

**APLIKASI ALGORITMA *ANT COLONY OPTIMIZATION* (ACO) UNTUK
MELAKUKAN OPTIMASI PADA PENJADWALAN *JOB SHOP***

Skripsi

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai Derajat Sarjana S-1

Program Studi Matematika



Diajukan Oleh

Muhammad Raudak

05610032

Kepada

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

FAKULTAS SAIN DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2012

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya:

Nama : Muhammad Raudak
NIM : 05610032
Prodi : Matematika
Semester : XIV

Menyatakan bahwa skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya, juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 19 Juni 2012

Mahasiswa

METERAI
TEMPEL

PAJAK PENANJANG HARGA
TGL
17157ABF091670315

ENAM RIBU RUPIAH
6000

DUP

Muhammad Raudak



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/2195/2012

Skrripsi/Tugas Akhir dengan judul : Aplikasi Algoritma *Ant Colony Optimization (ACO)* untuk Melakukan Optimasi pada Penjadwalan *Job Shop*

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Muhammad Raudak
NIM : 05610032
Telah dimunaqasyahkan pada : 09 Juli 2012
Nilai Munaqasyah : A
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Sugiyanto, M.Si
NIP. 19800505 200801 1 028

Penguji I

Noor Saif Muh. Mussafi, M.Sc
NIP.19820617 200912 1 005

Penguji II

Dra.Endang Sulistyowati
NIP. 19670414 199903 2 001

Yogyakarta, 16 Juli 2012
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan



Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, M.A, Ph.D
NIP. 19580919 198603 1 002



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Muhammad Raudak

NIM : 05610032

Judul Skripsi : Aplikasi Algoritma *Ant Colony Optimization* untuk Melakukan Optimasi pada Penjadwalan *Job Shop*

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 31 Mei 2012

Pembimbing I

Sugiyanto, S.Si., M.Si.

NIP. 19800505 200801 1 028



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Muhammad Raudak

NIM : 05610032

Judul Skripsi : Aplikasi Algoritma *Ant Colony Optimization* untuk Melakukan Optimasi pada Penjadwalan *Job Shop*

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 11 Juni 2012

Pembimbing II

Noor Saif Muhammad Mussafi, S.Si., M.Sc.

NIP. 19820617-200912-1-005

MOTTO

Jembaring ilmu saka Muthola'ah

Berkahing ilmu saka Ngibadah

(Luasnya ilmu didapat dari belajar

Berkahnya ilmu didapat dari ibadah)

(KH. Asyhari Marzuqi)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur Alhamdulillah hanya teruntuk pada Tuhan Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, yang memberikan karunia-Nya sehingga penelitian ini dapat terselesaikan. Shalawat serta salam tercurah limpahkan kepada Sayyidul Anbiya', baginda Putra Abdullah, Muhammad SAW beserta keluarga, Sahabat, dan pengikutnya.

Selanjutnya, penelitian yang sederhana ini kami persembahkan kepada:

Guru-guru dan Syeh-syeh kami baik dalam maupun luar negeri

Keluargaku yang berbahagia

*Keluarga besar pondokku tercinta PP nurul ummah Kotagede
Yogyakarta*

Almamater UIN Sunan Kalijaga Fakultas Sainteks Prodi Matematika

Seluruh Bangsa Indonesia

KATA PENGANTAR

حَمْدًا وَ تَنَاءً لَكَ يَا اللَّهُ صَلَاةً وَ سَلَامًا لَكَ يَا حَبِيبَ اللَّهِ وَ عَلَيَّ أَلَيْكَ وَ أَصْحَابِكَ يَا خَيْرَ
خَلْقِ اللَّهِ. أَمَّا بَعْدُ

Puja dan puji syukur Alhamdulillah senantiasa kita haturkan kehadirat Allah SWT, atas segala limpahan rahmat dan nikmat-Nya. Shalawat teriring salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga dan sahabat serta umat muslim semuanya. Amin

Mengingat salah satu sasaran mutu UIN Sunan Kalijaga adalah 50% penelitian merupakan penelitian integrasi-interkoneksi, maka sangat dianjurkan penelitian yang dijadikan skripsi pada Fakultas Sains dan Teknologi adalah penelitian yang bersifat integrasi-interkoneksi. Sesuai dengan Keputusan Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta Nomor: 254/Tahun 2007 tentang Kriteria Penelitian Integrasi-Interkoneksi bahwa penelitian integrasi-interkoneksi adalah penelitian yang mengintegrasikan *hadlarah nash*, *hadlarah falsafah* dan *hadlarah 'ilm*. Adapun implementasi penelitian integrasi-interkoneksi dapat dilakukan pada level filosofis, materi, metodologi, maupun strategi. Secara umum integrasi-interkoneksi dalam penelitian pendidikan matematika dan sains dapat dilakukan dengan menyentuh aspek ke-Islam-an sebagai identitas universitas, aspek kependidikan sebagai identitas fakultas, dan aspek matematika dan sains sebagai identitas program studi. Khusus

untuk aspek matematika dan sains, dalam praktiknya perlu benar-benar memperhatikan paradigma bayani, burhani, dan 'irfani.

