

**PENERAPAN ALGORITMA *HARMONY SEARCH*
PADA PENJADWALAN MATA KULIAH**

**(STUDI KASUS: PENJADWALAN DI PROGRAM
STUDI MATEMATIKA UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA)**

SKRIPSI

Untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Matematika



diajukan oleh

Shelly Sholatan Kamilah

15610020

Kepada

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2019



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir
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 : Shelly Sholatan Kamilah
NIM : 15610020
Judul Skripsi : Penerapan Algoritma Harmony Search Pada Penjadwalan Mata Kuliah (Studi Kasus: Penjadwalan di Program Studi Matematika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta)

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 dalam Program Studi Matematika.

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 25 April 2019

Pembimbing

Muchammad Abrori, S.Si, M.Kom.

NIP: 19720423 199903 1 003



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1665/Un.02/DST/PP.00.9/05/2019

Tugas Akhir dengan judul : PENERAPAN ALGORITMA HARMONY SEARCH PADA PENJADWALAN MATA KULIAH (STUDI KASUS: PENJADWALAN DI PROGRAM STUDI MATEMATIKA UIN SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : SHELLY SHOLATAN KAMILAH
Nomor Induk Mahasiswa : 15610020
Telah diujikan pada : Senin, 06 Mei 2019
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR

Ketua Sidang

Muchamad Abrori, S.Si., M.Kom
NIP. 19720423 199903 1 003

Penguji I

Dr. Muhammad Wakhid Musthofa, S.Si., M.Si.
NIP. 19800402 200501 1 003

Penguji II

Muhamad Zaki Riyanto, S.Si., M.Sc.
NIP. 19840113 201503 1 001

Yogyakarta, 06 Mei 2019
UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi
E K A N



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Dr. Murtono, M.Si.
NIP. 19591212 200003 1 001

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Shelly Sholatan Kamilah

NIM : 15610020

Program Studi : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini menyatakan bahwa isi skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sesungguhnya skripsi ini merupakan hasil pekerjaan penulis sendiri sepanjang pengetahuan penulis, bukan duplikasi atau saduran dari karya orang lain kecuali bagian tertentu yang penulis ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 29 April 2019

Yang Menyatakan

The block contains an official stamp from the State Islamic University Sunan Kalijaga Yogyakarta. The stamp is rectangular with a yellow border and contains the text 'KETERANGAN' and 'FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI'. Below this, there is a handwritten signature in black ink.

Shelly Sholatan Kamilah

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Bismillahirrohmanirrohim

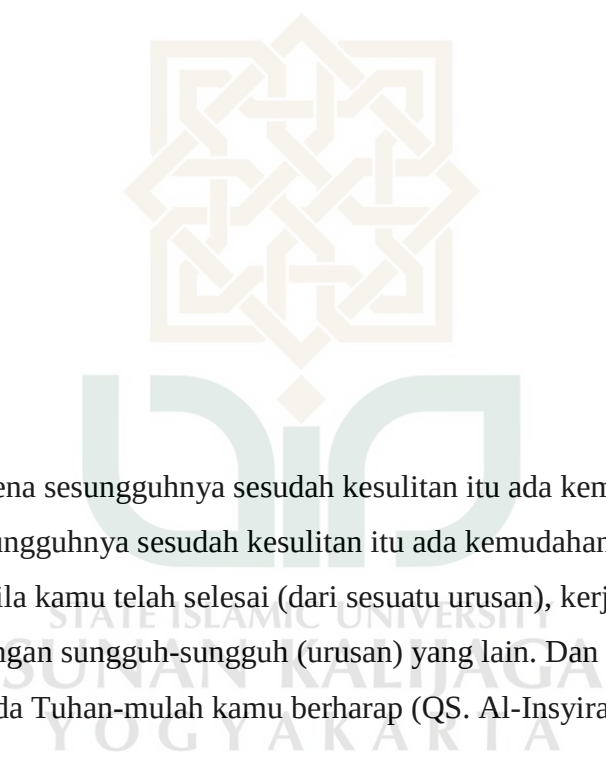
*Dengan izin Allah, karya sederhana ini penulis
persembahkan kepada:*

Kedua orangtua, Bapak Abu Mansyur dan Ibu Cucu Farida

*Almamater tercinta, Universitas Islam Negeri Sunan
Kalijaga Yogyakarta*

Teman-teman seperjuangan, Matematika 2015

MOTTO



”Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.
Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka
apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah
dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. Dan hanya
kepada Tuhan-mulah kamu berharap (QS. Al-Insyirah: 5-8)”

“It always seems impossible until it’s done”

(Nelson Mandela)

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT Tuhan Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang yang telah memberi segala rahmat, nikmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik. Shalawat beserta salam semoga tetap tercurah limpahkan kepada junjungan umat manusia Nabiyana Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing umat manusia keluar dari masa kegelapan menuju masa yang terang benderang. Semoga mendapat syafaat di hari kiamat kelak. Amin.

Alhamdulillah, akhirnya penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “**Penerapan Algoritma *Harmony Search* pada Penjadwalan Mata Kuliah (Studi Kasus: Penjadwalan di Program Studi Matematika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta)**”. Dalam penyelesaian skripsi ini penulis mendapat banyak dukungan dan bantuan dari banyak pihak. Atas dukungan dan bantuan tersebut penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Bapak Muchammad Abrori, S.Si., M.Kom., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu,

4. tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan kepada penulis dalam penyelesaian penelitian ini.
5. Segenap dosen dan karyawan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
6. Tata Usaha Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membantu dan mempermudah penulis dalam pengumpulan data.
7. Kedua orang tua Bapak Abu Mansyur dan Ibu Cucu Farida, adik-adik Yushi, Dea, Faqih, dan Sakhiya, Uwa-uwa Uwa Eem dan Uwa Dedoh serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil selama penulis menimba ilmu di Program Studi Matematika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
8. Sahabat seperjuangan Luluk, Vela, Karin, dan Rara yang berjuang bersama sejak awal serta selalu memberi saran dan dukungan.
9. Teman-teman matematika terapan Chusna, Hana, Nike, dkk yang banyak membantu dan menyemangati.
10. Teman-teman Kos 5E dan 5F yang masih berhubungan baik sampai saat ini dan selalu memberi dukungan.
11. Teman-teman Kos Kayyasah yang selalu mendukung.
12. Teman-teman MA Indi, Salwa, Jasmine, Kintan, Elma, dan Dena yang masih berhubungan baik sampai saat ini dan selalu memberi dukungan.

