

SKRIPSI

**FLEXIBLE FLOW SHOP SCHEDULING PROBLEM
DENGAN RED DEER ALGORITHM**



Teresa Magira Gontina

NPM: 6181801072

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2023**

UNDERGRADUATE THESIS

**FLEXIBLE FLOW SHOP SCHEDULING PROBLEM
WITH RED DEER ALGORITHM**



Teresa Magira Gontina

NPM: 6181801072

**DEPARTMENT OF INFORMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**FLEXIBLE FLOW SHOP SCHEDULING PROBLEM
DENGAN RED DEER ALGORITHM**

Teresa Magira Gontina

NPM: 6181801072

Bandung, 16 Januari 2023

Menyetujui,

Pembimbing

**Digitally signed
by Cecilia Esti
Nugraheni**

Dr.rer.nat.Cecilia Esti Nugraheni, ST, MT

Ketua Tim Penguji

**Digitally signed
by Keenan
Adiwijaya Leman**

Keenan Adiwijaya Leman, ST, MT

Anggota Tim Penguji

**Digitally signed
by Lionov**

Lionov, S.Kom., M.Sc., Ph.D.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

**Digitally signed
by Mariskha Tri
Adithia**

Mariskha Tri Adithia, P.D.Eng

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

FLEXIBLE FLOW SHOP SCHEDULING PROBLEM DENGAN RED DEER ALGORITHM

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
Tanggal 16 Januari 2023



Teresa Magira Gontina
NPM: 6181801072

ABSTRAK

Menurut J.W. Hermann (2004), penjadwalan adalah perencanaan dari operasi yang dilakukan serta penentuan siapa yang akan mengerjakan pekerjaan tersebut. Manfaat dari adanya penjadwalan adalah dapat diestimasi penggunaan waktu dan sumber daya yang tersedia. Pemanfaatan waktu dan sumber daya yang efisien dapat meningkatkan keuntungan. Oleh karena itu banyak penelitian yang telah dilakukan untuk menemukan cara agar dapat diperoleh penjadwalan yang optimal. Pada skripsi ini akan dibahas pemanfaatan algoritma metaheuristik dalam penyelesaian permasalahan penjadwalan sehingga dapat diperoleh pemanfaatan waktu yang efisien. Algoritma yang akan digunakan untuk memecahkan masalah adalah algoritma metaheuristik *Red Deer*.

Terdapat berbagai tipe permasalahan penjadwalan yang ada namun skripsi ini akan membahas permasalahan *Flexible Flow Shop Scheduling*. Karakteristik utama dari permasalahan *Flexible Flow Shop Scheduling* adalah adanya minimal satu tahap produksi yang memiliki lebih dari satu mesin untuk menyelesaikan tahap pekerjaan tersebut. Karakteristik lain yang dimiliki oleh *flow shop* juga teraplikasi pada permasalahan ini seperti alur yang sama untuk seluruh pekerjaan. Hasil dari penyelesaian permasalahan ini adalah sebuah penjadwalan dan nilai *makespan* yaitu waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan.

Algoritma metaheuristik adalah algoritma yang dibuat untuk memecahkan permasalahan dengan kompleksitas tinggi seperti permasalahan kombinatorial *Flexible Flow Shop Scheduling* yang akan dibahas dalam penelitian ini. Algoritma *Red Deer* adalah algoritma metaheuristik yang terinspirasi oleh sistem perkawinan Rusa Merah Skotlandia. Dalam penyelesaian masalah, algoritma *Red Deer* memiliki tahap pertarungan dan perkawinan yang akan membantu pencarian kombinasi solusi baru. Hasil yang akan diberikan adalah berupa kombinasi solusi terbaik yang berhasil didapatkan.