Skripsi ini, dengan judul “**Aplikasi Algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) untuk Melakukan Optimasi Pada Penjadwalan *Job Shop***”, merupakan penelitian matematika terapan yang tetap berusaha memperhatikan aspek-aspek penting sebagai penelitian yang bersifat integrasi-interkoneksi sebagaimana telah disebutkan di atas. Semoga skripsi ini bermanfaat dan dapat melepaskan dikotomi antara ilmu agama dan ilmu umum yang selama ini dianggap sebagai penghambat kemajuan peradaban Islam.

Selesainya penyusunan skripsi ini merupakan kebahagiaan yang tak ternilai bagi penulis. Setelah sekian lama bekerja semaksimal mungkin untuk merealisasikannya, maka telah tiba saatnya bagi penulis untuk mengujinya dalam munaqosah baik secara keilmuan maupun penulisan. Namun demikian, perkenankanlah terlebih dahulu menyampaikan ungkapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan sumbangsih kepada penulis dalam melancarkan penyusunan skripsi ini kepada:

1. Prof. Dr. H. Musa Asy'arie selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
2. Prof. Dr. H. Akh. Minhaji, M. A., Ph. D. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
3. Bapak Abrori selaku Kaprodi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

4. Sugiyanto, S. Si., M. Si. dan Noor Saif Muhammad Musafi, S. Si., M. Sc. selaku pembimbing skripsi yang telah memberikan sumbangan pemikiran, tenaga dan waktunya dalam penyusunan skripsi ini
5. Bapak/Ibu dosen dan karyawan-karyawati Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, terima kasih atas ilmu yang telah diberikan dan fasilitas yang telah disediakan *jazakumullah ahsanal jaza'*
6. Keluargaku terutama kepada ibuku, *I love you so much*
7. Keluarga besar PP. Nurul Ummah terutama warga asrama pelajar (Komplek E) dan para *sesepuh*, terima kasih atas *gojlogkannya* yang memberikan motivasi tersendiri
8. Teman-teman *math '05*, terima kasih atas persahabatannya dan jangan lupakan aku dalam doamu
9. Semua pihak yang turut membantu penyusunan skripsi ini baik langsung maupun tidak langsung. Hanya doa yang bisa kupanjatkan *Jazakumullah khoiron katsiron*

Tiada gading yang tak retak, segala sesuatu pasti ada kekurangan. Masukan yang membantu senantiasa kami terima demi perbaikan bersama. Demikian pengantar skripsi ini kami sampaikan dan kami ucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 22 Juni 2012

penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERSETUJUAN SKRIPSI	iv
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xviii
INTISARI	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.1 Rumusan Masalah	3
1.2 Batasan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Metode Penelitian	4

1.5.1	Jenis Penelitian	4
1.5.2	Pengumpulan Data	5
1.5.3	Analisis Data	6
1.5.4	Pengambilan Kesimpulan	6
1.6	Tinjauan Pustaka	6
1.7	Sistematika Penelitian	9
BAB II LANDASAN TEORI		11
2.1	Optimasi	11
2.1.1	Definisi Masalah Optimasi	11
2.1.2	Definisi Nilai Optimasi	11
2.1.3	Macam-macam Permasalahan Optimasi	12
2.1.4	Permasalahan Rute Terpendek	12
2.1.5	Penyelesaian Masalah Optimasi	14
2.1.5.1	Metode Konvensional	14
2.1.5.2	Metode Heuristik	14
2.2	Konsep Algoritma	15
2.2.1	Definisi Algoritma	15
2.2.2	Ciri-ciri Algoritma	15
2.2.3	<i>Flowcharting</i>	16
2.3	Teori Graf	19
2.3.1	Definisi Graf	19

2.3.2	Definisi Walk	21
2.3.3	Definisi Trail dan Path	22
2.3.4	Definisi Cycle	22
2.3.5	Macam-macam Graf Menurut Arah dan Bobotnya	23
2.4	Permasalahan NP-Hard dan NP-Complete	25
2.5	Penjadwalan <i>Job Shop</i>	27
2.5.1	Perhatian Al-qur'an dan Sunnah Terhadap Waktu	27
2.5.2	Penjadwalan Produksi	32
2.5.3	Macam-macam Penjadwalan Produksi	34
2.5.3.1	Penjadwalan Produksi Tipe <i>Flow Shop</i>	34
2.5.3.2	Penjadwalan Produksi Tipe <i>Job Shop</i>	36
2.5.4	Peta Penjadwalan	37
2.5.5	Penjadwalan <i>Job Shop</i>	38
2.5.6	Jenis-jenis Penjadwalan <i>Job Shop</i>	39
2.5.7	Karakteristik Penjadwalan <i>Job Shop</i>	40
2.5.8	Pemodelan Penjadwalan <i>Job Shop</i>	42
2.5.8.1	Gambaran Umum	42
2.5.8.2	Fungsi Tujuan	44
2.5.8.3	Perhitungan Waktu Penyelesaian (<i>Makespan Time</i>)	44
2.5.8.4	<i>Disjunctive Graph</i>	45
2.6	Algoritma <i>Ant Colony Optimization</i> (ACO)	46
2.6.1	Semut dalam Al-qur'an dan Hikmah Penciptaannya	46

