**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**USULAN TUGAS AKHIR**

# IDENTITAS PENGUSUL

**NAMA : INES DWI ANDINI**

**NRP : 5110100218**

**DOSEN WALI : Ir. R. V. Hari Ginardi, M.Sc., Ph.D.**

**DOSEN PEMBIMBING : 1. Ahmad Saikhu, S.Si., M.T.   
 2. Rully Soelaiman, S.Kom., M.Kom.**

# JUDUL TUGAS AKHIR

“Optimasi Unit Layanan *Magnetic* *Resonance* *Imaging* Berbasis Metode *Monte* *Carlo* dan Pemrograman Dinamis”

# LATAR BELAKANG

*Magnetic* *Resonance* *Imaging* (MRI) *Scanner* merupakan peralatan medis yang tergolong mahal, baik ditinjau dari harga beli maupun biaya perawatan. Selain itu, pemeriksaan MRI *Scan* merupakan pemeriksaan dengan jumlah permintaan yang cukup tinggi. Oleh karena itu, perlu diterapkan suatu sistem penjadwalan penggunaan MRI *Scanner* agar dapat menguntungkan secara bisnis dan memenuhi seluruh permintaan pasien, namun tetap dapat menjaga kualitas alat pemeriksaan. Permasalahan ini dapat diselesaikan dengan menggunakan sistem penjadwalan berbasis kontrak. Dengan menerapkan sistem ini, slot pemeriksaan MRI *Scan* dibagi menjadi dua, yaitu *Regular* *Time* *Slots* (RTS) dan *Contracted* *Time* *Slots* (CTS) [[1](#Gen11)].

Sistem penjadwalan berbasis kontrak ini tidak dapat diselesaikan secara langsung menggunakan model pemrograman stokastik. Oleh karena itu permasalahan ini perlu diselesaikan dengan cara membagi permasalahan menjadi dua sub-masalah, yaitu menentukan banyaknya alokasi CTS setiap harinya dan menentukan kebijakan penentuan pasien dalam RTS atau CTS. Banyaknya alokasi CTS setiap harinya dapat diselesaikan dengan pendekatan *Monte* *Carlo* *Optimization* dan dioptimalkan dengan *Local* *Search*. Sedangkan, kebijakan penentuan pasien pada RTS atau CTS dapat diselesaikan dengan pendekatan *average* *cost* *Markov* *Decision* *Process*. Pendekatan metode tersebut terbukti optimal dalam menyelesaikan permasalahan penjadwalan pemeriksaan MRI *Scan*.

# RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah untuk tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana konsep penerapan pendekatan optimasi *Monte* *Carlo* dan *Local Search* untuk menentukan banyaknya alokasi CTS setiap harinya?
2. Bagaimana konsep penerapan pendekatan *average* *cost* *Markov* *Decision* *Process* dalam pembuatan kebijakan penentuan pasien pada CTS atau RTS?
3. Bagaimana implementasi kedua konsep di atas?
4. Bagaimana melakukan uji coba metode pendekatan optimasi *Monte* *Carlo* dan *Local* *Search* serta pendekatan *average* *cost* *Markov* *Decision* *Process* dalam menyelesaikan permasalahan penjadwalan pemeriksaan MRI *Scan*?

# BATASAN MASALAH

Permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini memiliki beberapa batasan, yaitu sebagai berikut.

1. Sistem perangkat lunak dibangun dengan menggunakan perangkat lunak MATLAB R2013b atau MATLAB R2008a.
2. Data uji coba pertama menggunakan *base case* dengan faktor pembobotan.
3. Data uji coba kedua menggunakan *base case* dengan tingkat keterlambatan untuk RTS adalah TR .
4. Data uji coba ketiga menggunakan *base* *case* dengan pola kedatangan pasien yang berbeda.
5. Data uji coba keempat menggunakan *base* *case* dengan laju kedatangan pasien yang berbeda.

