} X_{ij} \leq 1$ (4.47)

- Pukul 09.30 – 10.30 (slot 11 -15) : $\sum_{i=16}^{17} \sum_{j=11}^{15} X_{ij} \leq 1$ (4.48)

- Pukul 10.30 – 11.30 (slot 16 -20) : $\sum_{i=16}^{17} \sum_{j=16}^{20} X_{ij} \leq 1$ (4.49)

- Pukul 11.30 – 12.30 (slot 21 -25) : $\sum_{i=16}^{17} \sum_{j=21}^{25} X_{ij} \leq 1$ (4.50)

- Pukul 12.30 – 13.30 (slot 26 -30) : $\sum_{i=16}^{17} \sum_{j=26}^{30} X_{ij} \leq 1$ (4.51)

- Pukul 13.30 – 14.30 (slot 31 -35) : $\sum_{i=16}^{17} \sum_{j=31}^{35} X_{ij} \leq 1$ (4.52)

- Pukul 14.30 – 15.30 (slot 36 -40) : $\sum_{i=16}^{17} \sum_{j=36}^{40} X_{ij} \leq 1$ (4.53)

- Pukul 15.30 – 16.30 (slot 41 -45) : $\sum_{i=16}^{17} \sum_{j=41}^{45} X_{ij} \leq 1$ (4.54)

- Pukul 16.30 – 17.30 (slot 46 -50) : $\sum_{i=16}^{17} \sum_{j=46}^{50} X_{ij} \leq 1$ (4.55)

- Pukul 17.30 – 18.30 (slot 51 -55) : $\sum_{i=16}^{17} \sum_{j=51}^{55} X_{ij} \leq 1$ (4.56)

➤ Dokter 7 : dr. Aunurofieq, SpB dengan 4 pasien (pasien 18-21)

- Pukul 07.30 – 08.30 (slot 1 -5) : $\sum_{i=18}^{21} \sum_{j=1}^5 X_{ij} \leq 1$ (4.57)

- Pukul 08.30 – 09.30 (slot 6 -10) : $\sum_{i=18}^{21} \sum_{j=6}^{10} X_{ij} \leq 1$ (4.58)

- Pukul 09.30 – 10.30 (slot 11 -15) : $\sum_{i=18}^{21} \sum_{j=11}^{15} X_{ij} \leq 1$ (4.59)

- Pukul 10.30 – 11.30 (slot 16 -20) : $\sum_{i=18}^{21} \sum_{j=16}^{20} X_{ij} \leq 1$ (4.60)

- Pukul 11.30 – 12.30 (slot 21 -25) : $\sum_{i=18}^{21} \sum_{j=21}^{25} X_{ij} \leq 1$ (4.61)

- Pukul 12.30 – 13.30 (slot 26 -30) : $\sum_{i=18}^{21} \sum_{j=26}^{30} X_{ij} \leq 1$ (4.62)

- Pukul 13.30 – 14.30 (slot 31 -35) : $\sum_{i=18}^{21} \sum_{j=31}^{35} X_{ij} \leq 1$ (4.63)

- Pukul 14.30 – 15.30 (slot 36 -40) : $\sum_{i=18}^{21} \sum_{j=36}^{40} X_{ij} \leq 1$ (4.64)

- Pukul 15.30 – 16.30 (slot 41 -45) : $\sum_{i=18}^{21} \sum_{j=41}^{45} X_{ij} \leq 1$ (4.65)

- Pukul 16.30 – 17.30 (slot 46 -50) : $\sum_{i=18}^{21} \sum_{j=46}^{50} X_{ij} \leq 1$ (4.66)

- Pukul 17.30 – 18.30 (slot 51 -55) : $\sum_{i=18}^{21} \sum_{j=51}^{55} X_{ij} \leq 1$ (4.67)

4. Setiap dokter memiliki keterbatasan waktu dalam pelaksanaan operasi, entah itu karena dokter tersebut memiliki jadwal buka praktek ataupun karena memang dokter tersebut lebih memilih waktu tertentu sesuai dengan keinginannya yang tidak bisa dikendalikan oleh bagian administrasi IBS.

Tabel 4.4 Daftar dokter dan kendala waktu ketersediaan pelaksanaan operasi

No	Dokter	Kendala waktu operasi
1	dr. Abdullah Hasan, SpB	Tidak ada praktek di poliklinik, tetapi ada kecenderungan untuk melakukan operasi sebelum siang (jam 12.30)
2	dr. Hengkinarso S, SpBU	Ada jadwal praktek di poliklinik pada jam 08.00 - 14.00
3	dr. B. Samudra, SpOG	Ada jadwal praktek di poliklinik pada jam 14.00 - 20.00
4	dr. Chaidir Azmat, SpB	Ada jadwal praktek di poliklinik pada jam 11.00 - 17.00, tetapi lebih memlihi operasi sebelum jam 11.00
5	dr. Muhammad Syarif, SpOG	Tidak ada praktek di poliklinik, tetapi ada kecenderungan untuk melakukan operasi di atas jam 10.30
6	dr. IGN Budy SW, SpOG	Tidak ada praktek di poliklinik, tetapi ada kecenderungan untuk melakukan operasi pada siang hari (antara jam 11.30 - 14.30)
7	dr. Aunurofieq, SpB	Ada jadwal praktek, dan hanya bisa melakukan operasi pada sore hari (di atas jam 14.30)
8	dr. Satria Alam Pohan, SpOG	Ada jadwal prakti poliklinik pada jam 08.00 - 14.00
9	dr. Roefmilina M, SpOG	Ada jadwal praktek poliklinik pada jam 14.00 - 22.00
10	dr. Hidayat Anwar, SpTHT	Tidak ada jadwal praktek, tetapi lebih cenderung melakukan operasi pada pagi hari (sebelum jam 10.30)
11	dr. Aswaldi A, SpTHT	Ada jadwal praktek di poliklinik pada jam 08.00 - 17.00 sehingga cenderung melakukan operasi pada jam pertama (07.30 - .8.30)
12	dr. Sri Oetami, SpM	Tidak ada jadwal praktek, tetapi cenderung melakukan operasi sebelum jam 10.30

(Sumber : Instalasi Bedah Sentral RSUD Pasar Rebo Jakarta yang telah diolah)

Seperti yang tertulis pada tabel 4.4 tersebut tentang daftar dokter yang melaksanakan operasi pada hari yang ditentukan sebelumnya serta kendala waktunya, maka kendala-kendala tersebut dapat dituliskan dalam bentuk matematis dimana total nilai variabel keputusan untuk waktu-waktu/slot-slot dimana dokter tersebut tidak bisa melaksanakan operasi bernilai 0 yang berarti tidak ada operasi yang dilaksanakan pada waktu-waktu larangan tersebut.

- Dokter 1 : selain jam 12.30 ke atas (selain slot 26 - 55), pasien 1-5

$$\sum_{i=1}^5 \sum_{j=26}^{55} X_{ij} = 0 \quad (4.68)$$

- Dokter 2 : selain jam 08.00 – 14.00 (selain slot 1 - 35), pasien 6

$$\sum_{j=26}^{55} X_{ij} = 0, \quad i \equiv 6 \quad (4.69)$$

- Dokter 3 : selain jam 14.00 ke atas (selain slot 31 - 55), pasien 7

$$\sum_{j=31}^{55} X_{ij} = 0, \quad i \equiv 7 \quad (4.70)$$

- Dokter 4 : selain jam 11.00 ke atas (selain slot 16 - 55), pasien 8-10

$$\sum_{i=8}^{10} \sum_{j=16}^{55} X_{ij} = 0 \quad (4.71)$$

- Dokter 5 : selain jam 07.30 – 10.30 (selain slot 1 - 15), pasien 11-15

$$\sum_{i=11}^{15} \sum_{j=1}^{15} X_{ij} = 0 \quad (4.72)$$

- Dokter 6 : selain jam 11.30 ke bawah dan jam 14.30 ke atas (selain slot 1-20 dan slot 36 - 55), pasien 16-17

$$\sum_{i=16}^{17} \sum_{j=1}^{20} X_{ij} + \sum_{i=16}^{17} \sum_{j=36}^{55} X_{ij} = 0 \quad (4.73)$$

- Dokter 7 : selain jam 14.30 ke bawah (selain slot 1 - 35), pasien 18-21

$$\sum_{i=18}^{21} \sum_{j=1}^{35} X_{ij} = 0 \quad (4.74)$$

- Dokter 8 : selain jam 08.00 – 14.00 (selain slot 1 - 35), pasien 22

$$\sum_{j=1}^{35} X_{ij} = 0, \quad i \equiv 22 \quad (4.75)$$

- Dokter 9 : selain jam 14.00 ke atas (selain slot 31 - 55), pasien 23

$$\sum_{j=31}^{55} X_{ij} = 0, \quad i \equiv 23 \quad (4.76)$$

- Dokter 10 : selain jam 10.30 ke atas (selain slot 16 - 55), pasien 24

$$\sum_{j=16}^{55} X_{ij} = 0, \quad i \equiv 24 \quad (4.77)$$

- Dokter 11 : selain jam 08.30 ke atas (selain slot 6 – 55), pasien 25

$$\sum_{j=6}^{55} X_{ij} = 0, \quad i \equiv 25 \quad (4.78)$$

- Dokter 12 : selain jam 10.30 ke atas (selain slot 16 – 55), pasien 26

$$\sum_{j=16}^{55} X_{ij} = 0, \quad i \equiv 26 \quad (4.79)$$

5. Operasi spesialisasi mata hanya bisa dilakukan di ruang operasi 1, yaitu slot 1 atau 6 atau 11 atau 16 atau 21 atau 26 atau 31 atau 36 atau 41 atau 46 atau 51. Dalam hal ini, pasien dengan operasi mata hanyalah pasien 26 sehingga kendala ini dapat ditulis dalam bentuk persamaan matematis s(4.80) berikut:

$$\begin{aligned} & \sum_{j=2}^5 X_{ij} + \sum_{j=7}^{10} X_{ij} + \sum_{j=12}^{15} X_{ij} + \sum_{j=17}^{20} X_{ij} + \sum_{j=22}^{25} X_{ij} + \\ & \sum_{j=27}^{30} X_{ij} + \sum_{j=32}^{35} X_{ij} + \sum_{j=37}^{40} X_{ij} + \sum_{j=42}^{45} X_{ij} + \sum_{j=47}^{50} X_{ij} + \end{aligned}$$

$$\sum_{j=52}^{55} X_{ij} = 0, \quad i \equiv 26 \quad (4.80)$$

6. Nilai variabel keputusan yang diharapkan adalah berupa bilangan *binary* atau angka 0-1 yang dapat ditulis dalam persamaan matematis (4.81) berikut:

$$X_{ij} \in \{0,1\} \quad (4.81)$$

4.4 PENYUSUNAN MODEL UNTUK Mencari Solusi Optimal

Model optimasi merupakan model matematis yang dapat mengatakan bahwa masalahnya adalah untuk memilih nilai-nilai dari variabel-variabel keputusan sedemikian rupa sehingga mengoptimalkan fungsi tujuan, dengan memperhatikan kendala-kendala tertentu. Solusi optimal adalah solusi layak (*feasible*) yang memiliki nilai objektif terbaik. Berikut ini model matematis keseluruhan dalam perencanaan alokasi ruang operasi yang akan nantinya akan diolah dengan *software* LINGO10.

Fungsi tujuan :

$$\begin{aligned} \text{Min } Z(X_{ij}) = & 7 * [(\frac{1}{5} \sum_{r=1}^5 U_r) - U_1]^2 + ((\frac{1}{5} \sum_{r=1}^5 U_r) - U_2)^2 + ((\frac{1}{5} \sum_{r=1}^5 U_r) - U_3)^2 \\ & + ((\frac{1}{5} \sum_{r=1}^5 U_r) - U_4)^2 + ((\frac{1}{5} \sum_{r=1}^5 U_r) - U_5)^2]^{1/2} + 2 * (\sum_{i=1}^{26} \sum_{j=1}^5 X_{ij}) \\ & + \sum_{i=1}^{26} \sum_{j=6}^{35} X_{ij} + 3 * (\sum_{i=1}^{26} \sum_{j=36}^{40} X_{ij}) + 4 * (\sum_{i=1}^{26} \sum_{j=41}^{45} X_{ij}) \\ & + 5 * (\sum_{i=1}^{26} \sum_{j=46}^{50} X_{ij}) + 6 * (\sum_{i=1}^{26} \sum_{j=51}^{55} X_{ij}) \end{aligned}$$

Dengan kendala :

- $\sum_{j=1}^{55} X_{ij} = 1 ; \forall i$
- $\sum_{i=1}^{26} X_{ij} \leq 1 ; \forall j$
- $\sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=1}^5 \sum_{j=6}^{10} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=1}^5 \sum_{j=11}^{15} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=1}^5 \sum_{j=16}^{20} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=1}^5 \sum_{j=21}^{25} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=1}^5 \sum_{j=26}^{30} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=1}^5 \sum_{j=31}^{35} X_{ij} \leq 1$

- $\sum_{i=1}^5 \sum_{j=36}^{40} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=1}^5 \sum_{j=41}^{45} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=1}^5 \sum_{j=46}^{50} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=1}^5 \sum_{j=51}^{55} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=8}^{10} \sum_{j=1}^5 X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=8}^{10} \sum_{j=6}^{10} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=8}^{10} \sum_{j=11}^{15} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=8}^{10} \sum_{j=16}^{20} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=8}^{10} \sum_{j=21}^{25} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=8}^{10} \sum_{j=26}^{30} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=8}^{10} \sum_{j=31}^{35} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=8}^{10} \sum_{j=36}^{40} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=8}^{10} \sum_{j=41}^{45} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=8}^{10} \sum_{j=46}^{50} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=8}^{10} \sum_{j=51}^{55} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=11}^{15} \sum_{j=1}^5 X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=11}^{15} \sum_{j=6}^{10} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=11}^{15} \sum_{j=11}^{15} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=11}^{15} \sum_{j=16}^{20} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=11}^{15} \sum_{j=21}^{25} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=11}^{15} \sum_{j=26}^{30} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=11}^{15} \sum_{j=31}^{35} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=11}^{15} \sum_{j=36}^{40} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=11}^{15} \sum_{j=41}^{45} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=11}^{15} \sum_{j=46}^{50} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=11}^{15} \sum_{j=51}^{55} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=16}^{17} \sum_{j=1}^5 X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=16}^{17} \sum_{j=6}^{10} X_{ij} \leq 1$

- $\sum_{i=16}^{17} \sum_{j=11}^{15} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=16}^{17} \sum_{j=16}^{20} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=16}^{17} \sum_{j=21}^{25} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=16}^{17} \sum_{j=26}^{30} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=16}^{17} \sum_{j=31}^{35} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=16}^{17} \sum_{j=36}^{40} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=16}^{17} \sum_{j=41}^{45} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=16}^{17} \sum_{j=46}^{50} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=16}^{17} \sum_{j=51}^{55} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=18}^{21} \sum_{j=1}^5 X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=18}^{21} \sum_{j=6}^{10} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=18}^{21} \sum_{j=11}^{15} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=18}^{21} \sum_{j=16}^{20} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=18}^{21} \sum_{j=21}^{25} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=18}^{21} \sum_{j=26}^{30} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=18}^{21} \sum_{j=31}^{35} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=18}^{21} \sum_{j=36}^{40} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=18}^{21} \sum_{j=41}^{45} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=18}^{21} \sum_{j=46}^{50} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=18}^{21} \sum_{j=51}^{55} X_{ij} \leq 1$
- $\sum_{i=1}^5 \sum_{j=26}^{55} X_{ij} = 0$
- $\sum_{j=26}^{55} X_{ij} = 0, \quad i \equiv 6$
- $\sum_{j=31}^{55} X_{ij} = 0, \quad i \equiv 7$
- $\sum_{i=8}^{10} \sum_{j=16}^{55} X_{ij} = 0$
- $\sum_{i=11}^{15} \sum_{j=1}^{15} X_{ij} = 0$
- $\sum_{i=16}^{17} \sum_{j=1}^{20} X_{ij} + \sum_{i=16}^{17} \sum_{j=36}^{55} X_{ij} = 0$
- $\sum_{i=18}^{21} \sum_{j=1}^{35} X_{ij} = 0$
- $\sum_{j=1}^{35} X_{ij} = 0, \quad i \equiv 22$

- $\sum_{j=31}^{55} X_{ij} = 0, \quad i \equiv 23$
- $\sum_{j=16}^{55} X_{ij} = 0, \quad i \equiv 24$
- $\sum_{j=6}^{55} X_{ij} = 0, \quad i \equiv 25$
- $\sum_{j=16}^{55} X_{ij} = 0, \quad i \equiv 26$
- $\sum_{j=2}^5 X_{ij} + \sum_{j=7}^{10} X_{ij} + \sum_{j=12}^{15} X_{ij} + \sum_{j=17}^{20} X_{ij} + \sum_{j=22}^{25} X_{ij} + \sum_{j=27}^{30} X_{ij} + \sum_{j=32}^{35} X_{ij} + \sum_{j=37}^{40} X_{ij} + \sum_{j=42}^{45} X_{ij} + \sum_{j=47}^{50} X_{ij} + \sum_{j=52}^{55} X_{ij} = 0, \quad i \equiv 26$
- $X_{ij} \in \{0,1\}$

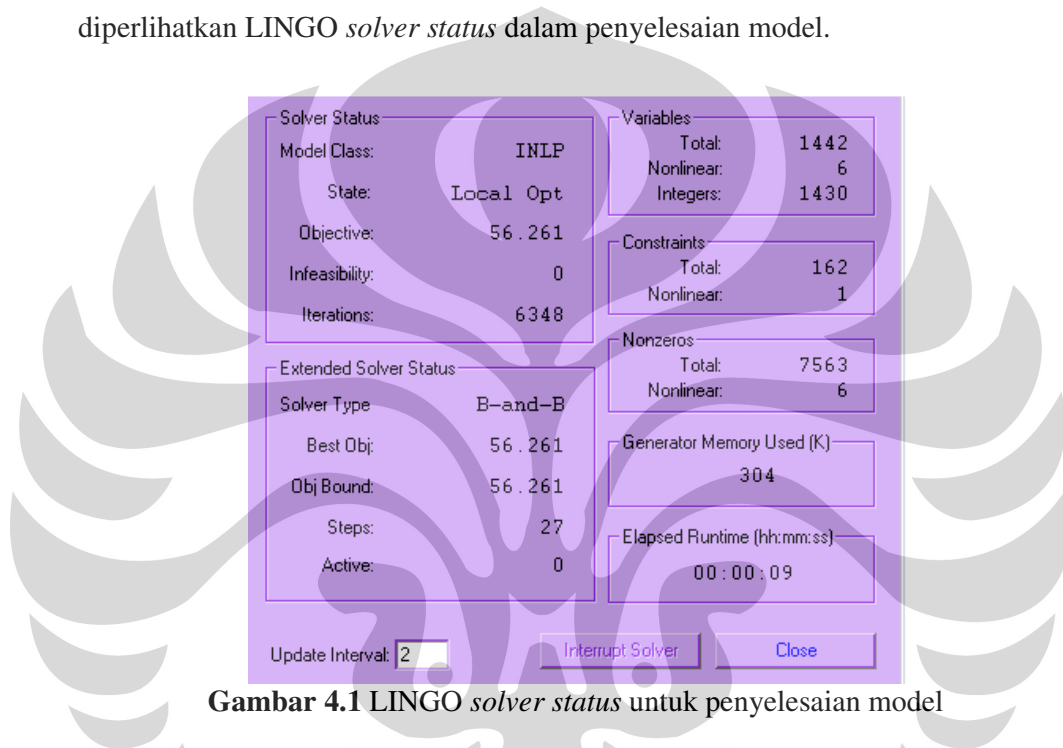
Selanjutnya model tersebut diolah dengan *software* LINGO10 yang tentunya menggunakan bahasa yang berbeda sesuai dengan bahasa pemrograman LINGO. Setelah di-*run* beberapa kali, ternyata terdapat setidaknya dua penyelesaian yang berbeda dengan nilai objektif yang sama. Oleh karenanya, hanya akan diambil satu penyelesaian dengan hasil seperti pada tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Solusi penentuan alokasi pasien