2.6.2	Sejarah <i>Ant Colony Optimization</i> (ACO)	49
2.6.3	Cara Kerja Algoritma ACO Mencari Jalur Optimal	50
2.6.4	Analisis Algoritma ACO untuk Mencari Jalur Optimal Menggunakan Graf	53
2.6.5	<i>Ant System</i> (AS)	58
2.6.5.1	Aturan Transisi Status	60
2.6.5.2	Pembaharuan Jumlah Jejak (<i>Pheromone</i>)	61
BAB III PEMBAHASAN		64
3.1	Visualisasi Aplikasi Algoritma <i>Ant Colony Optimization</i> (ACO) pada Penjadwalan <i>Job Shop</i>	64
3.2	Langkah-langkah Penyelesaian Algoritma <i>Ant Colony Optimization</i> (ACO) pada Penjadwalan <i>Job Shop</i>	71
3.2.1	Inisialisasi Parameter dan Penetapan Nilai <i>Pheromone</i> Awal	71
3.2.2	Pembuatan Siklus Setiap Semut	72
3.2.3	Perhitungan <i>Makespan Time</i> Setiap Semut	73
3.2.4	Pencarian Jadwal dengan <i>Makespan Time</i> Terkecil	73
3.2.5	Perhitungan Perubahan Intensitas <i>Pheromone</i> Semut antar Node	73
3.2.6	Pengambilan Solusi	74
3.3	Contoh Penyelesaian dalam Sebuah Studi kasus	75
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN		90
4.1	Kesimpulan	90
4.2	Saran	91

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. <i>Flow direction simbols</i>	16
Tabel 2.2. <i>processing simbols</i>	17
Tabel 2.3. <i>Input/output simbols</i>	18
Tabel.3.1. Waktu proses setiap operasi	76
Tabel 3.2. Urutan mesin untuk setiap <i>job</i>	76
Tabel 3.3. Simbolisasi elemen dalam <i>job</i> dan mesin	77
Tabel 3.4. Operasi-operasi pada 3 <i>job</i> dan 3 mesin	77
Tabel 3.5. Urutan mesin dengan waktu pemrosesannya untuk setiap <i>job</i>	78
Tabel 3.6. Waktu proses setiap operasi	80
Tabel 3.7. Pemilihan <i>node</i> oleh semut ke-1 untuk iterasi pertama	82
Tabel 3.8. Urutan jadwal masing-masing semut	83
Tabel 3.9. Urutan jadwal ketiga semut untuk iterasi pertama	85
Tabel 3.10. Pembaharuan <i>pheromone</i> setiap lintasan	86
Tabel 3.11. Pemilihan <i>node</i> oleh semut ke-1 untuk iterasi kedua	87
Tabel 3.12. Urutan jadwal ketiga semut untuk iterasi kedua	88
Tabel 3.13. <i>Gain chart</i> penjadwalan kuliah	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Graf ABCD	13
Gambar 2.2. Contoh <i>flowchart</i>	18
Gambar 2.3. Contoh graf G	19
Gambar 2.4. Sisi ganda dan loop	20
Gambar 2.5. Contoh graf G dan subgraf G'	21
Gambar 2.6. Walk <i>uvwxywvzzy</i>	23
Gambar 2.7. Graf berarah dan berbobot	24
Gambar 2.8. Graf tidak berarah dan berbobot	24
Gambar 2.9. Graf berarah dan tidak berbobot	25
Gambar 2.10. Graf tidak berarah dan tidak berbobot	25
Gambar 2.11. Relasi antara <i>P</i> , <i>NP</i> , <i>NP-complete</i> dan <i>NP-hard</i>	27
Gambar 2.12. Pola alir flow <i>shop</i> murni	36
Gambar 2.13. Pola alir flow <i>shop</i> umum	36
Gambar 2.14. Pola aliran kerja <i>job shop</i>	36
Gambar 2.15. Peta penjadwalan	37
Gambar 2.16. Contoh representasi <i>graph</i> untuk masalah <i>job shop</i>	46
Gambar 2.17. Perjalanan semut dari sarang ke sumber makanan	52
Gambar 2.18. Lintasan Awal Semut Menuju Tempat Makanan	54
Gambar 2.19. Lintasan Semut Menuju Sarang	55
Gambar 2.20. Lintasan Semut Menuju Makanan pada Iterasi ke-2	56
Gambar 2.21. Lintasan Semut Menuju Sarang pada Iterasi ke-2	56
Gambar 2.22. Lintasan Optimal Semut Menuju Tempat Makanan	57
Gambar 3.1. Contoh graf $2/3/G/C_{max}$	65
Gambar 3.2. Graf dengan 3 <i>job</i> dan 2 mesin	67