Hasil akhir dari penelitian ini adalah sebuah perangkat lunak untuk memecahkan *Flexible Flow Shop Scheduling Problem* dengan *Red Deer Algorithm*. Perangkat lunak diuji menggunakan *test case* dari *benchmark* Wittrock (1988). Dalam *benchmark* tersebut, terdapat tiga belas jenis pekerjaan yang dapat dikerjakan. Dalam satu kali produksi, akan dikerjakan enam set pekerjaan dengan jenis dan jumlah pekerjaan yang berbeda-beda. Pengujian dilakukan untuk melihat pengaruh nilai parameter terhadap kualitas penjadwalan yang diberikan. Hasil dari pengujian adalah bahwa peningkatan jumlah iterasi akan berpengaruh baik pada kualitas solusi. Sedangkan untuk peningkatan jumlah rusa jantan dan nilai α , semakin tinggi nilainya tidak selalu memberikan hasil solusi yang lebih baik.

Kata-kata kunci: *flexible flow shop*, penjadwalan, metaheuristik, algoritma *Red Deer*

ABSTRACT

According to J.W. Hermann (2004), scheduling is a process of planning operations and choosing the subject to execute the job. With scheduling, it is possible to estimate the time and resources used in the process. Efficient use of the resource and time will escalate profits that can be gained. Because of that, many researches had been done to find a way to produce optimal scheduling. This thesis will discuss the utilization of a metaheuristic algorithm to solve the scheduling problem in order to obtain an efficient use of time. The algorithm used in this research is the metaheuristic Red Deer Algorithm.

There are many types of scheduling problem however this thesis will discuss specifically about the Flexible Flow Shop Scheduling Problem. The main characteristic of this problem is that there is a minimum of one stage which has more than one machine to execute the job. Other flow shop characteristics are also applied, such as the same flow for all the jobs. The output of solving the problem is a schedule and a makespan value, which is the time needed to finish all the jobs.

Metaheuristic algorithms are made to solve problems with high complexity such as the combinatorial problem of Flexible Flow Shop Scheduling Problem which is discussed in this research. The Red Deer Algorithm is a metaheuristic algorithm inspired by the mating system of Scottish Red Deer. In solving the problem, Red Deer Algorithm has mating and fighting steps that will help in finding new combinations for the solution. The result is a combination of the best solution found.

The end product of this research is a software to solve the Flexible Flow Shop Scheduling Problem with Red Deer Algorithm. The program was tested with test cases from Wittrock's (1988) benchmark. In this benchmark, there are thirteen job types that can be done. In one production, six sets of jobs will be done. These sets have different combinations of job types and quantities. Testing was done to see the effects of parameters on the quality of the schedules given. The result of the testing revealed that higher iteration numbers will result in better solution quality. On the other hand, a higher number of male Red Deers and α do not always give better results.

Keywords: flexible flow shop, scheduling, metaheuristic, Red Deer algorithm

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan bimbingan-Nya sehingga dapat terselesaikan penulisan dokumen skripsi dengan judul *Flexible Flow Shop Scheduling Problem* dengan *Red Deer Algorithm* ini dengan baik.

Pengajuan skripsi ini ditujukan untuk memenuhi syarat kelulusan di Fakultas Teknologi Informasi dan Sains Universitas Katolik Parahyangan. Dalam prosesnya tidak dapat dipungkiri bahwa dokumen ini tidak dapat terselesaikan tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada pihak yang telah berkontribusi dan mendukung penulisan skripsi ini, yaitu:

1. Mariskha Tri Adithia, SSi, MSc, PDEng selaku Kepala Program Studi Teknik Informatika dan dosen pembimbing mata kuliah penulisan skripsi.
2. Dr.rer.nat.Cecilia Esti Nugraheni, ST, MT sebagai dosen pembimbing skripsi.
3. Kepada keluarga dan teman-teman, Audrey, Friska, Klara, Vela, Oliv, Olin, dan BF Vicky yang memberikan dukungan moral.