13. Seluruh teman-teman matematika angkatan 2015, untuk kebersamaan, suka dan duka selama menimba ilmu di Program Studi Matematika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
14. Teman-teman dan member English Café yang selalu mendukung dan memberi semangat.
15. Keluarga besar UKM SPBA (Studi dan Pengembangan Bahasa Asing) UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang mengajarkan penulis banyak hal.
16. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini.

Dengan penuh kesadaran bahwa penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun penulis terima dengan tangan terbuka. Walaupun demikian, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Yogyakarta, April 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMBANG.....	xvi
INTISARI.....	xviii
ABSTRACT	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Tinjauan Pustaka	6
1.7 Metode Penelitian	10
1.8 Sistematika Penulisan	13
BAB II LANDASAN TEORI.....	15
2.1 Penjadwalan Kuliah	15
2.2 Algoritma Metaheuristik.....	19

2.3 Algoritma Harmony Search	22
2.3.1 Sejarah Algoritma <i>Harmony Search</i>	22
2.3.2 Konsep Dasar Algoritma <i>Harmony Search</i>	23
2.3.3 Langkah-langkah Algoritma <i>Harmony Search</i>	25
2.4 Graf	35
2.4.1 Definisi Graf	36
2.4.2 Terminologi Dasar	38
2.4.3 Representasi Graf	40
2.4.4 Pewarnaan Graf	41
2.4.5 Algoritma Welch-Powell	43
2.5 Keterbagian dan Kongruensi	47
2.5.1 Keterbagian	47
2.5.2 Kongruensi	50
2.5.3 Fungsi Lantai	51
2.6 ASC Timetable	51
BAB III PENERAPAN ALGORITMA HARMONY SEARCH PADA PENJADWALAN MATAKULIAH	54
3.1 Analisis Data	54
3.1.1 Data Dosen	56
3.1.2 Data Mata Kuliah	57
3.1.3 Data Ruangan	57
3.1.4 Data Waktu	58
3.1.5 Indeks Data	59
3.2 Pemodelan Masalah Penjadwalan	62
3.2.1 Asumsi	63
3.2.2 Constraint	65

3.2.3 Matriks Penjadwalan Mata Kuliah	66
3.3 Pewarnaan Simpul Algoritma Welch-Powell	68
3.3.1 Transformasi Data ke dalam Bentuk Graf.....	68
3.3.2 Pewarnaan Simpul Algoritma Welch-Powell	72
3.4 Penerapan Algoritma <i>Harmony Search</i> pada Penjadwalan Mata Kuliah.....	97
3.4.1 Langkah 1: Inisialisasi Parameter	97
3.4.2 Langkah 2: Inisialisasi <i>Harmony Memory</i>	102
3.4.3 Langkah 3: Improvisasi Harmoni Baru	110
3.4.4 Langkah 4: Update Harmony memory	114
3.4.5 Langkah 5: Cek Kriteria Berhenti	114
3.4.6 Iterasi.....	114
3.4.7 Jadwal Optimal.....	121
3.5 ASC Timetable	127
3.5.1 Pembuatan Jadwal Menggunakan <i>ASC Timetable</i>	127
3.5.2 Perbandingan Jadwal.....	133
BAB IV PENUTUP.....	136
4.1 Kesimpulan	136
4.2 Saran	138
DAFTAR PUSTAKA	140
LAMPIRAN	143
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	176

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Tinjauan Pustaka.....	9
Tabel 2.1	Perbandingan Algoritma <i>Harmony Search</i> dengan Pertunjukan Musik.....	25
Tabel 2.2	Contoh Algoritma Welch-Powell	46
Tabel 3.1	Daftar Mata Kuliah	55
Tabel 3.2	Data Waktu	59
Tabel 3.3	Indeks Mata Kuliah.....	60
Tabel 3.4	Indeks Dosen	61
Tabel 3.5	Indeks Paket.....	61
Tabel 3.6	Indeks Ruang	62
Tabel 3.7	Indeks SKS	62
Tabel 3.8	<i>Timeslot</i> Hari Senin-Kamis.....	64
Tabel 3.9	<i>Timeslot</i> Hari Jum'at.....	64
Tabel 3.10	Indeks <i>Timeslot</i>	65
Tabel 3.11	Simpul Pada Graf.....	69
Tabel 3.12	Derajat Simpul	72
Tabel 3.13	Simpul Setelah Diurutkan.....	74
Tabel 3.14	Jadwal Mata Kuliah (1)	88
Tabel 3.15	Jadwal Mata Kuliah (2)	92
Tabel 3.16	Jadwal Mata Kuliah (3)	96
Tabel 3.17	Nilai x_j Masing-masing Jadwal	103
Tabel 3.18	Nilai l dan k Jadwal Optimal.....	123
Tabel 3.19	Jadwal Sebelum Perbaikan	124

Tabel 3.20 Jadwal yang Dibangun oleh Algoritma <i>Harmony Search</i>	126
Tabel 3.21 Jadwal yang Dibangun oleh ASC <i>Timetable</i>	132
Tabel 3.22 Distribusi Jadwal	134