Gambar 3.3. Posisi semut di O_0	68
Gambar 3.4. Posisi semut di O_{11}	69
Gambar 3.5. Posisi semut di O_{31}	69
Gambar 3.6. Posisi semut di O_{12}	69
Gambar 3.7. Lintasan akhir seekor semut	70
Gambar 3.8. <i>Flow chart</i> algoritma <i>ant system</i> pada <i>job shop</i>	75
Gambar 3.9. <i>Conjunctive arch</i> pada $3/3/G/C_{max}$	79
Gambar 3.10. <i>Disjunctive arch</i> pada $3/3/G/C_{max}$	79
Gambar 3.11. Graf $G = (V, C, D)$	80
Gambar 3.12. Graf $3/3/G/C_{max}$	80

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

$=$: Sama dengan
\geq	: Lebih besar sama dengan
$+$: Tambah
$\div /$: Bagi
\times	: Kali
$()$: Kurung
$\{ \}$: Kurung kurawal
\rightarrow	: Pemetaan
α	: Alpha
β	: Beta
ρ	: Rho
η	: Eta
ϵ	: Elemen of
τ	: Tau
Σ	: Sigma
G	: Graf
e	: Edge, sisi dalam graf
v	: Vertek, titik dalam graf
G'	: Subgraf G
Max	: Maximum
ACO	: Ant Colony Optimization

INTISARI

Seiring dengan berkembangnya zaman, masalah yang dihadapi manusia semakin kompleks. Kondisi yang demikian menuntut adanya sebuah tindakan konkret untuk mengatur penjadwalan dengan baik. Tujuan dari penjadwalan adalah untuk mencari urutan aktifitas-aktitas sesuai dengan waktu yang diharapkan. Jadi, pemahaman konsep penjadwalan sangat penting, terutama bagi manajemen perusahaan manufaktur yaitu bagaimana meningkatkan utilitas mesin dan pengurangan waktu siklus produk. Penentuan urutan jadwal pemrosesan mesin terhadap produk yang bervariasi lebih rumit dari pada penentuan urutan jadwal pemrosesan mesin terhadap satu jenis produk saja. Oleh karena itulah tugas penjadwalan *job shop* sangat berperan untuk mendapatkan solusi yang paling optimal untuk menentukan urutan jadwal dengan produk yang bervariasi.

Penjadwalan *job shop* dapat digolongkan sebagai masalah optimasi kombinasi yang sulit dan memiliki tingkat kompleksitas yang tinggi. Metode heuristik merupakan solusi alternatif yang dapat digunakan untuk menangani kompleksitas dari masalah penjadwalan khususnya masalah penjadwalan *job shop*.

Salah satu metode heuristik yang mampu menyelesaikan permasalahan ini adalah algoritma *ant colony optimization (ACO)*. Konsep algoritma ini diadopsi dari tingkah laku sekumpulan semut menemukan jalur optimal antara sarang dan sumber makanan dengan menggunakan *pheromone* sebagai alat komunikasi antar semut. Dua unsur utama dalam algoritma optimasi ini adalah aturan transisi status dan *up date pheromone*. Dengan karakteristik ini, permasalahan penjadwalan yang tergolong permasalahan kombinatorial ini dapat dipecahkan dengan menghasilkan solusi yang optimal.

Kata kunci: penjadwalan, optimasi, heuristik, penjadwalan *job shop*, *ant colony optimization (ACO)*.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

“Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu Yang menciptakan, Dia telah menciptakan manusia dengan segumpal darah. Bacalah, dan Tuhanmulah Yang Paling Pemurah, Yang mengajar (manusia) dengan perantaraan kalam. Dia mengajarkan kepada manusia apa yang tidak diketahu.” (Qs. Al-‘Alaq (96):1-5). Ayat tersebut menginspirasi manusia tentang perkembangan ilmiah yang terus menerus memunculkan mutiara-mutiara ilmu dan pengetahuan ke seluruh alam. Dan telah membukakan mata manusia untuk menatap ufuk ilmu pengetahuan dari tepian samudranya.

Seiring dengan berkembangnya zaman, masalah yang dihadapi manusia semakin kompleks. Kondisi yang demikian menuntut adanya sebuah tindakan konkret untuk mengatur penjadwalan dengan baik. Jadi, pemahaman konsep penjadwalan sangat penting, terutama bagi manajemen perusahaan. Dengan konsep penjadwalan yang jelas, para pelaksana perusahaan akan dengan mudah mengetahui kapan waktu memulai pekerjaan dan kapan waktu mengakhirinya. Penjadwalan yang baik akan memberikan dampak yang positif, yaitu rendahnya biaya operasi dan waktu pengiriman, yang akhirnya dapat meningkatkan kepuasan pelanggan. Sehingga tujuan dari penjadwalan yaitu untuk meminimalkan (memaksimalkan) ukuran atau beberapa ukuran dalam pelaksanaannya dapat tercapai.

Penjadwalan *job shop* dapat digolongkan sebagai masalah optimasi kombinasi yang sulit dan memiliki tingkat kompleksitas yang tinggi. Metode heuristik merupakan solusi alternatif yang dapat digunakan untuk menangani kompleksitas dari masalah penjadwalan khususnya masalah penjadwalan *job shop*. Metode Heuristik adalah teknik yang dirancang untuk memecahkan masalah dengan mengabaikan apakah solusi dari masalah tersebut dapat dibuktikan benar atau tidak, tetapi biasanya menghasilkan solusi yang baik atau memecahkan masalah dengan lebih mudah, cepat dan sederhana. Teknik heuristik tidak memiliki algoritma pencarian solusi optimum yang pasti tetapi memiliki kaidah yang dapat mengeksplorasi ruang pencarian yang paling menjanjikan, yaitu ruang terdapatnya solusi optimum atau mendekati optimum (Thierauf dan Klekamp: 1975).