Saya menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna atas keterbatasan yang dimiliki, oleh karena itu dengan kerendahan hati saya mengucapkan permohonan maaf atas segala kekurangan baik yang disengaja maupun tidak dalam skripsi ini. Saya mengharapkan kritik dan saran yang membangun yang akan berguna bagi perkembangan bersama.

Akhir kata saya berharap agar skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak.

Bandung, Januari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR KODE PROGRAM	xxiii
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metodologi	3
1.6 Sistematika Pembahasan	4
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Penjadwalan	5
2.2 <i>Flow Shop</i>	6
2.3 <i>Flexible Flow Shop Scheduling Problem (FFSSP)</i>	7
2.4 Algoritma Metaheuristik	8
2.5 Algoritma <i>Red Deer</i>	9
2.5.1 Analogi	9
2.5.2 Cara Kerja Algoritma <i>Red Deer</i>	10
2.5.3 <i>Flow Chart</i> Algoritma <i>Red Deer</i>	13
2.5.4 <i>Pseudocode</i> Algoritma <i>Red Deer</i>	14
2.6 <i>Benchmark</i>	14
3 ANALISA MASALAH	17
3.1 Analisis Masalah	17
3.2 Pemodelan <i>Red Deer</i>	19
3.3 Transformasi <i>Red Deer</i>	20
3.4 Penerapan Algoritma <i>Red Deer</i> pada Pemecahan Permasalahan <i>Flexible Flow Shop Scheduling</i>	21
3.4.1 Pembentukan Populasi Inisial	21
3.4.2 Roaring Rusa Jantan	22
3.4.3 Memilih γ Persen Rusa Jantan untuk Menjadi Komandan	22
3.4.4 Pertarungan antara Komandan dan <i>Stag</i>	23
3.4.5 Pembentukan <i>Harem</i>	23
3.4.6 Perkawinan Komandan dengan α Persen Betina dari <i>Harem</i> -nya	24
3.4.7 Perkawinan Komandan dengan β Persen Betina dari Luar <i>Harem</i> -nya	24

3.4.8	Perkawinan Rusa Jantan dengan Betina Terdekat	24
3.4.9	Pemilihan Generasi Selanjutnya	24
3.4.10	Kondisi Berhenti	24
3.5	Analisis Perangkat Lunak	25
3.5.1	Deskripsi Perangkat Lunak	25
3.5.2	Input Output	25
3.5.3	Pemodelan Kelas Secara Umum	25
3.5.4	Analisis Sequence Diagram	28
4	PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK	31
4.1	Perancangan Input dan Output	31
4.2	Perancangan Antar Muka Grafis	32
4.3	Diagram Kelas Rinci	33
4.4	Pseudocode	38
5	IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	43
5.1	Lingkungan Pengujian	43
5.2	Implementasi Perangkat Lunak	43
5.3	Implementasi Antarmuka Perangkat Lunak	43
5.4	Pengujian	44
5.5	Analisis dan Kesimpulan Pengujian Eksperimental	46
6	KESIMPULAN DAN SARAN	49
6.1	Kesimpulan Penelitian	49
6.2	Saran Penelitian Lanjutan	50
	DAFTAR REFERENSI	51
	A KODE PROGRAM	53
	B HASIL EKSPERIMEN	71