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Skema Penelitian	10
Gambar 1.2	Lanjutan Skema Penelitian.....	13
Gambar 2.1	<i>Flowchart</i> Algoritma <i>Harmony Search</i>	34
Gambar 2.2	Jembatan Königsberg	35
Gambar 2.3	Graf Jembatan Königsberg.....	36
Gambar 2.4	Contoh Definisi Graf	36
Gambar 2.5	Contoh Graf	38
Gambar 2.6	Pewarnaan Graf	42
Gambar 2.7	<i>Flowchart</i> Algoritma Welch-Powell	45
Gambar 2.8	Contoh Algoritma Welch-Powell.....	47
Gambar 2.9	Tampilan ASC <i>Timetable</i>	52
Gambar 3.1	File Baru.....	128
Gambar 3.2	<i>Import Data</i>	128
Gambar 3.3	<i>Soft Constraint 1</i>	129
Gambar 3.4	<i>Soft Constraint 2</i>	130
Gambar 3.5	Jadwal Sebelum Edit Manual	131
Gambar 3.6	Jadwal ASC <i>Timetable</i> Optimal	131
Gambar 3.7	Jadwal ASC <i>Timetable</i> Tampilan Ruangan	131

DAFTAR LAMBANG

G	: Graf
$E(G)$	: Himpunan sisi di graf G
$V(G)$	: Himpunan simpul di graf G
$\deg(v)$	: Derajat simpul
x^i	: Vektor solusi ke- i
$f(x^i)$	: Nilai <i>fitness</i> vektor solusi ke- i
$>$	: Lebih dari
$\geq$	: Lebih dari atau sama dengan
$<$	: Kurang dari
$\leq$	: Kurang dari atau sama dengan
$\neq$	: Tidak sama dengan
$\equiv$	: Kongruen
$\not\equiv$	: Tidak kongruen
$a b$	: a membagi habis b
$a \nmid b$	: a tidak membagi habis b
$\in$	: Anggota
$\mathbb{Z}$	: Himpunan bilangan bulat
P_r^n	: Permutasi sejumlah n benda dengan r urutan yang berbeda

$!$	: Faktorial
$[x]$	: Fungsi lantai
$\lceil x \rceil$	: Fungsi atap
■	: Akhir Pembuktian
Σ	: Jumlah seluruh dari
mod	: Modulo

**PENERAPAN ALGORITMA *HARMONY SEARCH*
PADA PENJADWALAN MATA KULIAH (STUDI
KASUS: PENJADWALAN DI PROGRAM STUDI
MATEMATIKA UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA)**

Oleh: Shelly Sholatan Kamilah

15610020

INTISARI

Algoritma *Harmony Search* adalah algoritma metaheuristik baru yang ditemukan oleh Geem, dkk pada tahun 2001. Berasal dari fenomena perilaku para musisi ketika mereka memainkan instrumen musik. Penentuan solusi awal Algoritma *Harmony Search* menggunakan metode bebas. Pada penelitian ini solusi awal dibangun menggunakan pewarnaan simpul Algoritma Welch-Powell. Algoritma Welch-Powell merupakan salah satu algoritma pewarnaan simpul graf berdasarkan derajat simpul terbesar.

Algoritma *Harmony Search* telah diterapkan pada berbagai bidang di antaranya yaitu masalah penjadwalan mata kuliah. Masalah penjadwalan mata kuliah memiliki *constraint* yang berbeda-beda tiap intansi. Pada penelitian ini penulis akan membahas penerapan Algoritma *Harmony Search* pada penjadwalan mata kuliah di Program Studi Matematika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta dan membandingkan hasilnya dengan jadwal yang dibuat menggunakan aplikasi ASC *Timetable*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui langkah-langkah Algoritma Welch-Powell, menerapkan Algoritma *Harmony Search* pada penjadwalan mata kuliah, dan membandingkan jadwal yang terbentuk.

Hasil dari penelitian ini yaitu Algoritma Welch-Powell membangun 3 solusi awal. Algoritma *Harmony Search* membuat satu jadwal optimal yaitu vektor solusi ke-2 dalam *harmony memory* dengan nilai *fitness* sama dengan 0. ASC

Timetable lebih optimal dalam pendistribusian mata kuliah, sementara Algoritma *Harmony Search* lebih optimal dalam pengalokasian ruangan.

Kata kunci: Algoritma *Harmony Search*, Algoritma Welch-Powell, pewarnaan graf, dan penjadwalan mata kuliah.



**HARMONY SEARCH ALGORITHM APPLIED AT
UNIVERSITY COURSE TIMETABLE (CASE STUDY:
TIMETABLE AT MATHEMATICS DEPARTMENT OF
UIN SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA)**

By: Shelly Sholatan Kamilah

15610020

ABSTRACT

The *Harmony Search* algorithm is a new metaheuristic algorithm proposed by Geem et al. in 2001. It originates from the musician's behavior phenomena when they play musical instruments. Determination of *Harmony Search* Algorithm's initial solution uses a free method, in this study the initial solution was built using vertex coloring, Welch-Powell Algorithm. The Welch-Powell algorithm is one of the graph vertex coloring algorithms based on the largest degree of vertices.

Harmony Search Algorithms have been applied to various fields including the problem of scheduling courses. Course scheduling problem has different constraints for each institution. In this study the author will discuss the application of the *Harmony Search* Algorithm at university course Timetable in the Mathematics Department of UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta and compare the results with a Timetable made using ASC Timetable application. The purpose of this study is to find out the steps of the Welch-Powell Algorithm, apply the *Harmony Search* Algorithm to university course Timetable, and compare the schedules formed.