Berbagai macam metode heuristik berkembang pesat di dunia akademisi. Dari metode-metode tersebut, terdapat beberapa metode yang lahir karena terinspirasi oleh perilaku makhluk hidup, salah satunya adalah perilaku dari sekumpulan semut. Perilaku sekumpulan semut keluar dari sarangnya menuju sumber makanan dengan meninggalkan zat *pheromone* melahirkan sebuah algoritma yang di sebut *ant colony optimization* (ACO).

Aplikasi dari algoritma *ant colony optimization* (ACO) sering digunakan untuk mencari solusi masalah optimasi. Algoritma ini banyak digunakan pada berbagai masalah. Selain digunakan dalam masalah penjadwalan *job shop*, algoritma ACO juga digunakan pada permasalahan *Traveling Salesman Problem* (TSP), *Spanning Tree*, *Sceduling* dan lain-lain. Pada permasalahan penjadwalan

produksi *job shop*, dalam penerapannya diperlukan teknik pendekatan graf yang akan menjadikan sebuah representasi dari urutan job-operasi dari kasus penjadwalan yang diberikan (Van der Zwaan dan Marques: 1999). Dengan demikian, hasil dari penggunaan algoritma ini adalah mencari waktu paling minimum untuk menyelesaikan n buah pekerjaan oleh m buah mesin.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, dan supaya pembahasan dalam skripsi lebih fokus, maka secara sederhana dapat dirumuskan beberapa pokok permasalahan yang akan menjadi inti pembahasan dalam penelitian ini.

Adapun rumusan masalah tersebut adalah:

1. Bagaimana pemodelan penjadwalan *job shop*?
2. Bagaimana konsep dan cara kerja algoritma ACO?
3. Bagaimana aplikasi algoritma ACO pada penjadwalan *job shop*?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih fokus dalam menganalisis masalah, maka obyek kajian hanya akan dibatasi sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada aplikasi algoritma ACO untuk penjadwalan *job shop* statis (*static job shop scheduling*) yaitu semua job sudah tersedia sebelum pemrosesan dilakukan dan masing-masing job telah ditentukan di mesin mana ia akan diproses.

2. Metode yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah algoritma *Ant Colony Optimization (ACO)*. Dari beberapa jenis variasi algoritma ACO, penelitian ini hanya menggunakan jenis *Ant System (AS)*.
3. Tujuan dalam permasalahan ini adalah untuk mencari total waktu penyelesaian (makespan) yang paling minimum.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pemodelan pada penjadwalan *job shop*
2. Untuk mengetahui konsep dan cara kerja algoritma *Ant Colony Optimization (ACO)*, dan
3. Untuk mengetahui aplikasi algoritma ACO pada penjadwalan *job shop*

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk membuka cakrawala keilmuan serta menambah wawasan dan pengetahuan tentang sains khususnya pemodelan perilaku alamiah dari makhluk hidup. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat kepada manusia di segala bidang yaitu dengan memberikan kemudahan dan memberikan solusi dengan pengaplikasiannya terhadap persoalan-persoalan manusia di era perkembangan teknologi saat ini.

1.6 Metode Penelitian

1.6.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini dikategorikan sebagai penelitian kepustakaan, karena teknik pengumpulan datanya didasarkan pada teks-teks pustaka baik dari buku, internet,

maupun teks-teks pustaka lainnya yang ada kaitannya dengan penelitian. Sesuai dengan pengertiannya, penelitian kepustakaan (*Library Research*) adalah sebuah penelitian yang diarahkan dan difokuskan untuk membahas dan menelaah bahan-bahan pustaka, baik yang berupa buku, jurnal serta karya ilmiah lain yang memiliki relevansi dengan pembahasan penelitian (Winarno Surakhman: 1998). Penekanan dalam penelitian ini adalah ingin menemukan konsep serta gagasan yang dapat dipakai untuk menganalisis dan memecahkan masalah yang akan diteliti (Noeng Muhajir: 1990).

1.6.2 Pengumpulan Data

Sesuai dengan jenis penelitiannya, maka dalam mengumpulkan data yang kemudian akan dianalisis adalah metode dokumentasi, yaitu metode pengumpulan data dengan cara mencari data mengenai hal-hal atau variabel yang biasanya berupa catatan, transkrip, buku majalah, prasasti, notulen rapat, agenda, dan benda-benda lain yang sekiranya ada hubungannya dengan pembahasan (Suharsimi Arilunto: 2002).

Adapun dalam proses pengumpulan data, peneliti menempuh beberapa langkah sebagai berikut:

1. Membaca serta mengumpulkan data-data dari berbagai sumber tentang masalah yang akan diteliti.
2. Mengklarifikasi serta mengklasifikasi data-data yang telah terkumpul.
3. Mengevaluasi semua data yang terkumpul.