DAFTAR GAMBAR

1.1	Ilustrasi <i>Flow Shop</i>	2
1.2	Ilustrasi <i>Job Shop</i>	2
2.1	Contoh <i>Gantt Chart</i>	5
2.2	Diagram <i>Flow Shop</i>	6
2.3	Diagram <i>Flexible Flow Shop Scheduling Problem</i>	8
2.4	Diagram Algoritma Metaheuristik <i>Population-based</i>	9
2.5	<i>Cervus Elaphus Scoticus</i>	10
2.6	Diagram Algoritma <i>Red Deer</i>	13
2.7	Diagram Susunan Mesin	15
3.1	Diagram Urutan Mesin	18
3.2	Penjadwalan A	18
3.3	Penjadwalan B	18
3.4	Penjadwalan C	19
3.5	<i>Scheduling</i>	20
3.6	Contoh Transformasi	20
3.7	Transformasi	21
3.8	Diagram Kelas Secara Umum	26
3.9	Diagram Kelas Secara Umum	29
4.1	Contoh dokumen teks	31
4.2	<i>Output</i> perangkat lunak	32
4.3	Tampilan awal perangkat lunak	32
4.4	Tampilan solusi	33
4.5	Diagram Kelas Rinci	34
5.1	Implementasi antar muka	43
5.2	Jendela <i>File Explorer</i>	44
5.3	<i>Output</i>	44
5.4	Grafik hasil pengujian iterasi	47

DAFTAR TABEL

2.1	Analogi Algoritma Metaheuristik	9
2.2	Data Permasalahan untuk <i>benchmark</i> Wittrock (1988)	15
3.1	Tabel <i>Jobs</i>	18
5.1	Hasil pengujian jumlah iterasi	45
5.2	Data minimal dan maksimal pengujian jumlah iterasi	45
5.3	Data pengujian jumlah rusa jantan	46
5.4	Jumlah rusa jantan, rusa komandan, dan rusa betina	46
5.5	Nilai α dan β	46
B.1	Tabel hasil pengujian 10 iterasi	71
B.2	Tabel hasil pengujian 100 iterasi	72
B.3	Tabel hasil pengujian 500 iterasi	72
B.4	Tabel hasil pengujian 1000 iterasi	73
B.5	Tabel hasil pengujian 5 rusa jantan	73
B.6	Tabel hasil pengujian 100 rusa jantan	74
B.7	Tabel hasil pengujian 150 rusa jantan	74
B.8	Tabel hasil pengujian α 0.1	75
B.9	Tabel hasil pengujian α 0.5	75
B.10	Tabel hasil pengujian α 0.7	76
B.11	Tabel hasil pengujian α 1	76

DAFTAR KODE PROGRAM

A.1	initializePopulation	53
A.2	maleRoaring	53
A.3	commanderFight	54
A.4	createHarems	55
A.5	Problem.java	55
A.6	RedDeer.java	56
A.7	RedDeerAlgorithm.java	57
A.8	Scheduling.java	62
A.9	Harem.java	63
A.10	TournamentSelection.java	63
A.11	MainFrame.java	64

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

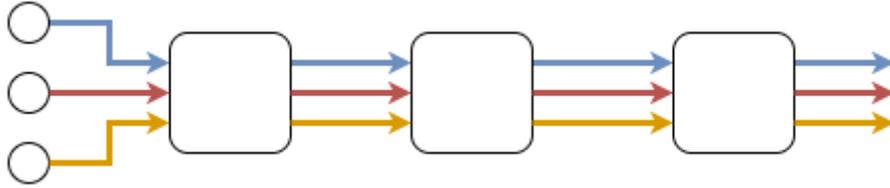
Menurut UU No.3 Tahun 2014 tentang Perindustrian, industri adalah seluruh bentuk kegiatan ekonomi yang mengolah bahan baku dan/atau memanfaatkan sumber daya industri sehingga menghasilkan barang yang mempunyai nilai tambah atau manfaat lebih tinggi, termasuk jasa industri. Badan usaha yang melakukan kegiatan pengolahan bahan menjadi suatu produk yang dapat digunakan oleh konsumen disebut sebagai industri manufaktur. Contoh dari industri manufaktur adalah manufaktur tekstil, otomotif, kerajinan, makanan, dan elektronik. Industri manufaktur menghasilkan barang yang memiliki peran penting dalam kehidupan konsumen.