# TUJUAN PEMBUATAN TUGAS AKHIR

Tujuan dan manfaat dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui konsep penerapan pendekatan optimasi *Monte* *Carlo* dan *Local Search* dalam menentukan banyaknya alokasi CTS setiap harinya.
2. Mengetahui konsep penerapan pendekatan *average* *cost* *Markov* *Decision* *Process* dalam pembuatan kebijakan penentuan pasien pada CTS atau RTS.
3. Mengimplementasikan kedua konsep yang telah didapat.
4. Membandingkan hasil yang didapat dari *base* *case* yang mengikuti distribusi Poisson, Normal, dan Erlang.
5. Membuktikan bahwa metode pendekatan optimasi *Monte* *Carlo* dan *Local* *Search* serta pendekatan *average* *cost* *Markov* *Decision* *Process* dapat menyelesaikan permasalahan penjadwalan pemeriksaan MRI *Scan.*

# MANFAAT TUGAS AKHIR

Tugas akhir ini dibuat dengan harapan dapat memberikan manfaat di bidang informatika dalam pengaturan penjadwalan pemeriksaan MRI *Scan*, sehingga dapat memenuhi seluruh permintaan pasien untuk melakukan pemeriksaan MRI *Scan* dengan tetap menjaga kualitas alat pemeriksaan. Selain itu, dengan adanya pengaturan penjadwalan ini dapat membawa keuntungan secara bisnis bagi pihak rumah sakit.

# TINJAUAN PUSTAKA

1. Pemrograman Stokastik

Dalam bidang optimasi matematika, pemrograman stokastik merupakan kerangka kerja untuk memodelkan permasalahan optimasi yang melibatkan ketidakpastian. Model stokastik mengandung unsur acak atau distribusi peluang, sehingga tidak hanya membuat penaksiran keluaran yang definitif tetapi juga disertai dengan deviasi (*variance*) [[2](#Sto13)]. Dalam tugas akhir ini akan digunakan pendekatan model pemrograman stokastik untuk pengaturan penjadwalan pemeriksaan MRI *Scan*.

1. *Markov Decision Process*

Markov Decision Process merupakan suatu kerangka matematika untuk permodelan pengambilan keputusan yang memiliki hasil yang sebagian acak dan sebagian di bawah kendali pengambil keputusan. *Markov* *Decision* *Process* ini merupakan metode yang telah dikenal luas dalam pengambilan keputusan untuk model-model stokastik. *Markov* *Decision* *Process* merupakan perluasan dari *Markov* *Chains*, perbedaannya terletak pada penambahan aksi dan reaksi [[3](#Mar13)]. Dalam tugas akhir ini, metode *Markov* *Decision* *Process* digunakan dalam pembuatan kebijakan penentuan pasien pada CTS atau RTS.

1. Kombinasi *Monte Carlo Optimization* dan *Local Search*

Metode *Monte* *Carlo* merupakan algoritme komputasi yang mengandalkan pengulangan sample random untuk mendapatkan hasil numerik. Metode *Monte* *Carlo* banyak digunakan pada permasalahan yang berhubungan dengan optimasi, integrasi numerik, dan pembangkitan bilangan acak dengan distribusi probabilitas. *Monte* *Carlo* *Optimization* digunakan untuk meminimalkan atau memaksimalkan fungsi dari beberapa vector yang seringkali memiliki dimensi yang besar [[4](#Mon13)]. Dalam tugas akhir ini, metode *Monte* *Carlo* *Optimization* digunakan untuk menentukan banyaknya alokasi CTS setiap harinya. Jumlah alokasi CTS yang didapat kemudian dioptimasi dengan menggunakan metode *Local* *Search*. Metode *Local* *Search* merupakan metode metaheuristik untuk memecahkan permasalahan optimasi. Metode ini diformulasikan untuk menemukan solusi yang maksimal dari beberapa kandidat solusi. Algoritme *Local* *Search* bergerak dari solusi satu ke solusi lain dalam himpunan kandidat solusi dengan menerapkan perubahan local hingga solusi dianggap optimal atau waktu telah habis [[5](#Loc13)].