1.6.3 Analisis Data

Setelah data-data penelitian terkumpul, selanjutnya adalah menganalisis data yang ada. Hal ini merupakan kegiatan yang paling penting dalam proses penelitian. Proses analisis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memahami secara detail seluruh informasi yang ada. Baik dari landasan teori maupun dari data-data yang mendukung.
2. Memberikan suatu studi kasus agar penelitian ini lebih dapat dipahami. Kasus harus dijelaskan sehingga pembaca dapat mengetahui permasalahan yang sedang terjadi. Setelah itu, dipergunakan metode yang sesuai dan dapat menjawab semua permasalahan secara tepat dan efektif.

1.6.4 Pengambilan Kesimpulan

Setelah proses analisis dilakukan, selanjutnya adalah penarikan kesimpulan. Tahap ini merupakan tahap akhir dari penelitian. Penarikan simpulan dari permasalahan yang dirumuskan berdasarkan studi pustaka dan pembahasannya.

1.7 Tinjauan Pustaka

Berdasarkan penelusuran yang dilakukan oleh peneliti terkait dengan penelitian tentang aplikasi ACO dalam penjadwalan *job shop*, terdapat hasil penelitian berbentuk skripsi yang dijadikan peneliti sebagai tinjauan pustaka yaitu:

Pertama, Skripsi yang ditulis oleh Nafiuna Hidayatus Saidah, Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya tahun 2010 dengan judul skripsi *Implementasi Algoritma Optimasi Bee Colony untuk Penjadwalan Job Shop*. Penelitian ini membahas tentang

penyelesaian masalah penjadwalan *job shop* dengan menggunakan algoritma optimasi *bee colony* (algoritma lebah). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penjadwalan *job shop* dapat dimodelkan secara matematis dengan memperhatikan aturan dan batasan yang berlaku sesuai pengertian secara luas mengenai penjadwalan *job shop*. Di samping itu algoritma optimasi *Bee Colony* merupakan solusi alternatif untuk menyelesaikan masalah penjadwalan *job shop* sekalipun algoritma ini tidak menyelesaikan permasalahan dengan lebih baik dibanding algoritma lain.

Kedua. Skripsi yang ditulis oleh Agus Leksono, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Diponegoro Semarang tahun 2009 dengan judul skripsi *Algoritma Ant Colony Optimiation (ACO) untuk Menyelesaikan Travelling Salesman Problem (TSP)*. Penelitian ini menjelaskan tentang perbandingan masing-masing dari jenis algoritma *ant colony optimization* yang diterapkan pada *Travelling Salesman Problem (TSP)*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelima jenis algoritma ACO yang dipaparkan dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah TSP. Dari kelima algoritma tersebut, jenis *ant colony system (ACS)* memberikan solusi yang lebih mendekati optimal dibandingkan dengan keempat algoritma lainnya. Durasi waktu proses perhitungan pada setiap algoritma sangat berpengaruh besar terhadap solusi yang dihasilkan. Semakin lama waktu yang dipergunakan, maka solusi yang dihasilkan algoritma ACO lebih mendekati optimal.

Ketiga, Skripsi karya Eka Mindaputra Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Diponegoro Semarang tahun

2009 dengan judul *Penggunaan Algoritma Ant Colony System dalam Travelling Salesman Problem (TSP) pada PT. Eka Jaya Motor*. Skripsi ini mencoba menerapkan algoritma semut pada kasus TSP khususnya pada aktivitas order picking di PT. Eka Jaya Motor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan strategi S-Shape yang digunakan PT. Eka Jaya Motor kurang efisien dalam menempuh jarak tempuh aktivitas order picking dibandingkan dengan usulan menggunakan algoritma *Ant Colony System*. Algoritma *Ant Colony System* menggunakan fungsi heuristik untuk mendapatkan hasil yang optimal sehingga kekurangan dari algoritma *Ant Colony System* ini adalah waktu proses dalam mendapatkan hasil yang paling optimal sangat tergantung dari jumlah iterasi perhitungan yang digunakan.

Berdasarkan ketiga penelitian di atas, terdapat perbedaan antara penelitian-penelitian tersebut dan penelitian ini. Adapun perbedaan penelitian ini dengan penelitian Nafiuna Hidayatus Saidah (2010) adalah perbedaan penggunaan metode dalam pencarian solusi, yaitu penggunaan algoritma ACO sebagai metode pencarian solusi dalam penelitian ini dan algoritma *bee colony* yang dijadikan metode pencarian solusi oleh Nafiuna Hidayatus Saidah. Sedangkan perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian Agus Leksono (2009) dan Eka Mindaputra (2009) adalah perbedaan obyek kajian dari penerapan metode pencari solusi. Obyek kajian penelitian ini adalah masalah penjadwalan *job shop*, sedangkan obyek kajian pada penelitian Agus Leksono dan Eka Mindaputra adalah masalah *Travelling Salesman Problem (TSP)*. Sehingga dari perbedaan tersebut, penelitian ini mendapatkan hasil penelitian yang dapat menjadi sebuah solusi alternative

untuk digunakan dalam pemecahan masalah penjadwalan *job shop* dan masalah-masalah optimasi lainnya.