Pada dunia industri manufaktur terdapat kegiatan produksi dimana terjadi pengolahan bahan mentah menjadi produk yang akan dijual ke konsumen. Dalam kegiatan produksi ini, waktu dan sumber daya yang dapat digunakan jumlahnya terbatas. Karena industri bersifat komersial, dibutuhkan perencanaan untuk memastikan waktu dan sumber daya yang tersedia dapat dimanfaatkan secara efisien agar dapat diperoleh keuntungan secara maksimal. Salah satu bentuk dari perencanaan yang dapat dibuat untuk memaksimalkan keuntungan adalah penjadwalan. Penjadwalan (*Scheduling*) adalah kegiatan untuk merencanakan urutan dari aktivitas yang akan dilakukan, serta siapa yang mengeksekusi kegiatan tersebut[1]. Rentang dari sebuah penjadwalan adalah dari tahap awal hingga tahap akhir dimana rangkaian kegiatan dinyatakan tuntas. Penjadwalan adalah hal yang penting dalam proses produksi karena tanpa adanya penjadwalan, tidak dapat ditentukan estimasi dari waktu yang akan terpakai serta material, resiko, dan sumber daya yang akan diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan produksi. Informasi-informasi yang diperoleh dari penjadwalan tersebut bersifat penting karena dapat digunakan untuk mendukung pengambilan berbagai keputusan yang dapat meningkatkan keuntungan dengan cara menekan penggunaan sumber daya yang berlebih dan memanfaatkan seluruh waktu secara efektif dan efisien. Oleh karena itu, permasalahan yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah untuk menemukan susunan penjadwalan yang dapat memaksimalkan penggunaan sumber daya waktu, sehingga dapat dikerjakan sejumlah pekerjaan dalam waktu yang paling singkat.

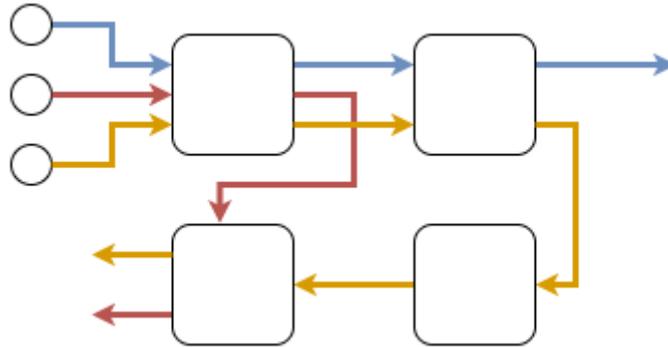
Di Indonesia, industri manufaktur memiliki peran penting dalam pertumbuhan ekonomi negara. Menurut Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPM), industri manufaktur berkontribusi sebanyak 7,07% dalam pertumbuhan ekonomi Indonesia di kuartal kedua 2021 dan angka ini terus berkembang walaupun ditekan oleh wabah COVID-19. Pemerintahan Indonesia menyadari akan potensi dari industri manufaktur dan mendukung perkembangan industri manufaktur dengan merencanakan program untuk menerapkan industri 4.0 di Indonesia. Presiden Joko Widodo menyatakan pada pembukaan Hannover Messe 2021 *Digital Edition*, Indonesia dapat menjadi salah satu negara dengan ekonomi terbesar di dunia pada 2030 dengan menerapkan industri 4.0. Atas pentingnya industri manufaktur pada perekonomian Indonesia dan potensi yang dimiliki dari penerapan aspek digital pada sektor industri ini maka diharapkan perbaikan dan pengoptimalan terus dilakukan agar tercipta sistem yang lebih baik yang dapat meningkatkan keuntungan.

Seperti yang telah disebutkan bahwa salah satu hal yang menjadi prioritas dalam industri manufaktur adalah penjadwalan, topik ini diangkat menjadi sebuah permasalahan yang disebut

sebagai *Scheduling Problem* atau permasalahan penjadwalan. Terdapat dua tipe umum *Scheduling Problem* yaitu *Job Shop* dan *Flow Shop*. Perbedaan utama diantara keduanya adalah dalam *Flow Shop*, urutan langkah produksi yang harus dilalui oleh setiap *job* atau pekerjaan adalah sama. Gambar 1.1 menggambarkan penjelasan ini. Sedangkan dalam *Job Shop Scheduling Problem*, langkah-langkah dari proses produksi setiap *job* dapat berbeda. Pada Gambar 1.2 diilustrasikan bahwa setiap pekerjaan dapat memiliki alurnya masing-masing. Pada skripsi ini akan dibahas mengenai *Flow Shop Scheduling Problem*.