# RINGKASAN ISI TUGAS AKHIR

Permasalahan penjadwalan pemeriksaan MRI *Scan* merupakan permasalahan yang sulit diselesaikan, karena melibatkan dua buah keputusan berbeda secara simultan. Keputusan yang pertama berada dalam ruang bilangan bulat diskrit, sedangkan keputusan yang kedua berkaitan dengan kebijakan pengendalian yang optimal dalam *real*-*time* [[1](#Gen11)]*.*

Langkah-langkah untuk menyelesaikan permasalahan penjadwalan pemeriksaan MRI Scan adalah sebagai berikut.

Langkah I : Memodelkan permasalahan, meliputi menentukan asumsi, notasi, dan model pemrograman stokastik yang digunakan.

* Beberapa asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut.

Asumsi 1 : Hanya pemeriksaan MRI *Scan* yang diperhitungkan dan setiap pasien hanya membutuhkan satu slot waktu pemeriksaan. Setiap pasien dapat dimasukkan dalam RTS atau CTS. Untuk setiap pemeriksaan membutuhkan waktu ± 30 menit.

Asumsi 2 : Pasien darurat tidak diperhitungkan. Semua pasien memiliki prioritas yang sama.

Asumsi 3 : Kedatangan pasien bervariasi selama satu minggu. Kedatangan pasien dalam suatu hari tidak bergantung pada kedatangan pasien di hari lain.

* Beberapa notasi yang digunakan adalah sebagai berikut.

t indeks hari, dimana t = 1,…,T

i indeks hari dalam satu minggu

i = 1,…,7 = Senin, …, Minggu

d(t) berhubungan dengan *weekday* dari t d(t) E {1,…,7}

TR rata-rata waktu tunggu RTS untuk melakukan pemeriksaan MRI *Scan* TR>1

c faktor *penalty* untuk CTS yang tidak terpakai

at jumlah pasien yang datang pada hari ke-t dapat dinyatakan dalam matriks probabilitas P=[Pij] dengan i menunjukkan hari (i=1,…,7) dan j menunjukkan

minggu (j≥0)

nt jumlah CTS pada hari ke-t

xt jumlah pasien yang menunggu CTS pada akhir hari

ke-t (x0 diberikan)

yt jumlah pasien yang di-assign ke RTS pada hari ke-t

* Model pemrograman stokastik yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Fungsi tujuan dalam model pemrograman stokastik yang digunakan ditunjukkan pada persamaan (1) di bawah ini.

(1)

1. Fungsi pembatas dalam model pemrograman stokastik yang digunakan ditunjukkan pada persamaan (2), (3), dan (4) di bawah ini.

(2)

(3)

(4)

Langkah II : Mengimplementasikan pendekatan *average* *cost* *Markov* *Decision* *Process*. Dengan penggunaan metode ini, dapat diperoleh angka *threshold* Li untuk setiap hari ke-i. Nilai Li inilah yang akan menjadi acuan dalam pembuatan kebijakan penempatan pasien dalam RTS atau CTS. Pasien yang datang akan di-assign pada RTS untuk menjaga agar antrian pada CTS tetap dibawah *threshold* (Li) [[6](#Gen13)].

Langkah III : Mengimplementasikan pendekatan *Monte* *Carlo* *Optimization* untuk mendapatkan jumlah alokasi CTS setiap harinya dan distribusinya.

Langkah IV : Melakukan perbaikan hasil yang diperoleh dari langkah III dengan menggunakan metode *Local* *Search*.

# METODOLOGI

Metode yang akan dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir ini memiliki beberapa tahapan, yaitu sebagai berikut.