1.8 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan Tugas Sarjana ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang permasalahan, rumusan masalah yang ada, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian, tinjauan pustaka, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisi tentang landasan teori yang diambil untuk memecah masalah penelitian. Adapun dasar teori dalam penelitian ini terdiri dari pengertian optimasi, algoritma, teori graf, penjadwalan *job shop*, dan Algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO)

BAB III PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang pembahasan-pembahasan yang berhubungan dengan aplikasi Algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) pada penjadwalan *job shop*.

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan dari hasil pembahasan yang telah dilakukan, serta saran bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Penjadwalan *job shop* dapat divisualisasikan secara grafis menggunakan *disjunctive graph* dengan memenuhi aturan dan batasan yang berlaku sesuai pengertian secara luas mengenai penjadwalan *job shop*. Perhitungan dan pencarian total waktu penyelesaian (*makespan time*) paling minimum sebagai tujuan dari penjadwalan *job shop* dapat dimodelkan secara matematis dengan notasi C_{max} .
2. Algoritma *ant colony optimization* (ACO) merupakan algoritma optimasi dengan konsep yang diadopsi dari tingkah laku sekumpulan semut mencari jalur paling optimal dengan menggunakan *pheromone* sebagai alat komunikasi antar semut dan dapat dituliskan secara matematis. Koloni semut akan menemukan jalur optimal berdasarkan jarak dan tingkat *pheromone*, sehingga cara kerja dari algoritma ini adalah pada awalnya dilakukan penyebaran semut-semut secara acak untuk memilih jalurnya masing-masing yang jika semakin banyak dilakukan siklus (bertambahnya iterasi) maka akan terjadi penguapan dan penambahan *pheromone* sehingga sebagian besar semut atau bahkan semua semut akan melewati jalur dengan tingkat *pheromone* yang tinggi sebagai jalur yang optimal.
3. Penggunaan algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) dapat digunakan sebagai solusi alternatif untuk menyelesaikan permasalahan penjadwalan *job shop* dengan hasil yang baik. Semakin besar ukuran permasalahan penjadwalan *job shop* yang diselesaikan, maka waktu komputasi yang dibutuhkan untuk mendapatkan solusi optimalnya akan menjadi semakin tinggi.

B. Saran

1. Untuk menghasilkan solusi *makespan time* yang lebih optimal, khususnya dalam menangani data-data dengan ukuran yang cukup besar, maka algoritma optimasi *ant colony optimization* (ACO) masih membutuhkan modifikasi dalam bentuk pemrograman komputer.
2. Pemilihan parameter yang tepat akan menghasilkan solusi yang lebih optimal. Untuk menentukan parameter tersebut, diperlukan adanya analisis parameter.
3. Penjadwalan *job shop* statis (*static job shop scheduling*) dapat dimodelkan secara matematis. Adanya pemodelan terhadap penjadwalan *job shop* dinamis (*dynamic job shop scheduling*) baik *deterministic* maupun *non deterministic* akan menambah pengetahuan tentang penjadwalan *job shop*.
4. Untuk mendapatkan hasil terbaik dalam pemecahan masalah penjadwalan *job shop*, perlu dilakukan perbandingan hasil dari jenis-jenis algoritma ACO (misalnya: *Ant system* (AS), *Elitist Ant system* (EAS), *Rank-Based Ant system* (ASrank), *Min-Max Ant system* (MMAS), *Ant Colony System* (ACS)) ataupun perbandingan dengan algoritma lainnya (misalnya: *bee colony optimization*, *genetic algorithm*, *hibryd optimization*, logika *Fuzzy*, jaringan syaraf tiruan, *Tabu Search*, *Simulated Annealing* dan lain-lain).