Gambar 1.1: Ilustrasi *Flow Shop*



Gambar 1.2: Ilustrasi *Job Shop*

Flexible Flow Shop Scheduling Problem atau disingkat sebagai FFSSP adalah varian dari *Flow Shop Scheduling Problem*. Ciri utama yang membedakan FFSSP dengan *Flow Shop Scheduling Problem* biasa adalah dalam setiap tahapan, mesin yang digunakan bisa berjumlah lebih dari satu buah dengan minimal satu tahapan yang memiliki mesin lebih dari satu buah. Hal ini bertujuan untuk membuat proses produksi menjadi lebih cepat karena beberapa *job* dapat dikerjakan dalam satu waktu sekaligus. Hasil akhir dari pemecahan FFSSP adalah sebuah penjadwalan yang optimal dari urutan pengerjaan *job* dan mesin yang digunakan untuk operasinya. Penjadwalan yang optimal dapat meminimalisir penggunaan waktu.

Sejumlah penelitian telah dilakukan untuk mencari algoritma yang dapat menemukan kombinasi penjadwalan yang optimal dari FFSSP. Cara yang paling umum digunakan untuk memecahkan permasalahan penjadwalan ini adalah dengan memanfaatkan algoritma seperti algoritma eksak, heuristik, atau metaheuristik. Pada skripsi ini akan digunakan algoritma metaheuristik untuk memecahkan permasalahan FFSSP. Alasan digunakannya algoritma metaheuristik adalah sebagai alternatif dari algoritma eksak. Pada algoritma eksak, solusi yang diberikan adalah hasil yang paling optimal namun jika permasalahan bersifat kompleks maka akan memakan waktu yang sangat lama. Sedangkan walaupun algoritma metaheuristik tidak selalu memberikan jawaban paling optimal namun dapat memberikan solusi yang cukup baik dengan waktu yang wajar. Contoh dari algoritma metaheuristik antara lain adalah algoritma Genetik, algoritma *Firefly*, algoritma *Bee Colony*, algoritma *Ant Colony*, dan algoritma *Red Deer*. Untuk penelitian kali ini akan digunakan algoritma *Red Deer* yang terinspirasi dari sistem perkawinan rusa merah Skotlandia untuk memecahkan

permasalahan *Flexible Flow Shop Scheduling*. Dalam prosesnya terjadi kompetisi, perkawinan, dan pembentukan kelompok yang akan cocok diaplikasikan pada pemecahan permasalahan kombinatorial seperti FFSSP. Perkawinan dan pertarungan yang dilakukan akan membantu pencarian kombinasi solusi baru yang lebih baik. Hasil akhir dari penelitian ini adalah sebuah perangkat lunak untuk mencari hasil optimal dari FFSSP dengan mengimplementasikan algoritma *Red Deer*. Perangkat lunak yang dibangun akan menggunakan bahasa pemrograman *Java*. Perangkat lunak akan menerima *input* berupa detail produksi yang memiliki data mengenai pekerjaan dan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan, kemudian memberikan *output* berupa penjadwalan yang ditemukan dengan memanfaatkan perhitungan algoritma *Red Deer*. Pengguna dapat memasukkan beberapa parameter yang dapat mempengaruhi kinerja dari perangkat lunak. Kinerja dari perangkat lunak akan diuji dengan beberapa set data. Pengujian akan dilakukan terhadap parameter-parameter yang dibutuhkan oleh algoritma dengan menggunakan *test case* dari *benchmark* Wittrock.