1. Penyusunan Proposal Tugas Akhir

Tahap awal yang harus dilakukan untuk memulai pengerjaan tugas akhir adalah penyusunan proposal tugas akhir. Dalam proposal tugas akhir yang dibuat, penulis mengajukan gagasan pendekatan optimasi *Monte* *Carlo* dan *Local Search* serta pendekatan *average* *cost* *Markov* *Decision* *Process* dalam pengaturan penjadwalan pemeriksaan MRI *Scan.*

1. Studi Literatur

Pada tahap studi literatur, penulis melakukan pencarian informasi dan studi literatur yang terkait dengan algoritme yang digunakan. Informasi dan literatur yang digunakan dapat diperoleh dari berbagai sumber, misalnya buku acuan, *internet*, paper utama, dan paper pendukung.

1. Analisis dan Desain Perangkat Lunak

Analisis dan desain merupakan tahapan yang penting dilakukan sebelum pembangunan perangkat lunak (algoritme) dilakukan. Pada tahap ini, penulis menganalisis serta mendesain perangkat lunak (algoritme) yang akan dibangun dengan mengacu pada proposal yang telah dibuat dan hasil studi literatur yang telah dilakukan sebelumnya.

1. Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi merupakan tahapan pembangunan perangkat lunak (algoritme) sesuai dengan hasil analisis dan desain yang telah dilakukan sebelumnya. Implementasi dilakukan dengan menggunakan kakas bantu MATLAB.

1. Pengujian dan Evaluasi

Pada tahap pengujian dan evaluasi, penulis melakukan beberapa percobaan numerik kemudian mengevaluasi hasil percobaan tersebut. Evaluasi yang dilakukan berkaitan dengan lamanya waktu tunggu pasien, jumlah CTS yang tidak terpakai, dan jumlah RTS.

1. Penyusunan Buku Tugas Akhir

Tahap akhir dalam pengerjaan tugas akhir adalah penyusunan buku tugas akhir. Buku ini berisi dasar teori dan metode yang digunakan dalam tugas akhir serta hasil dari implementasi aplikasi perangkat lunak yang telah dibuat. Sistematika penulisan buku tugas akhir secara garis besar adalah sebagai berikut.

1. Pendahuluan
2. Latar Belakang
3. Rumusan Masalah
4. Batasan Tugas Akhir
5. Tujuan
6. Metodologi
7. Sistematika Penulisan
8. Tinjauan Pustaka
9. Desain dan Implementasi
10. Pengujian dan Evaluasi
11. Kesimpulan dan Saran
12. Daftar Pustaka

# JADWAL KEGIATAN

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No. | Tahapan | Bulan | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| September 2013 | | | | Oktober 2013 | | | | November 2013 | | | | Desember 2013 | | | | Januari 2014 | | | |
| 1. | Penyusunan Proposal |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2. | Studi Literatur |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3. | Implementasi |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4. | Pengujian dan Evaluasi |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5. | Penyusunan Buku Tugas Akhir |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

# DAFTAR PUSTAKA

x

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | Na Geng, Xiaolan Xie, Vincent Augusto, and Zhibin Jiang, "A Monte Carlo Optimization and Dynamic Programming Approach for Managing MRI Examinations of Stroke Patients," *IEEE Transactions on Automatic Control*, vol. 56, no. 11, pp. 2515-2529, November 2011. |
| [2] | (2013, September) Stochastic programming. [Online]. <http://en.wikipedia.org/wiki/Stochastic_programming> |
| [3] | (2013, September) Markov decision process. [Online]. <http://en.wikipedia.org/wiki/Markov_decision_process> |
| [4] | (2013, September) Monte Carlo method. [Online]. <http://en.wikipedia.org/wiki/Monte_Carlo_method#Simulation_and_optimization> |
| [5] | (2013, September) Local search (optimization). [Online]. <http://en.wikipedia.org/wiki/Local_search_(optimization)> |
| [6] | Na Geng, Xiaolan Xie, and Zhibin Jiang, "Implementation Strategies of a Contract-based MRI Examination Reservation Process for Stroke Patients," *European Journal of Operational Research*, no. 231, pp. 371-380, June 2013. |

x