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi, 2002. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Prantek*, Jakarta: Pustaka Pelajar
- B. Roy and B. Sussmann (1964). *Les Problèmes d'ordonnement avec contraintes disjonctives*, Note DS no. 9 bis, SEMA, Montrouge.
- Betrianis dan Putu Teguh Aryawan, 2003, *Penerapan Algoritma Tabu Search Dalam Penjadwalan Job Shop*, Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok, Makara, Teknologi, vol. 7, no. 3, Desember 2003
- Brucker, Peter and Signid Knust, "Complex Scheduling", 2006, Berlin
- Dorigo, M., dan Gambardella, L. M. (1997). *Ant colonies for the traveling salesman problem*. Tech.Rep/IRIDIA/1996-003, Université Libre de Bruxelles, Belgium.
- Dorigo, M., Maniezzo, V., dan Colorni, A. (1991a). *Positive feedback as a search strategy*. Technical report 91-016, Dipartimento di Elettronica, Politecnico di Milano, Milan.
- Dorigo, M., Maniezzo, V., dan Colorni, A. (1996). *The Ant System: Optimization by a colony of cooperating agents*. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics—Part B, 26(1), pp.1-13.
- Horowitz, Ellis, Sahni, Sartaj, dan Rajasekaran, Sanguthevar. 1998. *Computer Algorithms / C++*. Second printing. Computer Science Press, United States of America.
- info@harunyahya.com akses: 09/05/2012 21.12WIB
- Leksono, Agus. 2009. *Algoritma Ant Colony Optimiation (ACO) untuk Menyelesaikan Travelling Salesman Problem (TSP)*. Semarang: Universitas Diponegoro
- Levitin, Anany. 2007. *Pengantar Desain dan Analisis Algoritma*. Jakarta: salemba Infotek
- Liu, Chung Laung. 1995. *Dasar-dasar matematika diskrit*. Edisi kedua. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Masruroh, Nisa, 2008, *analisa penjadwalan produksi dengan menggunakan metode ampbell dudeck smith, dan dannenbring di PT.Loka Refraktoris Surabaya*, tehnik industry FTI-UPN "veteran" Jatim
- Mindaputra, Eka. 2009. *Penggunaan Algoritma Ant Colony System dalam Travelling Salesman Problem (TSP) pada PT. Eka Jaya Motor*. Semarang: Universitas Diponegoro
- Muhajir, Noeng, 1990. *Metodologi Penelitian Kualitatif*, Yogyakarta: Rake Serasih
- Mutakhiroh, I., Saptono, F., Hasanah, N., dan Wiryadinata, R., 2007. *Pemanfaatan Metode Heuristik Dalam Pencarian Jalur Terpendek Dengan Algoritma Semut dan Algoritma Genetik*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi. ISSN: 1907-5022. Yogyakarta.
- Nasution, H. Arman, 1999, *perencanaan dan pengendalian produksi*, PT. Guna Widya, Jakarta.
- Pantas Panggabean, Henry, 2002, *Penjadwalan Job Shop Statik Dengan Algoritma Simulated Annealing*, Bandung

- Purnomo, M. R. A. (2002). Hibridasi Algoritma semut dengan Algoritma Pencarian Lokal Pada Kasus Penjadwalan Flow Shop. *Makalah pada Seminar Nasional BKSTI III*, Surakarta.
- Qardhawi, DR. Yusuf, *Waktu dalam Kehidupan Muslim*, Jakarta. 1992. Firdaus.
- Qur'an in word ver 1.3
- Rahmawati, T dan A.E. Tontowi, *Analisis Makespan Job Shop Menggunakan Metode Active, Non Delay Dan Heuristic Generation*, Yogyakarta. 2009. Universitas Gadjah Mada, jurnal mesin dan industry, volume 6, nomor 1, edisi januari 2009, issn 1693-704x, hal. 1-10
- Saidah, Nafiuna Hidayatus. 2010. *Implementasi Algoritma Optimasi Bee Colony Untuk Penjadwalan Job Shop*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
- Saputro, Nico, Yento, 2004, *Pemakaian Algoritma Genetik Untuk Penjadwalan Job Shop Dinamis Non Deterministik*, Jurusan Ilmu Komputer – FMIPA, Universitas Katolik Parahyangan, jurnal teknik industri vol. 6, no. 1, juni 2004: 61 – 70
- Suarga. 2006. *Algoritma Pemrograman*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- Surakhmat, Winarno. 1998. *Pengantar Penelitian Ilmiah: Dasar, Metode dan Teknik*, Bandung: Tarsito
- Wardy, Ibnu Sina, 2007, *Penggunaan Graf dalam Algoritma Semut untuk Melakukan Optimasi*, Program Study Teknik Informatika. Institut Teknologi Bandung
- Weiss, Mark Allen. 1996. *Algorithms, Data Structure, and Problem Solving with C++*. Addison Wesley Longman Inc, United States of America.
- Wilson, R. J., dan Watkins, J. J. (1990). *Graph An Introductory Approach, A First Course in Discrete Mathematics*. John Willey and Sons, New York
- Zhang, Jun, Xiaomin Hu, X. Tan, J.H. Zhong and Q. Huang, 2006, *Implementation of an Ant Colony Optimization technique for job shop scheduling problem*, Department of Computer Science, Sun Yat-sen University, P.R. China
- Zwaan, Sjoerd van der and Carlos Marques, 1999, *Ant Colony Optimisation for Job Shop Scheduling*, ISR – Instituto de Sistemas e Robótica, Instituto Superior Técnico (IST)

CURRICULUM VITAE

Nama Lengkap : Muhammad Raudak

Tempat/Tanggal Lahir : Gunung Kidul, 06 Oktober 1986

Alamat : Bansari 01/04, Kepek, Wonosari, Gunung Kidul,
Yogyakarta 55813

Alamat di Yogyakarta : Jl. Raden Ronggo KG II/982 Prenggan Kotagede
Yogyakarta 55172

No Telp : 088802737744 / 085228178781

e-mail : kang_raudak@yahoo.com

Pendidikan :

- TK Mashithoh Bansari (1991-1993)
- MI YAPPI Bansari (1993-1999)
- MTsN Yogyakarta II (1999-2002)
- MA Nurul Ummah Kotagede Yogyakarta (2002-2005)
- UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta (2005-2012)
- Pondok Pesantran Cidahu Cadasari Pandeglang Banten (2011)
- PP. Nurul Ummah Kotagede Yogyakarta (1999-)