Solusi 1	Ruang 1	Ruang 2	Ruang 3	Ruang 4	Ruang 5
07.30 - 08.30	slot 1	slot 2	slot 3	slot 4	slot 5
		pasien 2		pasien 25	
08.30 - 09.30	slot 6	slot 7	slot 8	slot 9	slot 10
	pasien 16	pasien 3			pasien 9
09.30 - 10.30	slot 11	slot 12	slot 13	slot 14	slot 15
	pasien 26		pasien 24	pasien 10	pasien 4
10.30 - 11.30	slot 16	slot 17	slot 18	slot 19	slot 20
	pasien 8	pasien 12	pasien 5		
11.30 - 12.30	slot 21	slot 22	slot 23	slot 24	slot 25
		pasien 13			pasien 1
12.30 - 13.30	slot 26	slot 27	slot 28	slot 29	slot 30
	pasien 14				
13.30 - 14.30	slot 31	slot 32	slot 33	slot 34	slot 35
			pasien 15	pasien 17	pasien 7
14.30 - 15.30	slot 36	slot 37	slot 38	slot 39	slot 40
	pasien 22	pasien 11	pasien 6	pasien 21	pasien 23
15.30 - 16.30	slot 41	slot 42	slot 43	slot 44	slot 45
				pasien 19	
16.30 - 17.30	slot 46	slot 47	slot 48	slot 49	slot 50
			pasien 18		
17.30 - 18.30	slot 51	slot 52	slot 53	slot 54	slot 55
	pasien 20				

4.5 ANALISIS HASIL PENGOLAHAN DATA

LINGO *solver status* merupakan suatu informasi mengenai penyelesaian program linier yang muncul ketika suatu penyelesaian, baik layak maupun tidak telah dilakukan, dimana informasi ini mencakup beberapa hal seperti jenis model yang digunakan, teknik penyelesaiannya, jenis optimasi, jumlah variabel keputusan, nilai optimalnya, jumlah iterasi, dan sebagainya. Pada gambar 4.1 ini diperlihatkan LINGO *solver status* dalam penyelesaian model.



Gambar 4.1 LINGO *solver status* untuk penyelesaian model

Dalam penyelesaiannya, model ini menerapkan model INLP atau *Integer Nonlinear Programming* meskipun dalam penentuan variabel keputusan utamanya digunakan *binary integer programming*. INLP mengindikasikan bahwa model ini memiliki setidaknya satu persamaan nonlinier dan setidaknya ada kendala integer di dalamnya. Model INLP jarang ditemukan dan memiliki tingkat kesulitan yang kompleks dalam penentuan hasilnya. Hasil optimum yang diperoleh dalam model ini merupakan *local optimum* dikarenakan terdapat persamaan yang non linier, yaitu mengenai perhitungan keseimbangan utilitas ruang operasi yang menggunakan rumus standar deviasi sehingga fungsi tersebut menjadi tidak linier. Jika keseluruhan persamaan berupa persamaan linier, maka hasil yang diperoleh nantinya berupa *global optimum* yang merupakan solusi menyeluruh yang layak dimana nilai objektifnya merupakan nilai terbaik diantara semua solusi yang

layak. Sedangkan *local optimum* merupakan solusi terbaik yang bisa ditemukan setelah tidak ada lagi solusi lain yang lebih baik dari solusi terdekatnya (*neighborhood solution*) dalam suatu persamaan yang melibatkan variabel nonlinier. Jadi, dalam suatu persamaan nonlinier perlu diwaspadai mengenai keberadaan solusi lain yang lebih baik yang bisa jadi ada maupun tidak sehingga hasil akhir yang berupa *local optimum* tersebut juga merupakan *global optimum*.

Untuk solusi model ini, nilai *local optimum* diperoleh setelah dilakukan 6.348 kali iterasi dengan waktu penyelesaian 9 detik dan 27 percabangan dalam metode *Branch and Bound* yang digunakan.

Analisis sensitivitas adalah suatu analisis tentang variasi yang dapat terjadi pada solusi optimal yang disebabkan perubahan koefisien dan formulasi persoalan. Analisis ini menentukan tingkat sensitivitas solusi optimal terhadap spesifikasi model, seberapa besar keakuratan data yang dimasukkan dan asumsi dasar yang digunakan. Analisis sensitivitas ini penting dalam kaitannya validasi proses. Sesuai dengan alokasi pada solusi model (tabel 4.5), maka dapat dilihat nilai-nilai objektif dari setiap tujuan yang ingin dicapai dimana kesemuanya saling berkontribusi dalam nilai objektif fungsi multi tujuan yaitu sebesar 56,26099.

Tabel 4.6 Nilai setiap objektif tunggal penyusun fungsi multi tujuannya

Variabel	Keterangan	Nilai (slot)	Bobot penalti	Kontribusi penalti
AVG	Rata-rata utilisasi ruang	5,2	7	6,2099
UT1	Utilisasi ruang 1	6		
UT2	Utilisasi ruang 2	5		
UT3	Utilisasi ruang 3	5		
UT4	Utilisasi ruang 4	5		
UT5	Utilisasi ruang 5	5		
H1	Utilisasi jam pertama	2	2	4
HN	Utilisasi jam operasional normal	16	1	16
HOT1	Utilisasi pada jam <i>overtime</i> pertama	5	3	15
HOT2	Utilisasi pada jam <i>overtime</i> kedua	1	4	4
HOT3	Utilisasi pada jam <i>overtime</i> ketiga	1	5	5
HOT4	Utilisasi pada jam <i>overtime</i> keempat	1	6	6

(Sumber : *Solution report* model penentuan alokasi ruang operasi)

Dari tabel 4.6 tersebut dapat dilihat bahwa penalti terbesar berasal dari utilisasi pada waktu operasional normal, tetapi bagian tersebut tidak memiliki

sensitivitas yang tinggi untuk dapat merubah nilai objektif secara signifikan. Utilisasi pada jam *overtime* keempat merupakan bagian paling sensitif dimana jika nilai itu dikurangi 1 saja (tidak ada operasi yang dilakukan pada jam tersebut) maka nilai objektifnya langsung berkurang sebanyak 6. Tetapi hal ini tidaklah mungkin dikarenakan solusi ini sudah merupakan solusi paling baik. Jadi, urutan sensitivitasnya berturut-turut HOT4, HOT3, HOT2, HOT1, H1, dan HN dengan nilai sensitivitas sesuai dengan bobot penaltinya. Sedangkan untuk masalah utilitas, hal ini dapat dipisahkan mengingat persamaan ini berupa persamaan nonlinier yang mana nilainya sangat tergantung dari nilai masing-masing variabelnya (UT1, UT2, UT3, UT4, dan UT5) meskipun bagian ini memiliki bobot terbesar. Dalam hal ini, nilai utilitas sudah dianggap paling ideal mengingat jumlah pasien yang ditangani berjumlah 26, lebih 1 pasien dari jumlah ideal yang kelipatan 5 atau 25. Berikut ini tabel 4.7 yang menjelaskan mengenai nilai *surplus* dan *slack* dari setiap persamaan (ditunjukkan oleh kolom paling kiri) terhadap kendala-kendala yang ada:

Tabel 4.7 Nilai *surplus* dan *slack* setiap persamaan

No	Slack or Surplus	No	Slack or Surplus	No	Slack or Surplus	No	Slack or Surplus
1	56.26099	41	0.000000	82	1.000.000	122	0.000000
2	0.000000	42	0.000000	83	0.000000	123	1.000.000
3	0.000000	43	0.000000	84	0.000000	124	1.000.000
4	0.000000	44	0.000000	85	0.000000	125	1.000.000
5	0.000000	45	0.000000	86	0.000000	126	1.000.000
6	0.000000	46	1.000.000	87	0.000000	127	1.000.000
7	0.000000	47	1.000.000	88	1.000.000	128	1.000.000
8	0.000000	48	1.000.000	89	1.000.000	129	1.000.000
9	0.000000	49	0.000000	90	1.000.000	130	1.000.000
10	0.000000	50	1.000.000	91	1.000.000	131	1.000.000
11	0.000000	51	1.000.000	92	1.000.000	132	1.000.000
12	0.000000	52	0.000000	93	1.000.000	133	1.000.000
13	0.000000	53	0.000000	94	1.000.000	134	0.000000
14	0.000000	54	1.000.000	95	0.000000	135	0.000000
15	0.000000	55	1.000.000	96	0.000000	136	0.000000
16	0.000000	56	1.000.000	97	0.000000	137	0.000000
17	0.000000	57	1.000.000	98	1.000.000	138	0.000000

(Sumber : *Solution report* model penentuan alokasi ruang operasi)

Tabel 4.7 Nilai *surplus* dan *slack* setiap persamaan (lanjutan)