The results of this study are the Welch-Powell algorithm build 3 initial solutions. The *Harmony Search* Algorithm makes an optimal schedule, namely solution vector 2 with fitness value equal to 0. ASC Timetable is more optimal in distributing courses, while *Harmony Search* Algorithm is more optimal in allocating room.

Keyword: *Harmony Search* Algorithm, Welch-Powell Algorithm, graph coloring, and university course Timetable.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perguruan tinggi selalu memiliki suatu permasalahan pada setiap awal semester akademik, yaitu masalah pembuatan jadwal perkuliahan. Penjadwalan kuliah dilakukan untuk menempatkan mata kuliah secara merata setiap harinya. Pembuatan jadwal juga harus memenuhi kendala atau *constraints* yang ditentukan oleh perguruan tinggi dimana jadwal itu dipergunakan. Oleh karena itu perlu ditetapkan suatu batasan dalam penyusunan jadwal yang bersifat harus dipenuhi (*hard constraints*) dan tidak harus dipenuhi (*soft constraints*), tetapi tetap menjadi acuan dalam proses pembuatan jadwal. Contoh dari *hard constraint* di antaranya adalah mata kuliah yang berbeda tidak boleh dijadwalkan pada ruangan dan waktu yang sama, dan seorang dosen tidak boleh mengajar dua mata kuliah yang berbeda pada waktu yang bersamaan. Sedangkan contoh *soft constraint* di antaranya adalah mata kuliah dengan paket yang sama tidak dijadwalkan tiga kali berturut-turut dalam satu hari. Kendala-kendala atau *constraint-constraint* tersebut dipertimbangkan dalam penjadwalan mata kuliah di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Penjadwalan mata kuliah merupakan salah satu persoalan optimasi. Ada dua metode dalam penyelesaian masalah optimasi, yaitu metode konvensional dan metode heuristik. Metode heuristik salah satu dari bidang kecerdasan buatan yang digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi. Terdapat beberapa algoritma dari metode heuristik yang sering digunakan dalam permasalahan optimasi, di antaranya adalah Algoritma Genetika, Algoritma *Tabu Search*, Jaringan Saraf Tiruan, Algoritma Semut dan lain-lain (Suhartono, 2015).

Menurut Al-Betar dkk (2007) cara terbaik untuk menyusun sebuah algoritma penjadwalan yang mampu mengatasi penjadwalan mata kuliah yaitu algoritma yang memberikan keseimbangan yang baik antara algoritma berbasis lokal (*local based algorithm*) dan algoritma berbasis populasi (*population based algorithm*) untuk mencapai keseimbangan yang sesuai antara eksplorasi (perbaikan global) dan eksploitasi (perbaikan lokal). Kemudian, algoritma metaheuristik muncul ke permukaan untuk menyelesaikan masalah penjadwalan, salah satu di antaranya adalah Algoritma *Harmony Search*. *Harmony Search* adalah algoritma metaheuristik baru yang dikemukakan oleh Geem dkk (2001), berasal dari fenomena perilaku para musisi ketika mereka memainkan instrumen musik secara bersamaan (anggota populasi) untuk menjadikan sebuah harmoni yang

fantastik (solusi optimum global). Keadaan yang fantastik ini ditentukan oleh standar estetika (fungsi *fitness*). Algoritma *Harmony Search* bebas menggunakan metode untuk menentukan solusi awal. Salah satu metode konvensional yang dapat menyelesaikan masalah penjadwalan yaitu metode pewarnaan simpul graf. Salah satu Algoritma pewarnaan simpul graf adalah Algoritma Welch-Powell. Dalam penelitian ini penulis menggunakan Algoritma Welch-Powell untuk menentukan solusi awal.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Al-Betar dkk (2007) membahas mengenai langkah-langkah Algoritma *Harmony Search* yang diterapkan pada penjadwalan mata kuliah di Universitas Napier Inggris yang diambil berdasarkan data contoh yang dipersiapkan oleh Socha, dkk. Al-Betar membandingkan jadwal yang disusun menggunakan Algoritma *Harmony Search* dengan jadwal yang disusun menggunakan algoritma dan metode lain oleh peneliti sebelumnya. Hasil dari penelitian yang dilakukan oleh Al-Betar dkk (2007) menunjukkan bahwa *Harmony Search* dapat mengatasi masalah penjadwalan mata kuliah secara cerdas dan menemukan sebuah solusi yang mendekati optimal.

Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta membuat penjadwalan kuliah menggunakan aplikasi *ASC Timetable* dan memiliki *constraint* yang berbeda dengan Universitas Napier. Sehingga peneliti akan mencoba

menerapkan Algoritma *Harmony Search* pada penjadwalan mata kuliah di Program Studi Matematika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta serta membandingkan hasilnya dengan jadwal yang disusun menggunakan aplikasi *ASC Timetable*. Berdasarkan latar belakang di atas, akan dikaji penjadwalan mata kuliah menggunakan Algoritma *Harmony Search* dan mengangkatnya menjadi sebuah penelitian yang berjudul “Penerapan Algoritma *Harmony Search* pada Penjadwalan Mata Kuliah (Studi Kasus: Penjadwalan di Program Studi Matematika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta)”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana langkah-langkah Algoritma Welch-Powell dalam pembuatan jadwal mata kuliah sebagai solusi awal?
2. Bagaimana langkah-langkah Algoritma *Harmony Search* pada penjadwalan mata kuliah di Program Studi Matematika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta?
3. Bagaimana perbandingan hasil penjadwalan yang dibuat menggunakan Algoritma *Harmony Search* dan penjadwalan yang dibuat menggunakan aplikasi *ASC Timetable*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mendeskripsikan langkah-langkah pewarnaan simpul Algoritma Welch-Powell pada pembuatan jadwal mata kuliah sebagai solusi awal.
2. Mendeskripsikan langkah-langkah Algoritma *Harmony Search* pada penjadwalan mata kuliah serta menerapkan Algoritma *Harmony Search* pada penjadwalan mata kuliah di Program Studi Matematika UIN Sunan Kalijaga.
3. Membandingkan jadwal yang dibuat menggunakan Algoritma *Harmony Search* dengan jadwal yang dibuat menggunakan aplikasi *ASC Timetable*.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini terdapat beberapa batasan masalah guna menghindari pembahasan yang terlalu melebar. Batasan masalah tersebut antara lain:

1. Semua dosen sanggup mengajar pada jam kerja setiap hari Senin, Selasa, Rabu, Kamis, dan Jumat. Mulai dari pukul 07.00 WIB sampai pukul 17.05 WIB.
2. Mata kuliah yang dijadwalkan hanya mata kuliah Program Studi Matematika UIN Sunan Kalijaga semester gasal tahun ajaran 2018-2019
3. Jumlah ruangan yang digunakan 4 ruangan di Fakultas Sains dan Teknologi dan 2 ruangan di Laboratorium Terpadu.

4. Jumlah mahasiswa diasumsikan dapat memenuhi kapasitas ruangan.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi berbagai pihak, antara lain:

1. Manfaat bagi akademisi yaitu menambah pengetahuan dan pemahaman mengenai Algoritma *Harmony Search* terutama yang diterapkan dalam penjadwalan mata kuliah.
2. Manfaat bagi praktisi yaitu memberikan alternatif penjadwalan mata kuliah di Program Studi Matematika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta pada semester ganjil.

1.6 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka yang menjadi acuan peneliti untuk melakukan penelitian mengenai penerapan Algoritma *Harmony Search* pada penjadwalan mata kuliah di antaranya *paper* yang berjudul “A *Harmony Search Algorithm for University Course Timetabling*”, yang ditulis oleh Mohammed Azmi Al-Betar, Ahamad Tajudin Khader, dan Taufiq Abdul Gani Program Studi Ilmu Komputer *Universiti Sains Malaysia* pada tahun 2007. Membahas tentang penerapan Algoritma *Harmony Search* pada penjadwalan mata kuliah di *Napier University* dan membandingkan hasilnya dengan penelitian pada studi kasus yang sama menggunakan metode yang berbeda. Kesamaan *paper* ini dengan penelitian yang akan

dilakukan penulis terletak pada penerapan Algoritma *Harmony Search* pada penjadwalan mata kuliah. Sedangkan perbedaannya terletak pada metode yang digunakan untuk membangun *harmony memory* awal dan kendala atau *constraint* yang dipertimbangkan. Paper tersebut menggunakan metode Algoritma *Backtracking* dan Algoritma *MultiSwap* untuk membangun *harmony memory* awal, sedangkan penelitian yang akan dilakukan menggunakan metode pewarnaan simpul graf yaitu Algoritma Welch-Powell.

Skripsi yang berjudul “Analisis dan Implementasi Algoritma *Harmony Search* Untuk Optimasi Penjadwalan Perkuliahan (Studi Kasus IT Telkom)”, ditulis oleh Gustaf Hariyono mahasiswa Teknik Informatika Universitas Telkom pada tahun 2011. Membahas tentang penerapan, pengujian, dan analisis Algoritma *Harmony Search* pada penjadwalan mata kuliah di IT Telkom. Kesamaan skripsi tersebut dengan penelitian yang akan penulis lakukan terletak pada penerapan Algoritma *Harmony Search* pada penjadwalan mata kuliah. Sedangkan perbedaannya terletak pada metode yang digunakan untuk membangun *harmony memory* awal dan kendala atau *constraint* yang dipertimbangkan. Skripsi tersebut menggunakan metode penjadwalan acak untuk membangun *harmony memory* awal, sedangkan penelitian yang akan dilakukan menggunakan metode pewarnaan simpul

graf yaitu Algoritma Welch-Powell. Skripsi tersebut lebih membahas analisis program yang dibangun menggunakan Algoritma *Harmony Search* dibandingkan dengan cara kerja Algoritma *Harmony Search*.

Skripsi yang berjudul “Penerapan Algoritma *Harmony Search* pada *Resource-Constrained Project Scheduling Problem* (RCPSP)”, ditulis oleh Rizky Irmansyah Putra mahasiswa Program Studi Matematika Universitas Negeri Malang pada tahun 2013 Membahas tentang penerapan Algoritma *Harmony Search* pada *Resource-Constrained Project Scheduling Problem* (RCPSP). Kesamaan skripsi tersebut dengan penelitian yang akan penulis lakukan terletak pada algoritma yang digunakan yaitu Algoritma *Harmony Search*. Sedangkan perbedaanya terletak pada penerapan algoritma, skripsi tersebut menerapkan Algoritma *Harmony Search* pada *Resource-Constrained Project Scheduling Problem* (RCPSP). Metode yang digunakan untuk membangun *harmony memory* awal juga berbeda. Skripsi tersebut menggunakan metode Algoritma CPM (*Critical Path Method*) untuk membangun *harmony memory* awal, sedangkan penelitian yang akan dilakukan menggunakan metode pewarnaan simpul graf yaitu Algoritma Welch-Powell.