1.2 Rumusan Masalah

Beberapa masalah utama yang akan dibahas pada skripsi ini adalah:

1. Apa yang dimaksud dengan *Flexible Flow Shop Scheduling Problem* dan *Red Deer Algorithm*?
2. Bagaimana aplikasi algoritma *Red Deer* untuk pencarian solusi optimal dari permasalahan *Flexible Flow Shop Scheduling*?
3. Bagaimana implementasi dari algoritma *Red Deer* dalam perangkat lunak?
4. Bagaimana pengaruh parameter terhadap kinerja perangkat lunak?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk:

1. Memahami *Flexible Flow Shop Scheduling Problem* dan *Red Deer Algorithm*.
2. Mengaplikasikan algoritma *Red Deer* pada permasalahan *Flexible Flow Shop Scheduling*.
3. Membangun perangkat lunak yang mengimplementasikan algoritma *Red Deer* untuk menyelesaikan permasalahan *Flexible Flow Shop Scheduling*.
4. Mengukur pengaruh parameter terhadap kinerja dari perangkat lunak yang telah dibangun.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dan asumsi yang akan digunakan pada skripsi ini adalah:

1. Waktu proses dan jumlah pekerjaan sudah diketahui dan bernilai tetap.
2. Susunan mesin dan alur proses sudah ditentukan dan tidak dapat berubah.
3. Penjadwalan yang optimal adalah penjadwalan dengan *makespan* paling rendah. *Makespan* adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan set pekerjaan.

1.5 Metodologi

Langkah-langkah yang dilakukan untuk memecahkan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Melakukan studi literatur untuk memahami lebih dalam mengenai *Flexible Flow Shop Scheduling Problem*.
2. Melakukan studi literatur untuk mempelajari cara kerja algoritma *Red Deer*.
3. Menganalisa permasalahan *Flexible Flow Shop Scheduling* dan memodelkan implementasi algoritma *Red Deer* untuk menyelesaikan permasalahan.
4. Mengimplementasikan pemodelan algoritma pada perangkat lunak.
5. Melakukan pengujian terhadap perangkat lunak yang telah dibangun.
6. Melakukan penulisan dokumen skripsi.

1.6 Sistematika Pembahasan

Sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. **Bab 1 Pendahuluan**

Bab pertama adalah pendahuluan dimana akan dibahas mengenai latar belakang permasalahan, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan dan asumsi masalah, metodologi penelitian, serta sistematika dari penulisan dokumen skripsi.

2. **Bab 2 Landasan Teori**

Bab kedua berisi mengenai landasan teori dari penjadwalan, *Flow Shop*, algoritma metaheuristik, algoritma *Red Deer*, serta data yang akan digunakan untuk pengujian.

3. **Bab 3 Analisis Masalah dan Perangkat Lunak**

Pada bab ketiga akan dibahas mengenai analisis masalah, pemodelan *Red Deer*, penerapan algoritma untuk memecahkan masalah, serta analisis perangkat lunak.

4. **Bab 4 Perancangan Perangkat Lunak**

Pada bab ini akan dibahas mengenai perancangan perangkat lunak mulai dari perancangan *input* dan *output*, antar muka, hingga diagram kelas yang merinci. Pada bab ini juga akan ditemukan *pseudocode* dari kode-kode yang terlampir.

5. **Bab 5 Implementasi dan Pengujian**

Bab kelima berisi penjelasan mengenai implementasi dan pengujian dari perangkat lunak. Terdapat informasi mengenai lingkungan yang digunakan untuk pengujian, penjelasan mengenai implementasi perangkat lunak dan antarmukanya, serta pengujian dan analisis dari hasil pengujian perangkat lunak.

6. **Bab 6 Kesimpulan dan Saran**

Bab enam membahas mengenai kesimpulan dari penelitian serta saran untuk penelitian lanjutan.