No	Slack or Surplus	No	Slack or Surplus	No	Slack or Surplus	No	Slack or Surplus
18	0.000000	58	1.000.000	99	1.000.000	139	0.000000
19	0.000000	59	1.000.000	100	1.000.000	140	0.000000
20	0.000000	60	0.000000	101	1.000.000	141	0.000000
21	0.000000	61	0.000000	102	1.000.000	142	0.000000
22	0.000000	62	0.000000	103	1.000.000	143	0.000000
23	0.000000	63	0.000000	104	1.000.000	144	0.000000
24	0.000000	64	0.000000	105	1.000.000	145	0.000000
25	0.000000	65	0.000000	106	1.000.000	146	0.000000
26	0.000000	66	0.000000	107	1.000.000	147	0.000000
27	0.000000	67	0.000000	108	0.000000	148	0.000000
28	1.000.000	68	1.000.000	109	0.000000	149	0.000000
29	0.000000	69	1.000.000	110	0.000000	150	0.000000
30	1.000.000	70	1.000.000	111	0.000000	151	0.000000
31	0.000000	71	0.000000	112	0.000000	152	0.000000
32	1.000.000	72	1.000.000	113	1.000.000	153	0.000000
33	0.000000	73	1.000.000	114	1.000.000	154	0.000000
34	0.000000	74	1.000.000	115	1.000.000	155	0.000000
35	1.000.000	75	0.000000	116	1.000.000	156	0.000000
36	1.000.000	76	1.000.000	117	0.000000	157	0.000000
37	0.000000	77	1.000.000	118	1.000.000	158	0.000000
38	0.000000	78	0.000000	119	1.000.000	159	0.000000
39	1.000.000	79	1.000.000	120	1.000.000	160	0.000000
40	0.000000	80	1.000.000	121	1.000.000	161	0.000000
		81	1.000.000			162	0.000000

(Sumber : *Solution report* model penentuan alokasi ruang operasi)

Dari tabel tersebut dapat dilihat mengenai kondisi setiap persamaan yang ada (162 persamaan) apakah mengalami *surplus* yang berarti nilainya lebih besar sama dengan nilai koefisien kanan *constraint*-nya atautkah *slack* yang berarti kurang dari sama dengan nilai koefisien kanan *constraint*-nya. Nilai *surplus* dan *slack* ini menggambarkan seberapa dekat hasil ini untuk dapat memenuhi nilai *constraint*-nya hingga menjadi sama nilainya atau selisihnya 0 sehingga dapat memuaskan setiap kendala dengan tepat. Jika *surplus* atau *slack*-nya bernilai negatif, maka hasil yang diperoleh tersebut tidaklah layak karena terdapat kendala yang dilanggar.

Untuk persamaan 1, berdasarkan model khususnya (dari menu LINGO > *Generate > Display Model*) maka dapat dilihat bahwa persamaan pertama adalah mengenai fungsi tujuannya dimana nilai yang dikehendaki (paling baik namun tidaklah mungkin) adalah 0 sehingga hasilnya persamaan 1 memiliki nilai *slack* sebesar 56,26099 untuk bisa bernilai sama dengan 0. Sesuai jenis kendalanya maka persamaan tersebut dapat dikelompokkan menjadi :

- Kendala 1 : setiap pasien hanya dialokasikan di satu slot
 Persamaan 2 – 27 (26 persamaan, sesuai jumlah pasien) tidak memiliki nilai *surplus* ataupun *slack* karena setiap persamaan ini bernilai 1 yang artinya salah satu pasien telah dialokasikan di salah satu slot sehingga sama dengan koefisien kanan persamaan
- Kendala 2 : setiap slot hanya boleh diisi maksimal 1 pasien
 Persamaan 28 – 82 (55 persamaan, sesuai jumlah slot) sebagian memiliki nilai *slack* 1 dan ada yang tidak memiliki, baik *surplus* maupun *slack*. Persamaan yang tidak memiliki nilai *slack* maupun *surplus* berjumlah 26 karena persamaan ini bernilai 1 sehingga sama dengan nilai koefisien kanannya (≤ 1) yang berarti slot tersebut terpakai. Sedangkan slot yang tidak dipergunakan untuk proses operasi memiliki nilai *slack* 1 karena persamaan tersebut bernilai 0 sedangkan koefisien kanannya bernilai 1.
- Kendala 3 : setiap dokter dengan pasien lebih dari 1 hanya tidak bisa melakukan operasi pada waktu yang bersamaan
 Persamaan 83-137 (55 persamaan untuk 5 dokter dengan pasien lebih dari 1) sebagian memiliki nilai *slack* 1, dan ada yang tidak memiliki, baik nilai *surplus* maupun *slack*. Untuk persamaan yang memiliki nilai *slack* 1, berarti pada jam tersebut (kumpulan 5 slot dalam waktu yang sama) dokter yang bersangkutan tidak melakukan operasi sehingga jumlah nilai X_{ij} bernilai 0 sehingga memerlukan variabel *slack* bernilai 1 agar persamaan tersebut bernilai sama dengan koefisien kanannya, yaitu 1. Sedangkan untuk dokter yang menangani 1 operasi pada jam tersebut, maka tidak ada variabel *slack* atau *surplus* karena jumlah nilai X_{ij} untuk jam tersebut bernilai 1 yang artinya telah sama dengan nilai koefisien kanannya.

- Kendala 4 : setiap dokter memiliki keterbatasan waktu dan kecenderungan pelaksanaan operasi
 Persamaan 138 – 149 (12 persamaan untuk ke-12 dokter yang melaksanakan operasi pada hari itu) semuanya tidak memiliki variabel *slack* maupun *surplus* karena persamaan-persamaannya memiliki nilai sama dengan 0 atau sama dengan koefisien kanannya, yang berarti tidak ada dokter yang melakukan praktek di jam-jam terlarangnya.
- Kendala 5 : operasi mata hanya bisa dilakukan di ruang operasi 1
 Persamaan 150 juga tidak memiliki variabel *slack* atau *surplus* karena persamaannya berupa pernyataan bahwa tidak ada operasi mata yang dilakukan di selain ruang 1 sehingga nilainya 0 yang sama dengan nilai koefisien kanannya.

4.6 PENJADWALAN ULANG

Proses penjadwalan ulang (*rescheduling*) dalam persoalan ini adalah menjadwalkan kembali operasi-operasi yang sudah ditentukan urutan, waktu slot, serta ruangnya dengan metode model matematis sebelumnya dengan lebih tepat, terutama waktu operasi sesuai durasi rata-rata operasi yang dilakukan.

Tujuan dari proses penjadwalan ulang ini adalah untuk meminimalkan waktu tunggu operasi baik oleh pasien maupun dokter yang menangani ketika suatu operasi berlangsung jauh melebihi 1 jam, ataupun mengurangi waktu *idle* kamar operasi yang mungkin saja bisa melayani operasi lebih cepat (dokter tidak memiliki kendala keterbatasan waktu pada slot sebelumnya) dari alokasi waktu slot yang dijadwalkan sehingga waktu yang dipakai tersebut bisa dipakai untuk mengimbangi penggunaan ruang operasi jika ternyata operasi tersebut membutuhkan waktu lebih dari 1 jam untuk 2 atau lebih operasi yang berurutan. Dalam hal ini, waktu rata-rata dari historis operasi sangat membantu dalam menjadwalkan ulang meskipun waktu tersebut tidaklah mampu memprediksi durasi operasi yang akan dilakukan secara tepat, tetapi setidaknya angka rata-rata tersebut lebih presisi dan lebih tepat dalam memperhitungkan durasi operasi dibandingkan dengan waktu slot yaitu 1 jam yang merupakan merupakan daftar pasien, diagnosis, tindakan, dokter yang menangani, serta durasi rata-ratanya.

Tabel 4.8 Daftar pasien, slot operasinya serta prediksi waktu operasi

No. pasien	Diagnosis	Tindakan	Slot	Durasi rata-rata (menit)
1	Tumor infiltrat paha	Exterpasi	25	46,89
2	Tumor paha kanan	Exterpasi	2	46,89
3	Hernia Sinistra (Hils)	Herniatomy	7	49,34
4	Tumor sela paha	Exterpasi	15	46,89
5	Hyroid dan phimosis	Ligasi	18	30,71
6	Hp	Turp	38	56,43
7	G2P1 bekas Sc.	Sc, Adesiolisis	35	58,81
8	Abses tumor mammae	Exterpasi	16	48,08
9	Tumor mammae dexter	Exterpasi	10	46,89
10	Hernia bilateral	Herniatomy bilateral	14	49,34
11	G5P4 bekas Sc.	Sc.	37	58,81
12	Kista bartolimi	Exterpasi	17	77,31
13	Mola	Kuret	22	31,41
14	Mioma uteri	Kuret	26	31,41
15	G1 gagal induksi	Sc.	33	58,81
16	BO	Kuret	6	31,41
17	Kematian mudigah	Kuret	34	31,41
18	Hidrocel dan appendix	Hidrocel, appendixotomy	48	44,00
19	Appendix kronik	Appendixotomy	44	53,22
20	Appendix	Appendixotomy	51	53,22
21	Tumor mammae bilateral	Exterpasi	39	46,89
22	G2P1 bekas Sc.	Sc.	36	58,81
23	G4P3 Oblique	Sc. dan steril	40	58,81
24	Tonsilisi akut	Tonsilektomy	13	42,03
25	Tonsilisi akut	Tonsilektomy	4	42,03
26	Katarak	ECCEIOL	11	57,50

Setiap jenis operasi akan dijadwalkan durasinya sesuai dengan data historis rata-rata operasi seperti yang tercantum pada tabel 4.8 di atas, dan jam mulai operasi ditentukan berdasarkan jam pada slot tersebut. Sedangkan jam selesainya operasi merupakan hasil dari jam mulai ditambah durasi rata-ratanya, meskipun jam selesai ini tidaklah bisa tepat pada kenyataannya. Khusus untuk dua atau lebih operasi yang dilaksanakan berurutan, maka jam mulai operasi kedua yang berurutan tepat setelah operasi pertama adalah segera setelah operasi pertama selesai, begitu pula jika ada operasi ketiga yang berurutan setelah operasi

kedua, maka operasi ketiga dimulai segera ketika operasi kedua selesai. Hal ini dilakukan untuk bisa menyeimbangkan toleransi slot yang ada, yaitu jika operasi pertama kurang dari 1 jam, maka sisa waktu tersebut bisa dimanfaatkan oleh operasi kedua jika ternyata operasi berlangsung lebih dari 1 jam. Gambaran mengenai alokasi operasi dalam bentuk *barchart* serta tabel dengan detail waktu operasi dapat dilihat pada gambar 4.3 dan tabel 4.9 berikut ini.