Tabel 1.1 Tinjauan Pustaka

No	Nama	Tahun	Judul	Keterangan
1	Mohammed Azmi Al-Betar, Ahamad Tajudin Khader, dan Taufiq Abdul Gani	2007	<i>A Harmony Search Algorithm for University Course Timetabling</i>	Menggunakan metode Algoritma <i>Backtracking</i> dan Algoritma <i>MultiSwap</i> untuk membangun <i>harmony memory</i> awal.
2	Gustaf Hariyono	2011	Analisis dan Implementasi Algoritma <i>Harmony Search</i> Untuk Optimasi Penjadwalan Perkuliahan (Studi Kasus IT Telkom)	Menggunakan metode penjadwalan acak untuk membangun <i>harmony memory</i> awal.
3	Rizky Irmansyah Putra	2013	Penerapan Algoritma <i>Harmony Search</i> pada <i>Resource-Constrained Project Scheduling Problem</i> (RCPSP)	Algoritma <i>Harmony Search</i> diterapkan pada <i>Resource-Constrained Project Scheduling Problem</i> (RCPSP). Menggunakan metode Algoritma CPM (<i>Critical Path Method</i>) untuk membangun <i>harmony memory</i> awal.
4	Shelly Sholatan Kamilah	2019	Penerapan Algoritma <i>Harmony Search</i> pada Penjadwalan Mata Kuliah (Studi Kasus: Penjadwalan di Program Studi Matematika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta)	Menggunakan metode pewarnaan simpul graf yaitu Algoritma Welch-Powell untuk membangun <i>harmony memory</i> awal.

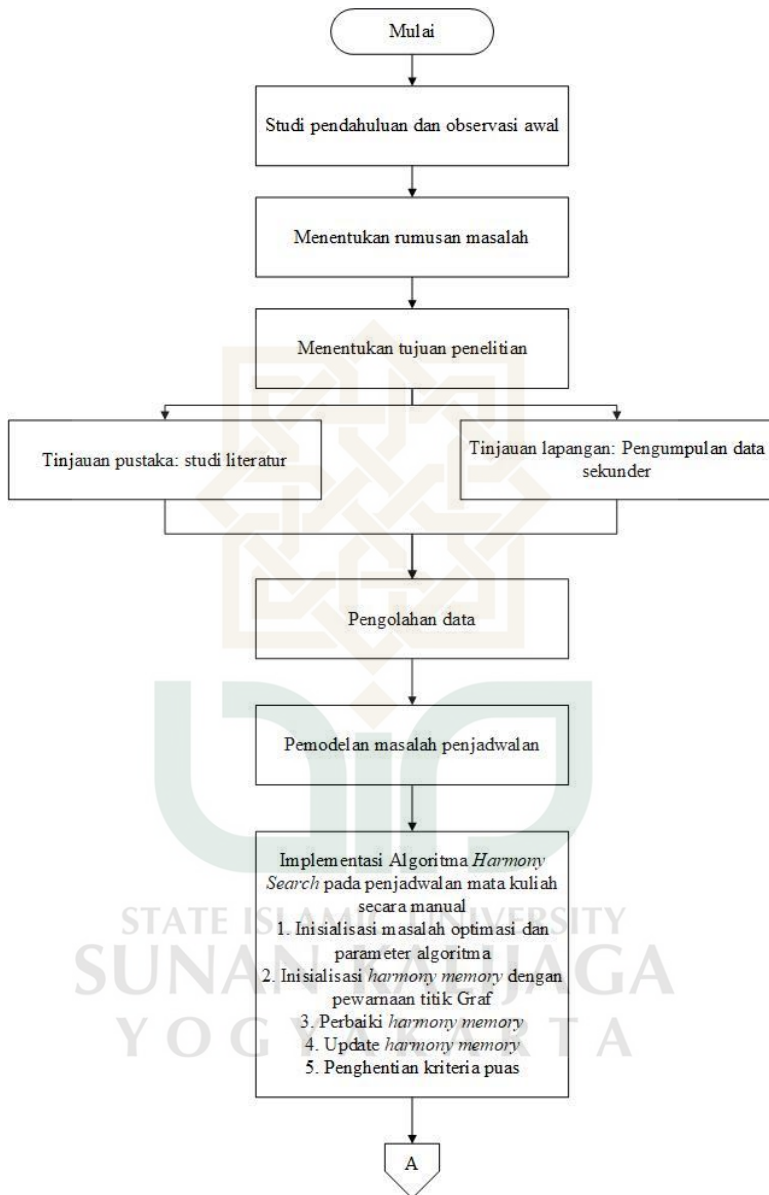
1.7 Metode Penelitian

Ditinjau dari tujuannya, penelitian ini termasuk dalam penelitian kualitatif, yaitu penelitian tentang riset yang bersifat deskriptif. Penelitian deskriptif, yaitu penelitian dengan menggambarkan serta menginterpretasikan suatu objek sesuai dengan fakta-fakta yang ada. Hasil penelitian ini tidak membuat generalisasi atau tidak dapat diterapkan dalam kondisi dan tempat yang berbeda dengan tempat penelitian. Tujuan dari penelitian deskriptif kualitatif searah dengan rumusan masalah.

Penelitian ini diawali dengan studi pendahuluan dan observasi awal, selanjutnya menentukan rumusan masalah dan tujuan penelitian mengenai pembuatan jadwal mata kuliah dengan menggunakan Algoritma *Harmony Search*. Kemudian melakukan tinjauan pustaka dan studi literatur mengenai Algoritma *Harmony Search*, studi literatur diperoleh dari buku, jurnal, tesis, skripsi, artikel, dan lain-lain yang dapat menjadi referensi teori bagi penelitian ini. Dilanjutkan dengan mengumpulkan data sekunder berupa daftar mata kuliah dan dosen pengampu yang diperoleh dari Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Setelah data sekunder diperoleh dilakukan analisis data, lalu memodelkan masalah penjadwalan tersebut ke dalam bentuk matematika. Masuk ke dalam tahapan Algoritma *Harmony Search* yaitu inisialisasi parameter Algoritma *Harmony Search* yang di-

input-kan oleh penulis. Lalu membuat solusi awal atau *harmony memory* awal dengan menggunakan metode pewarnaan simpul yaitu Algoritma Welch-Powell. Setelah itu menerapkan Algoritma *Harmony Search* pada penjadwalan mata kuliah di Program Studi Matematika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta secara manual. Jadwal yang telah dibuat menggunakan Algoritma *Harmony Search* dibandingkan dengan jadwal yang dibuat menggunakan aplikasi *ASC Timetable* sehingga diperoleh penyelesaian masalah dan suatu kesimpulan untuk penelitian ini. Langkah-langkah di atas dapat dilihat dalam skema penelitian pada Gambar (1.1) dan (1.2) sebagai berikut:





Gambar 1.1 Skema Penelitian



Gambar 1.2 Lanjutan Skema Penelitian

1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang akan diuraikan dalam skripsi ini terbagi menjadi empat bab, sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dibahas kerangka dari penulisan skripsi yang terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, tinjauan pustaka, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II: LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan dibahas teori-teori dasar yang mendukung penyelesaian rumusan masalah pada bab selanjutnya. Materi yang akan dijadikan landasan teori yaitu penjadwalan kuliah,

Algoritma Metaheuristik, Algoritma *Harmony Search*, teori graf, keterbagian dan kongruensi, serta *ASC Timetable*.

BAB III: PENERAPAN ALGORITMA HARMONY SEARCH PADA PENJADWALAN MATA KULIAH

Pada bab ini berisi analisis data, pemodelan masalah penjadwalan, membangun solusi awal menggunakan Algoritma Welch-Powell, langkah-langkah penerapan Algoritma *Harmony Search* pada penjadwalan mata kuliah secara manual, dan perbandingan jadwal yang dibuat menggunakan Algoritma *Harmony Search* dengan *ASC Timetable*.

BAB IV: PENUTUP

Pada bab ini berisi kesimpulan dan saran-saran yang membangun berdasarkan hasil penelitian sesuai dengan pembahasan yang telah diuraikan.

BAB IV

PENUTUP

Pada bab ini akan diberikan kesimpulan serta saran-saran yang dapat diambil berdasarkan materi-materi yang telah dibahas pada bab-bab sebelumnya.

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil oleh penulis setelah menyelesaikan penulisan skripsi ini adalah:

1. Pewarnaan simpul Algoritma Welch-Powell merupakan salah satu algoritma pewarnaan simpul graf yang melakukan pewarnaan berdasarkan derajat tertinggi dari simpul-simpulnya. Simpul pada graf $V(G)$ merepresentasikan mata kuliah dan sisi pada graf $E(G)$ merepresentasikan hubungan antara 2 buah simpul atau mata kuliah yaitu mata kuliah tersebut diampu oleh dosen yang sama, berada dalam 1 *timeslot* yang sama, dan memiliki jumlah sks yang berbeda. Graf mata kuliah tersebut direpresentasikan dalam bentuk matriks yaitu matriks *adjacency* mata kuliah, dimana simpul yang saling berhubungan bernilai 1 dan jika tidak bernilai 0. Langkah-langkah Algoritma Welch-Powell yaitu pertama, mengurutkan simpul-simpul dalam graf dimulai dari derajat terbesar ke derajat terkecil. Kedua, memberi

warna pertama untuk mewarnai simpul derajat terbesar pertama dan simpul lain yang tidak saling *adjacent*. Jika sudah tidak ada simpul yang tidak *adjacent* lanjut ke tahap berikutnya yaitu memilih simpul dengan derajat terbesar berikutnya dan beri warna lain. Ulangi proses sampai semua simpul telah diwarnai. Apabila semua simpul telah diwarnai maka dilakukan pengalokasian *timeslot* dan ruangan. Dari pewarnaan simpul Algoritma Welch-Powell diperoleh 3 buah jadwal yang masing-masing merupakan vektor solusi awal x^1 , x^2 , dan x^3 .

$$x^1 = [0 \ 2 \ 1 \ 4 \ 3 \ 5 \ 7 \ 6 \ 19 \ 20 \ 22 \ 21 \ 9 \ 25 \ 24 \ 26 \ 11 \ 13 \ 15 \ 17 \ 23 \ 44 \ 8 \ 39 \ 14 \ 41 \ 43 \ 45 \ 10 \ 12 \ 38 \ 40 \ 28 \ 16 \ 59 \ 57 \ 42 \ 61]$$

$$x^2 = [0 \ 2 \ 17 \ 4 \ 15 \ 13 \ 11 \ 6 \ 19 \ 36 \ 34 \ 21 \ 9 \ 25 \ 32 \ 30 \ 7 \ 5 \ 3 \ 1 \ 23 \ 44 \ 8 \ 55 \ 14 \ 53 \ 51 \ 49 \ 10 \ 12 \ 38 \ 40 \ 28 \ 16 \ 59 \ 57 \ 42 \ 61]$$

$$x^3 = [18 \ 16 \ 1 \ 14 \ 3 \ 5 \ 7 \ 12 \ 37 \ 20 \ 22 \ 35 \ 9 \ 31 \ 24 \ 26 \ 11 \ 13 \ 15 \ 17 \ 33 \ 50 \ 10 \ 39 \ 4 \ 41 \ 43 \ 45 \ 8 \ 6 \ 56 \ 54 \ 28 \ 2 \ 73 \ 75 \ 52 \ 71]$$