Tabel 4.9 Daftar alokasi operasi pasien untuk hari Kamis, 29 April 2010

Pasien	Diagnosa	Tindakan	Dokter	Ruang operasi	Mulai	Selesai
Pasien 1	Tumor infiltrat paha	Exterpasi	dr. Abdullah Hasan, SpB	5	11:30:00	12:16:53
Pasien 2	Tumor paha kanan	Exterpasi	dr. Abdullah Hasan, SpB	2	7:30:00	8:16:53
Pasien 3	Hernia Sinistra (Hils)	Herniatomy	dr. Abdullah Hasan, SpB	2	8:16:53	9:06:13
Pasien 4	Tumor sela paha	Exterpasi	dr. Abdullah Hasan, SpB	5	9:16:53	10:03:46
Pasien 5	Hyroid dan phimosis	Ligasi	dr. Abdullah Hasan, SpB	3	10:12:02	10:42:45
Pasien 6	Hp	Turp	dr. Hengkinarso S, SpBU	3	14:28:49	15:25:15
Pasien 7	G2P1 bekas Sc.	Sc, Adesiolisis	dr. B. Samudra, SpOG	5	13:30:00	14:28:49
Pasien 8	Abses tumor mammae	Exterpasi	dr. Chaidir Azmat, SpB	1	9:58:55	10:47:00
Pasien 9	Tumor mammae dexter	Exterpasi	dr. Chaidir Azmat, SpB	5	8:30:00	9:16:53
Pasien 10	Hernia bilateral	Herniatomy bilateral	dr. Chaidir Azmat, SpB	4	9:30:00	10:19:18
Pasien 11	G5P4 bekas Sc.	Sc.	dr. Muhammad Syarif, SpOG	2	14:30:00	15:28:49
Pasien 12	Kista bartolimi	Exterpasi	dr. Muhammad Syarif, SpOG	2	10:30:00	10:37:19
Pasien 13	Mola	Kuret	dr. Muhammad Syarif, SpOG	2	10:37:19	11:08:44
Pasien 14	Mioma uteri	Kuret	dr. Muhammad Syarif, SpOG	1	12:30:00	13:01:25
Pasien 15	G1 gagal induksi	Sc.	dr. Muhammad Syarif, SpOG	3	13:30:00	14:28:49

Tabel 4.9 Daftar alokasi operasi pasien untuk hari Kamis, 29 April 2010 (lanjutan)

Pasien	Diagnosa	Tindakan	Dokter	Ruang operasi	Mulai	Selesai
Pasien 16	BO	Kuret	dr. IGN Budy SW, SpOG	1	8:30:00	9:01:25
Pasien 17	Kematian mudigah	Kuret	dr. IGN Budy SW, SpOG	4	13:30:00	14:01:25
Pasien 18	Hidrocel dan appendix	Hidrocel dan appendixotomy	dr. Aunurofieq, SpB	3	16:30:00	17:14:00
Pasien 19	Appnedix kronik	Appendixotomy	dr. Aunurofieq, SpB	4	14:48:18	15:41:31
Pasien 20	Appendix	Appendixotomy	dr. Aunurofieq, SpB	1	17:30:00	18:23:13
Pasien 21	Tumor mammae bilateral	Exterpasi	dr. Aunurofieq, SpB	4	14:01:25	14:48:18
Pasien 22	G2P1 bekas Sc.	Sc.	dr. Satria Alam Pohan, SpOG	1	14:30:00	15:28:49
Pasien 23	G4P3 Oblique	Sc. dan steril	dr. Roefmilina M, SpOG	5	14:28:49	15:27:38
Pasien 24	Tonsilisi akut	Tonsilektomy	dr. Hidayat Anwar, SpTHT	3	9:30:00	10:12:02
Pasien 25	Tonsilisi akut	Tonsilektomy	dr. Aswaldi A, SpTHT	4	7:30:00	8:12:02
Pasien 26	Katarak	ECCEIOL	dr. Sri Oetami, SpM	1	9:01:25	9:58:55

Dengan adanya metode penjadwalan baru ini, yaitu dengan menerapkan *binary integer nonlinear programming*, diharapkan kegiatan operasi yang dilakukan di IBS menjadi lebih optimal sehingga kepuasan dari kedua belah pihak bisa tercapai, yaitu kepuasan dari pihak rumah sakit sendiri mengenai minimalnya biaya operasional IBS serta kepuasan pasien selaku konsumen rumah sakit itu sendiri.

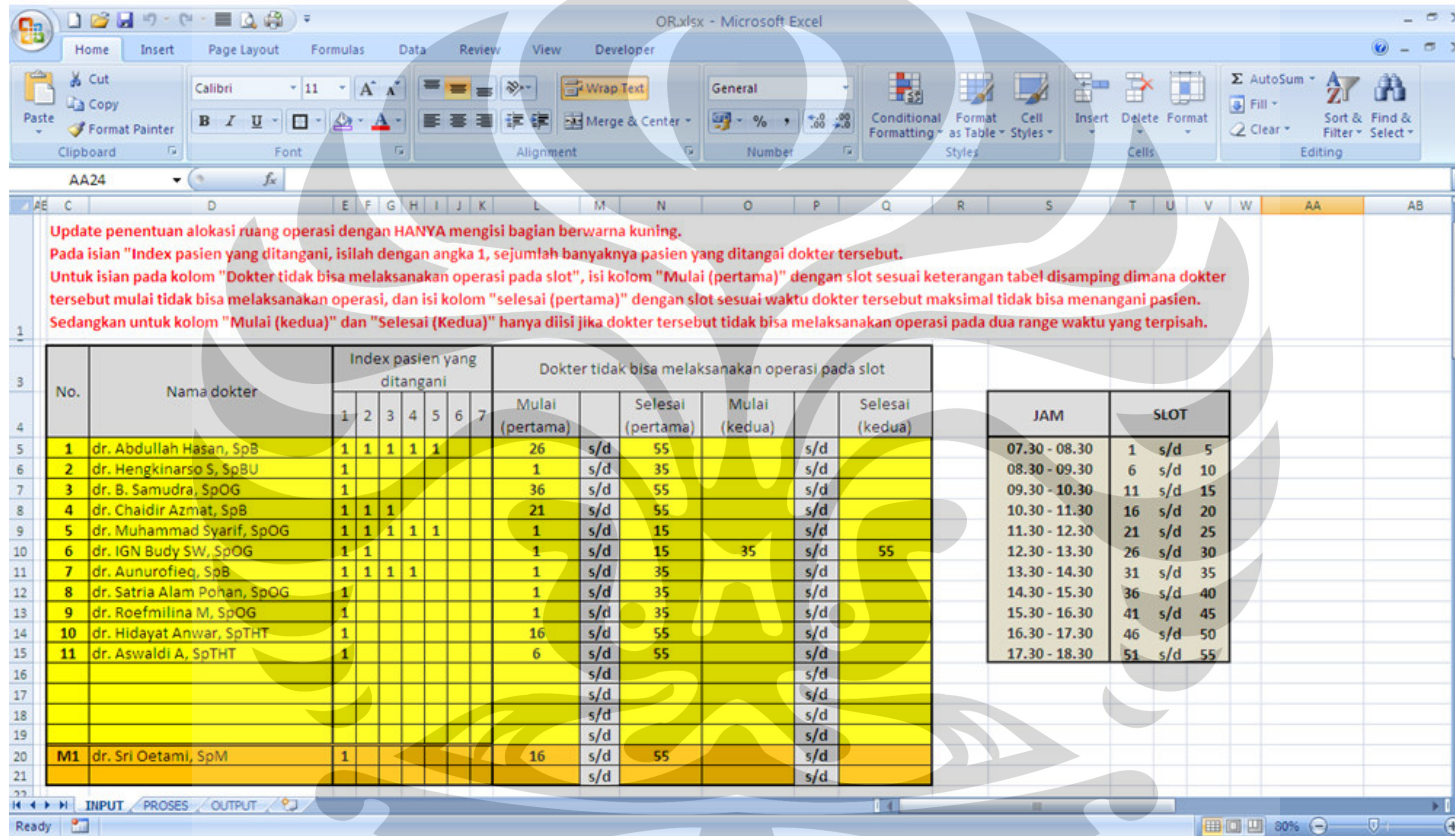
4.7 PENYEDERHANAAN MODEL DALAM IMPLEMENTASINYA

4.7.1 Pentingnya Penyederhanaan Pengolahan Data

Dalam penelitian mengenai penentuan alokasi ruang operasi ini, selain pembuatan model yang mampu mewakili kondisi sesungguhnya yang dihadapi oleh IBS, juga harus dipertimbangkan masalah kelayakan dalam implementasi model yang telah dibuat tersebut. Seperti yang telah dipaparkan sebelumnya, proses penjadwalan operasi dilakukan IBS setiap hari (kecuali jika keesokan harinya adalah hari libur) untuk semua permintaan operasi elektif dan ODC. Oleh karenanya, model yang sederhana perlu dibuat sehingga ketika dipergunakan setiap hari, orang yang mengerjakannya tidak terlalu kerepotan, terutama kaitannya dalam mengolah data pasien dan dokter yang ada agar segera bisa menghasilkan jadwal dan alokasi ruangan dengan cepat.

Salah satu cara dalam mengatasi permasalahan tersebut adalah penyederhanaan pengolahan data dengan *software* LINGO dimana *syntax* yang ada di dalamnya cukup rumit. Seseorang cenderung memilih mengisi data dalam suatu *worksheet* atau lembar kerja yang lebih sederhana, baik dalam pengisian maupun dalam membaca informasi di dalamnya. Oleh karenanya, model dalam penentuan alokasi ruang operasi ini akan lebih baik jika dibuat dalam suatu *worksheet*, seperti dalam tabel Excel yang terdapat di Microsoft Office yang langsung terhubung dengan aplikasi LINGO yang digunakan dalam mengolah persamaan tersebut untuk dihasilkan output tertentu sesuai variabel keputusan yang diharapkan.

Dalam proses pengeksporan data serta pengimporan data, LINGO telah mampu menyediakan fasilitas tersebut, salah satunya dengan perintah @OLE



Gambar 4.4 Tampilan lembar input dalam bentuk worksheet Excel

The screenshot shows a Microsoft Excel window titled "Microsoft Excel - LINGO (in OP).xlsx". The worksheet contains a LINGO process sheet with the following content:

1 LANGSUNG MENUJU BAGIAN BAWAH TEXT LINGO
 2 UPDATE SESUAI KEPERLUAN PADA BAGIAN DI BAWAH GARIS BATAS HIJAU
 3
 4
 5 PENENTUAN ALOKASI RUANG OPERASI DENGAN METODE BINOMIAL INTEGER PROGRAMING
 6 HARI KAMIS, TANGGAL 29 APRIL 2010
 7
 8 !Hanya boleh mengubah angka pada bagian yang diapit tanda ![:XX!]; !sesuai dengan batasan waktu dokter;
 9
 10 !KENDALA KETERSEDIAAN DOKTER;
 11 !Dokter 1;
 12 @SUM(PD1(A) : @SUM(SLOT(J) | J#GE# ![:26!]; #AND# J#LE# ![:55!]; : X1(A,J)) = 0;
 13 !Dokter 2;
 14 @SUM(PD2(B) : @SUM(SLOT(J) | J#GE# ![:1!]; #AND# J#LE# ![:35!]; : X2(B,J)) = 0;
 15 !Dokter 3;
 16 @SUM(PD3(C) : @SUM(SLOT(J) | J#GE# ![:36!]; #AND# J#LE# ![:55!]; : X3(C,J)) = 0;
 17 !Dokter 4;
 18 @SUM(PD4(D) : @SUM(SLOT(J) | J#GE# ![:21!]; #AND# J#LE# ![:55!]; : X4(D,J)) = 0;
 19 !Dokter 5;
 20 @SUM(PD5(E) : @SUM(SLOT(J) | J#GE# ![:1!]; #AND# J#LE# ![:15!]; : X5(E,J)) = 0;
 21 !Dokter 6;
 22 @SUM(PD6(F) : @SUM(SLOT(J) | J#GE# ![:36!]; #AND# J#LE# ![:15!]; : X6(F,J)) = 0;
 23 !Dokter 7;
 24 @SUM(PD7(G) : @SUM(SLOT(J) | J#GE# ![:1!]; #AND# J#LE# ![:35!]; : X7(G,J)) = 0;
 25 !Dokter 8;
 26 @SUM(PD8(H) : @SUM(SLOT(J) | J#GE# ![:1!]; #AND# J#LE# ![:35!]; : X8(H,J)) = 0;
 27 !Dokter 9;
 28 @SUM(PD9(I) : @SUM(SLOT(J) | J#GE# ![:1!]; #AND# J#LE# ![:35!]; : X9(I,J)) = 0;
 29
 30

On the right side, there is a table titled "Untuk Dokter :":

1	J#GE#	26	#AND#	J#LE#	55
2	J#GE#	1	#AND#	J#LE#	35
3	J#GE#	36	#AND#	J#LE#	55
4	J#GE#	21	#AND#	J#LE#	55
5	J#GE#	1	#AND#	J#LE#	15
6	J#GE#	36	#AND#	J#LE#	15
7	J#GE#	1	#AND#	J#LE#	35
8	J#GE#	1	#AND#	J#LE#	35
9	J#GE#	1	#AND#	J#LE#	35
10	J#GE#	16	#AND#	J#LE#	55
11	J#GE#	6	#AND#	J#LE#	55
12	J#GE#	1	#AND#	J#LE#	55
13	J#GE#	1	#AND#	J#LE#	55
14	J#GE#	1	#AND#	J#LE#	55
15	J#GE#	1	#AND#	J#LE#	55
M1	J#GE#	16	#AND#	J#LE#	55
M2	J#GE#	1	#AND#	J#LE#	55

Gambar 4.5 Tampilan lembar proses dalam bentuk *worksheet* Excel dengan lampiran *worksheet* LINGO

Lembar kerja dalam Excel yang ini terbagi menjadi tiga, yaitu bagian input dimana penggunaannya harus memasukkan data secara manual ke dalamnya, kemudai bagian proses yang berisi *syntax* LINGO yang dilampirkan (*embedded*) dalam halaman Excel, serta bagian output yang akan menampilkan hasil akhirnya.

Pada bagian input, seperti yang terlihat pada gambar 4.4, pengguna hanya perlu mengisi isian pada bagian yang berwarna kuning, yaitu mengenai pasien siapa saja yang akan dijadwalkan termasuk dokter yang menanganinya, serta kendala waktu yang membatasa dokter dalam melaksanakan operasi. Pada bagian kedua atau bagian proses, akan tampak suatu kotak putih kosong yang jika telah di klik dua kali maka akan tampak *syntax* LINGO di dalamnya beserta *toolbar* yang ada. Pengguna hanya perlu memasukkan data mengenai batasan waktu operasi oleh dokter ke dalam bagian yang telah ditentukan, yaitu bagian paling bawah dimana biasanya penulisan kendala ditempatkan pada bagian tengah, namun demi kemudahannya bagian yang akan diubah-ubah manual ini ditempatkan pada bagian paling bawah agar mudah ditemukan. Kemudian model tersebut dijalankan dengan mengklik tombol *Solve* yang ada pada bagian *Toolbar*. Gambar 4.5 merupakan tampilan lembar proses dalam pengolahan model dengan LINGO. Setelah proses pengolahan selesai dilakukan, maka hasil penentuan alokasi ruang operasi akan langsung dapat dilihat pada lembar output seperti yang terlihat pada gambar 4.6 berikut.

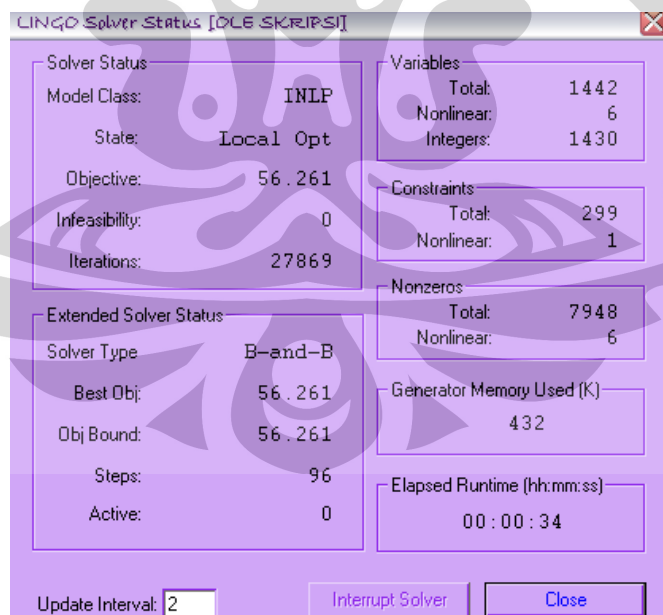


	Ruang 1	Ruang 2	Ruang 3	Ruang 4	Ruang 5
07.30 - 08.30	Pasien 4 Dokter 1	0	Pasien 1 Dokter 11	0	0
08.30 - 09.30	Pasien 1 Dokter 6	Pasien 1 Dokter 4	Pasien 1 Dokter 10	0	Pasien 3 Dokter 1
09.30 - 10.30	Pasien 1 Dokter M1	Pasien 2 Dokter 1	Pasien 3 Dokter 4	0	0
10.30 - 11.30	0	Pasien 3 Dokter 5	0	Pasien 1 Dokter 1	Pasien 2 Dokter 4
11.30 - 12.30	Pasien 4 Dokter 5	0	Pasien 5 Dokter 1	0	0
12.30 - 13.30	0	0	0	Pasien 2 Dokter 6	Pasien 2 Dokter 5
13.30 - 14.30	0	0	Pasien 1 Dokter 5	0	Pasien 1 Dokter 3
14.30 - 15.30	Pasien 1 Dokter 8	Pasien 1 Dokter 9	Pasien 1 Dokter 7	Pasien 1 Dokter 2	Pasien 5 Dokter 5
15.30 - 16.30	0	0	0	Pasien 3 Dokter 7	0
16.30 - 17.30	0	Pasien 4 Dokter 7	0	0	0
17.30 - 18.30	0	0	0	Pasien 2 Dokter 7	0

Gambar 4.6 Tampilan lembar hasil pengolahan data dalam *worksheet* Excel

Dalam pengerjaannya model dengan menggunakan *worksheet* ini, waktu yang diperlukan cukup lama, dan formula yang dibuat pun tidak hanya untuk LINGO saja, tetapi formula pada Excel itu sendiri juga cukup banyak dan kompleks, terutam adalah kaitannya mempermudah LINGO mengekstrak data yang berbentuk sangat sederhana pada tampilan input sehingga bisa dibaca oleh LINGO, serta formula-formula lain dalam menentukan hasil output sehingga bisa langsung dapat dibaca oleh tanpa perlu melihat lembar penyelesaian LINGO yang memerlukan waktu lebih lama untuk bisa mengerti isinya.