2. Algoritma *Harmony Search* adalah algoritma metaheuristik baru yang terinspirasi dari perilaku musisi ketika memainkan instrumen musik. Langkah-langkah Algoritma *Harmony Search* pada penjadwalan mata kuliah yaitu pertama inisialisasi parameter algoritma dan parameter penjadwalan. Parameter Algoritma *Harmony Search* pada penelitian ini yaitu $HMS = 3$, $HMCR = 0,8$, $PAR = 0,3$ dan jumlah iterasi = 3 iterasi. Parameter penjadwalan yaitu mendefinisikan persamaan vektor solusi dan *soft constraint*. Langkah kedua yaitu inisialisasi *harmony memory*, *harmony memory* awal atau solusi awal

dibangun menggunakan Algoritma Welch-Powell dan dihitung nilai *fitness*-nya, nilai *fitness* yang diperoleh adalah $f(x^1) = 6$, $f(x^2) = 4$, dan $f(x^3) = 2$. Langkah ketiga yaitu improvisasi harmony baru dilakukan dengan 3 cara yaitu *harmony memory consideration*, *random consideration*, dan *pitch adjustment*. Pemilihan *harmony memory consideration* dan *random consideration* dipengaruhi oleh HMCR, sementara pemilihan *pitch adjustment* dipengaruhi oleh PAR. Langkah keempat yaitu *update harmony memory* dengan fungsi tujuan minimasi fungsi *fitness*. Langkah kelima cek kriteria berhenti yaitu 3 iterasi. Terakhir yaitu memilih vektor solusi optimal, diperoleh vektor solusi x^2 dengan $f(x^2) = 0$.

$$x^2 = [0 \ 44 \ 11 \ 14 \ 13 \ 3 \ 9 \ 18 \ 4 \ 32 \ 22 \ 2 \ 28 \ 10 \ 17 \ 5 \ 11 \ 20 \ 15 \ 7 \ 25 \ 19 \ 33 \ 39 \ 37 \ 51 \ 41 \ 47 \ 23 \ 29 \ 8 \ 12 \ 36 \ 16 \ 38 \ 6 \ 52 \ 56 | 0]$$

3. Algoritma *Harmony Search* dan *ASC Timetable* membuat jadwal optimal dengan nilai *fitness* 0. *ASC Timetable* lebih optimal dalam pendistribusian jadwal mata kuliah. Sementara Algoritma *Harmony Search* lebih optimal dalam penggunaan ruangan.

4.2 Saran

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya dapat menjadwalkan seluruh program studi di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. *Constraint* yang digunakan dalam penelitian ini masih sederhana. Penelitian selanjutnya dapat membuat jadwal mata kuliah dengan *constraint* yang lebih kompleks.
3. Penelitian selanjutnya dapat membuat program komputer dengan Algoritma *Harmony Search*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdusakir, Azizah, N. N., & Nofandika, F.F. 2009. *Teori Graf Topik Dasar untuk Tugas Akhir/Skripsi*. Malang: UIN Maliki Press.
- Al-Betar, M.A., A.T. Khader, & T. A. Gani. 2007. *A Harmony Search Algorithm for University Course Timetabling. Issue 2, Volume 1*.
- Aldous, Joan M. and Wilson, Robin J. 2000. *Graph and Applications An Introductory Approach*. Great Britain: Springer.
- ASC Timetable. Diakses dari <https://www.ascTimetables.com/>. 14 Januari 2019.
- Blum, C., & Roli, A. 2003. *Metaheuristics in combinatorial optimization: Overview and conceptual comparison*. *ACM Computing Surveys*, 35(3): 268–308.
- Diestel, Reinhard. 2000. *Graph Theory*. New York: Springer
- Geem, Z.W., Kim J, Loganathan G. 2001. *A new heuristic optimization algorithm: Harmony Search*. *Simulation* 76(2):60-68.
- Gemm, Zong Woo. 2010. *Recent Advances in Harmony Search Algorithm*. Springer.
- Hadwan, M., Ayob, M., Sabar, N. R., & Qu, R. 2013. *A Harmony Search algorithm for nurse rostering problems*. *Information Sciences*, 233, 126–140.
- Hariyono, Gustaf. 2011. *Skripsi: Analisis dan Implementasi Algoritma Harmony Search Untuk Optimasi Penjadwalan Perkuliahan (Studi Kasus IT Telkom)*. Universitas Telkom. Bandung.
- Lee, K.S., & Geem, Z.W. 2004. *A new structural optimization method based on the Harmony Search algorithm*. *Computers and Structures* 82(9):781-798.

- Levitin, Anany. 2010. *Pengantar Desain dan Analisis Algoritma, Edisi 2 Buku 1*. Jakarta: Salemba Infotek.
- Munir, Rinaldi. 2010. *Matematika Diskrit*. Bandung: Informatika Bandung.
- Putra, Rizky Irmansyah. 2013. Skripsi: *Penerapan Algoritma Harmony Search pada Resource-Constrained Project Scheduling Problem (RCPSP)*. Universitas Negeri Malang.
- Rosen, Kenneth H. 2012. *Discrete Mathematics and Its Applications Seventh Edition*. New York: McGraww-Hill.
- Rosen, Kenneth H. 2011. *Elementary Number Theory and Its Applications Sixth Edition*. United State: Pearson.
- Setiawan, Adi. 2015. *Pengantar Teori Probabilitas*. Salatiga: Penerbit Tisara Grafika.
- Suhartono, E. 2015. *Optimasi Penjadwalan Mata Kuliah Dengan Algoritma Genetika (Studi Kasus di AMK JTC Semarang)*. INFOKAM, Nomor II / Th. XI/Sept / 15, 132–146.
- Suyanto. 2010. *Algoritma Optimasi Deterministik atau Probabilitik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Welsh, D.J.A, and Powell, M. B. 1967. *An upper bound for the chromatic number of a graph and its application to timetabling problems*. *The Computer Journal* 10 : 85 – 86.
- Wilson, Robin J. 2010. *Pengantar Teori Graf, Edisi 5*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Yuhilda. 2007. *Tesis: Sistem Pendukung Pengambilan Keputusan Penjadwalan Kuliah Berdasarkan Preferensi*

Kesediaan Waktu Dosen Untuk Mengajar. Universitas
Gadjah Mada. Yogyakarta.