Pada penyelesaian model dengan sistem disederhanakan dengan menggunakan *worksheet* Excel ini diperoleh hasil penyelesaian yang berbeda dari model sebelumnya yang tidak menggunakan *worksheet*. Hal ini dikarenakan adanya sedikit perubahan pada beberapa variabel sehingga mempengaruhi model keseluruhannya, meskipun hasil akhir yang diperoleh juga optimal dengan nilai objektif yang sama, yaitu 56,26099 dengan alokasi 2 operasi pada jam pertama, 16 operasi pada jam normal, 5 operasi pada jam *overtime* pertama, dan masing-masing 1 operasi pada jam *overtime* kedua, ketiga, dan keempat.



Gambar 4.7 Jendela status penyelesaian model yang menggunakan *worksheet*

Seperti yang terlihat pada gambar 4.7 di atas, jendela status penyelesaian juga menunjukkan bahwa model tersebut dapat ditentukan nilai *local optimum*

setelah dilakukan 27.869 iterasi, jauh lebih banyak dari iterasi pada model sebelumnya. Hal ini dikarenakan model dengan *worksheet* ini lebih kompleks dengan 299 kendala linier dan 1 kendala nonlinier dimana model sebelumnya memiliki 162 kendala linier dan 1 kendala nonlinier, meskipun variabel keputusan yang dihasilkan sama, 1.430 variabel. Dari beberapa kali proses *running*, hasil yang diperoleh sama atau hanya memunculkan satu jenis hasil meskipun jumlah iterasi yang dilakukan berbeda-beda.

Setelah diperoleh hasilnya, selanjutnya perlu dilakukan proses *rescheduling* seperti yang dijelaskan sebelumnya. Diharapkan model yang disederhanakan dengan *worksheet* ini akan lebih aplikatif karena proses penentuan alokasi ruang operasi untuk mencapai tujuan yang diharapkan dapat dilakukan lebih cepat dan mudah dipahami dan digunakan oleh penggunanya yang dalam hal ini bagian administrasi IBS sehingga model ini akan lebih aplikatif.

4.8 PENYUSUNAN STANDAR PROSEDUR PENENTUAN ALOKASI RUANG OPERASI

Dalam proses implementasinya, model yang telah disederhanakan ini perlu dibuatkan suatu standar prosedur penentuan alokasi ruang operasinya, atau lebih dikenal dengan *Standard Operating Procedure* (SOP) sebagai pedoman bagi penggunanya (bagian administrasi IBS rumah sakit) agar proses penentuan alokasi ruang operasi dalam rangka menjadwalkan operasi yang ada dapat dilakukan secara benar sesuai urutan pengerjaan yang diminta oleh model yang dibuat sehingga hasil yang diperoleh bisa valid. SOP ini berisi langkah-langkah detail mengenai urutan kegiatan yang harus dilakukan oleh pihak yang melaksanakan penjadwalan yang dimulai dari kegiatan paling awalnya yaitu membuka *file* yang akan mengolahnya, hingga langkah paling akhir yaitu pembacaan hasil penjadwalan operasi. Berikut ini SOP untuk proses penentuan alokasi ruang operasi dengan menggunakan model *worksheet* yang merupakan model LINGO sederhananya.

Tabel 4.10 Standar prosedur penentuan alokasi ruang operasi

HARI/ TANGGAL OPERASI :		INSTALASI BEDAH SENTRAL	
STANDAR PROSEDUR PENENTUAN ALOKASI RUANG OPERASI			
NO.	KEGIATAN		
1	Membuka file Microsoft Excel penentuan alokasi ruang operasi		
2	Menyimpan file tersebut dengan nama file sesuai tanggal operasi yang akan dijadwalkan		
3	Membuka <i>sheet</i> 1 : Input		
4	Mengisikan data nama dokter yang akan melaksanakan operasi. Dokter dengan spesialisasi nonmata pada bagian atas (bagian berwarna kuning) dan dokter spesialis mata pada bagian bawah (bagian berwarna orange tua)		
5	Mengisikan data index pasien pada baris yang sejajar dengan dokter yang menangani dengan angka apapun kecuali 0 sebanyak jumlah pasien yang ditangani dokter tersebut		
6	Mengisikan data keterbatasan waktu operasi dokter pada kolom "Dokter tidak bisa melaksanakan operasi pada slot" sesuai index slot dimana dokter tersebut berhalangan. Pengisian meliputi kolom "mulai (pertama)" serta "sampai (pertama)", dan jika masih ada keterbatasan waktu lagi maka diisi pula kolom "milai (kedua)" dan "selesai (kedua)"		
7	Membuka <i>sheet</i> 2 : Proses		
8	Klik 2 kali bagian kotak embedde hingga terlihat syntax LINGO dan toolbar Excel berubah menjadi toolbar LINGO		
9	Geser ke bagian bawah dengan blogroll yang ada hingga ditemukan bagian yang dibatasi garis hijau		
10	Ubah bagian yang diapit dengan karakter berwarna hijau sesuai dengan yang terlihat pada tabel sebelah kanan		
11	Jalankan program LINGO dengan mengklik tanda "Solve" pada toolbar LINGO		
12	Membuka <i>sheet</i> 3 : Output		
13	Menyimpan kembali file tersebut		
14	Hasil yang diperoleh kemudian dipindahkan dan dibuat dalam tabel biasa dengan menyertakan detail nama pasien, nama dokter yang menangani, diagnosis penyakit serta tindakan operasi yang akan dilakukan		
15	Menuliskan waktu mulai operasi untuk setiap pasien		
16	Memasukkan data durasi rata-rata operasi sesuai jenis tindakan operasi yang dilakukan berdasarkan daftar durasi rata-rata penanganan operasi		
17	Menentukan waktu selesainya operasi dengan menambahkan durasi rata-rata operasi dengan waktu mulai operasi		
18	Khusus untuk beberapa operasi yang dilakukan berurutan, maka waktu mulai operasi pasien kedua dari urutan tersebut adalah waktu selesai operasi sebelumnya. Begitu pula dengan operasi ketiga, maka waktu mulai operasinya adalah waktu selesai operasi kedua atau operasi sebelumnya, dan seterusnya, jika ternyata terdapat tiga atau lebih operasi yang dilakukan berurutan di satu ruangan (baik oleh dokter yang sama maupun berbeda)		
19	Mencetak hasil penentuan alokasi ruang operasi untuk disosialisasikan dengan dokter yang bersangkutan serta tenaga medis dan kru operasi lain		
		Efektif Tanggal :	
		Kepala IBS	Administrasi IBS
		Disetujui	Dibuat

Dengan adanya SOP atau standar prosedur operasional ini diharapkan pihak administrasi IBS sebagai pihak yang melakukan penjadwalan operasi dapat lebih mudah dalam proses penjadwalannya serta sebagai suatu dokumen yang bermanfaat bagi pihak IBS dalam kaitannya manajemen pengetahuan yang ada.

BAB 5

KESIMPULAN

Pada bab kelima ini akan dibahas mengenai kesimpulan dari keseluruhan penelitian ini serta saran dari penulis untuk penelitian selanjutnya.

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sesuai dengan tujuan penelitian yang ingin dicapai, yaitu:

1. Diperoleh model penentuan alokasi ruang operasi yang mampu memberikan solusi optimal dengan mempertimbangkan kendala-kendala yang ada.
2. Proses pemasukan data pada model pertama memerlukan waktu yang cukup lama namun dalam penentuan solusi optimalnya dapat dilakukan dalam waktu yang sangat singkat, yaitu dalam waktu 9 detik dengan menggunakan *software* LINGO pada komputer berprocessor Centrino Duo dengan 512 MB DDR setelah melalui 6.348 iterasi.
3. Proses pemasukan data pada model kedua yang memiliki *worksheet* dengan tampilan lebih sederhana memerlukan waktu yang lebih cepat dibandingkan dengan waktu pemasukan data pada model pertama, namun dalam penentuan solusinya model kedua memerlukan waktu yang lebih lama namun tidak terlalu signifikan, yaitu 34 detik dengan spesifikasi komputer yang sama karena proses iterasi yang jauh lebih banyak, yaitu 27.869 kali iterasi.

5.2 SARAN

Sebagai bahan penyempurnaan untuk penelitian selanjutnya, saran yang dapat dipertimbangkan adalah mengenai pemasukan faktor kedatangan pasien *emergency* dalam ruang operasi dimana kedatangannya tidak dapat ditentukan secara pasti, padahal operasi tersebut harus segera dilaksanakan. Solusi dari model yang dibuat diharapkan mampu mengoptimalkan fungsi ruang operasi serta meminimalkan tertundanya operasi elektif akibat operasi *emergency* yang muncul.

DAFTAR REFERENSI

- Edelina, Diang. (2005). *Optimalisasi Capacitated ARC Routing Problem dengan Menggunakan Programa Integer (Studi Kasus : Rue Penyiraman Jalan pada Tambang Batubara PT.PN)*.Depok: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Fei, H.,Chu, C., & Meskens, N. (5 Agustus 2008). Springer Science: Business Media, LLC 2008. *Solving a Tactical Operating Room Planning Problem by a Column-Generation-Based Heuristic Procedure with Four Criteria*. 2 April 2010. <http://www.springerlink.com/content/y150631n58r8784q/fulltext.pdf>
- Integer Linear Programming. (24 maret 2010). <http://fatchia.blogdetik.com/2010/03/24/integer-linear-programming/>
- Lamiri, Mehdi. et al. (1 Februari 2006). *European Journal of Operational Research* 185 (2008) 1026–1037: *A Stochastic Model for Operating Room Planning with Elective and Emergency Demand for Surgery*. 27 Maret 2010. www.emse.fr/~xie/papersXie/LamiriXieEJOR2008.pdf
- Linear Programming. (n.d). 12 April 2010. http://en.wikipedia.org/wiki/Linear_programming/
- Macario, Alex., Dexter, Franklin., & Traub, Rodney D. (2 April 2001). *Hospital Profitability per Hour of Operating Room Time Can Vary Among Surgeons*. <http://www.anesthesia-analgesia.org/content/93/3/669.abstract>
- Mazzei, William J. (1 April 1999). *Maximizing Operating Room Utilization: A Landmark Study*. www.anesthesia-analgesia.org/content/89/1/1.full
- Montgomery, Douglas C. (2005). *Design and Analysis of Experiment* (6th ed.) USA: JohnWiley & Son Inc.
- Oostrum, Jeroen M Van. et al. (21 September 2006). *Springer journal : A Master Surgical Scheduling Approach for Cyclic Scheduling in Operating Room Departments*. 22 Maret 2010. <http://www.springerlink.com/content/58021244640778u3/fulltext.pdf>
- Schrage, Linus. (2006). *Optimization Modelling with LINGO* (6th ed.). Chicago, Illinois: LINDO system Inc.

- Taha, Hamdy A. (2003). *Operation Research: An Introduction* (7th ed.). New Jersey: Pearson Education Inc.
- Wang, Di, & Xu, Jiuping. (2008). IEEE journal: *A Fuzzy Multi-objective Optimizing Scheduling for Operation Room in Hospital*. 22 Maret 2010. <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=04737942>
- Zhang, Bo. et al. (2008). *A Mixed Integer Programming Approach for Allocating Operating Room Capacity*. 22 Maret 2010. http://www-rcf.usc.edu/~maged/publications/paper_jan_08_jors.pdf





Lampiran 1. Daftar Jadwal Praktek Poliklinik Dokter

No	Nama Dokter	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu
1	Abdullah Bachmid, SpR	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00
2	Abdullah Hasan, SpB	Tidak Praktek	11:00 - 17:00	Tidak Praktek	Tidak Praktek	11:00 - 17:00	11:00 - 17:00
3	Ahmad Helmy, SpOG	08:00 - 14:00	14:00 - 22:00	Tidak Praktek	Tidak Praktek	08:00 - 22:00	Tidak Praktek
4	Ariadi Humardhani, dr. SpPD	Tidak Praktek	Tidak Praktek	Tidak Praktek	14.00 - 16.00	Tidak Praktek	Tidak Praktek
5	Aswaldi A, SpTHT	Tidak Praktek	08:00 - 17:00	Tidak Praktek	08:00 - 17:00	Tidak Praktek	08:00 - 17:00
6	Aunurofieq, SpB	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	08:00 - 22:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00
7	Azizah Ariani, SpPK	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	08:00 - 17:00	08:00 - 17:00	08:00 - 17:00	08:00 - 14:00
8	Chaidir Azmat, SpB	11:00 - 17:00	Tidak Praktek	11:00 - 17:00	11:00 - 17:00	Tidak Praktek	Tidak Praktek
9	Donny Hamid, SpS	11:00 - 17:00	08:00 - 11:00	11:00 - 17:00	08:00 - 11:00	11:00 - 17:00	08:00 - 11:00
10	Donny Jandiana	08:00 - 17:00	Tidak Praktek	Tidak Praktek	08:00 - 14:00	08:00 - 17:00	Tidak Praktek
11	Eko Aries Santo, SpBU	Tidak Praktek	08:00 - 14:00	08:00 - 17:00	Tidak Praktek	Tidak Praktek	08:00 - 17:00
12	Ellen Rostati, SpA	Tidak Praktek	14:00 - 20:00	11:00 - 14:00	14:00 - 20:00	Tidak Praktek	08:00 - 14:00
13	Endang Purwanti, SpA	08:00 - 14:00	08:00 - 11:00	08:00 - 20:00	08:00 - 11:00	08:00 - 11:00	08:00 - 20:00
14	Gayanti, SpKK	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00
15	Gotot Sumantri, SpS	08.00 - 11.00	08.00 - 11.00	08.00 - 17.00	08.00 - 11.00	08.00 - 10.00	08.00 - 17.00
16	Hadi Mukti S, SpNK	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	08:00 - 17:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00
17	Hasnidar, drg	08:00 - 11:00	08:00 - 11:00	08:00 - 20:00	08:00 - 11:00	08:00 - 11:00	08:00 - 11:00

Lampiran 1. Daftar Jadwal Praktek Poliklinik Dokter (lanjutan)

No	Nama Dokter	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu
18	Hediana, SpA	08.00 - 22.00	Tidak Praktek	Tidak Praktek	Tidak Praktek	08.00 - 22.00	Tidak Praktek
19	Hengkinarso S, SpBU	14:00 - 17:00	08:00 - 14:00	14:00 - 17:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	Tidak Praktek
20	Herawati, SpJP	08.00 - 11.30	08.00 - 11.30	08.00 - 11.30	08.00 - 17.00	08.00 - 11.30	08.00 - 11.30
21	Hidayat Anwar, SpTHT	08:00 - 17:00	Tidak Praktek	08:00 - 17:00	Tidak Praktek	08:00 - 17:00	Tidak Praktek
22	HPM Sianipar, SpPD	11:00 - 20:00	11:00 - 20:00	11:00 - 20:00	11:00 - 20:00	11:00 - 20:00	Tidak Praktek
23	IGN Budy SW, SpOG	14:00 - 22:00	Tidak Praktek	08:00 - 14:00	Tidak Praktek	08:00 - 14:00	14:00 - 22:00
24	Isna Hanum, drg	08:00 - 14:00	08:00 - 20:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00
25	Juliani K I, drg, SpBM	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	08:00 - 20:00
26	Krissubanu, SpP	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	Tidak Praktek	08:00 - 14:00	08:00 - 17:00
27	Laksmi N, SpA	14.00 - 22.00	14.00 - 22.00	Tidak Praktek	Tidak Praktek	Tidak Praktek	Tidak Praktek
28	Lely Hadiati, SpR	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	14:00 - 20:00	08:00 - 14:00	14:00 - 20:00	08:00 - 14:00
29	Muhammad Syarif, SpOG	14.00 - 17.00	Tidak Praktek	14.00 - 17.00	Tidak Praktek	Tidak Praktek	Tidak Praktek
30	Nugroho Budi S, SpPD	Tidak Praktek	14:00 - 20:00	Tidak Praktek	14:00 - 20:00	Tidak Praktek	14:00 - 20:00
31	Nur Khadziq, SpJP	08.00 - 17.00	08.00 - 11.30	08.00 - 11.30	08.00 - 11.30	08.00 - 10.00	08.00 - 11.00
32	Revy Sriyanti, drg	08:00 - 20:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00
33	Ridwan, SpS	08:00 - 11:00	11:00 - 17:00	08:00 - 11:00	11:00 - 17:00	08:00 - 11:00	08:00 - 11:00
34	Roefmilina M, SpOG	Tidak Praktek	Tidak Praktek	Tidak Praktek	14.00 - 22.00	Tidak Praktek	14.00 - 22.00

Lampiran 1. Daftar Jadwal Praktek Poliklinik Dokter (lanjutan)

No	Nama Dokter	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu
35	Roosdahlia, SpRM	08:00 - 17:00	08:00 - 14:00	08:00 - 17:00	08:00 - 14:00	08:00 - 17:00	08:00 - 11:00
36	Saekhu, SpBS	08:00 - 14:00	Tidak Praktek	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	Tidak Praktek	Tidak Praktek
37	Satria Alam Pohan, SpOG	14:00 - 22:00	Tidak Praktek	14:00 - 22:00	08:00 - 14:00	Tidak Praktek	Tidak Praktek
38	Sephora, drg	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	08:00 - 20:00	08:00 - 14:00
39	Sonny Chandra, SpKJ	08:00 - 17:00	08:00 - 14:00	08:00 - 17:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	Tidak Praktek
40	Sri Oetami, SpM	08:00 - 17:00	Tidak Praktek	08:00 - 17:00	Tidak Praktek	08:00 - 17:00	Tidak Praktek
41	Subagyo, SpP	08:00 - 14:00	Tidak Praktek	08:00 - 14:00	08:00 - 17:00	08:00 - 20:00	08:00 - 14:00
42	Sumarini Markum, SpM	Tidak Praktek	08:00 - 17:00	Tidak Praktek	08:00 - 17:00	Tidak Praktek	08:00 - 17:00
43	Syafrizal, SpP	08:00 - 14:00	08:00 - 17:00	08:00 - 14:00	08:00 - 17:00	Tidak Praktek	08:00 - 14:00
44	Syafrudin Surin, SpJP	08:00 - 14:00	08:00 - 20:00	08:00 - 20:00	08:00 - 14:00	08:00 - 20:00	14:00 - 20:00
45	Tarmizi, SpR	14:00 - 20:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	Tidak Praktek	08:00 - 14:00	08:00 - 20:00
46	Teddy Ervano, SpPD	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00	08:00 - 14:00
47	Tuty Rahayu, SpA	08:00 - 11:00	08:00 - 11:00	08:00 - 11:00	08:00 - 11:00	08:00 - 20:00	08:00 - 11:00
48	Vinna Nancy H, SpP	14:00 - 22:00	Tidak Praktek	Tidak Praktek	17:00 - 22:00	Tidak Praktek	Tidak Praktek
49	Wahyu Dewabrata, SpPD	14:00 - 20:00	Tidak Praktek	14:00 - 20:00	Tidak Praktek	08:00 - 20:00	Tidak Praktek
50	Yon Ahmad S, drg, SpOrt	08:00 - 14:00	08:00 - 11:00	08:00 - 14:00	08:00 - 20:00	08:00 - 14:00	08:00 - 20:00
51	Yudi Amiarno, SpBU	08:00 - 14:00	08:00 - 17:00	08:00 - 14:00	14:00 - 17:00	Tidak Praktek	08:00 - 14:00

