

**SISTEM PENJADWALAN MATA PELAJARAN SEKOLAH  
MENGUNAKAN METODE *HYBRID*  
*ARTIFICIAL BEE COLONY*(HABC)**

**SKRIPSI**

**OLEH:  
LAILI DWI OKTAVIA  
NIM. 12650030**



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2019**

**SISTEM PENJADWALAN MATA PELAJARAN SEKOLAH  
MENGUNAKAN METODE *HYBRID*  
*ARTIFICIAL BEE COLONY* (HABC)**

**SKRIPSI**

**Diajukan kepada:  
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)**

**Oleh :  
LAILI DWI OKTAVIA  
NIM. 12650030**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2019**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**SISTEM PENJADWALAN MATA PELAJARAN SEKOLAH  
MENGUNAKAN METODE *HYBRID*  
*ARTIFICIAL BEE COLONY* (HABC)**

**SKRIPSI**

**OLEH:  
LAILI DWI OKTAVIA  
NIM. 12650030**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji  
Tanggal : 12 Juni 2019

Dosen Pembimbing I



H. Fatchurrochman M.Kom  
NIP. 19700731 200501 1 002

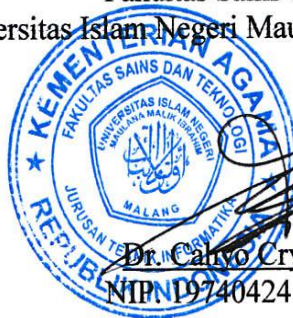
Dosen Pembimbing II



Dr. Cahyo Crysdiyan, M.Cs  
NIP. 19740424 200901 1 008

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Dr. Cahyo Crysdiyan, M.Cs  
NIP. 19740424 200901 1 008

## HALAMAN PENGESAHAN

# SISTEM PENJADWALAN MATA PELAJARAN SEKOLAH MENGUNAKAN METODE *HYBRID* *ARTIFICIAL BEE COLONY*(HABC)

## SKRIPSI

Oleh :  
**LAILI DWI OKTAVIA**  
NIM. 12650030

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan  
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)  
Tanggal : 12 Juni 2019

### Susunan Dewan Penguji

### Tanda Tangan

|                    |  |   |
|--------------------|--|---|
| Penguji Utama      | : <u>A'la Syauqi, M. Kom</u><br>NIP. 19771201 200801 1 007       | (  ) |
| Ketua Penguji      | : <u>Ajib Hanani, M. T</u><br>NIDT. 19840731 20160801 1 076      | (  ) |
| Sekretaris Penguji | : <u>H. Fatchurrochman, M. Kom</u><br>NIP. 19700731 200501 1 002 | (  ) |
| Anggota Penguji    | : <u>Dr. Cahyo Crysdian, M.Cs</u><br>NIP. 19740424 200901 1 008  | (  ) |

Mengetahui dan Mengesahkan,  
Ketua Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

  
Dr. Cahyo Crysdian, M.Cs  
NIP. 19740424 200901 1 008



## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : LAILI DWI OKTAVIA  
NIM : 12650030  
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika  
Judul Skripsi : SISTEM PENJADWALAN MATA PELAJARAN  
SEKOLAH MENGGUNAKAN METODE *HYBRID*  
*ARTIFICIAL BEE COLONY* (HABC)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur penjiplakan, maka saya bersedia untuk mempertanggungjawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 20 Juni 2019

Yang membuat pernyataan



Laili Dwi Oktavia  
NIM. 12650030

**MOTTO**

*“There is no limit of Struggling”*



## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Alhamdulillah Robbil 'Alamin...*

***Kupersembahkan karya sederhana ini untuk:***

*Terkhusus Bapak, Almarhumah Mama, Mbak Lina, Fitri serta keluarga besar yang selalu memberikan dukungan, kasih sayang, pengertian, perhatian, doa dan kesabaran yang cukup besar, kekhawatiran setiap hari.*

*Serta dukungan moril dan materil yang tak bisa terbalaskan-*

*Terkhusus juga untuk Dosen Pembimbing I Bapak H. Fatchurrochman, M.Kom Terimakasih sebanyak-banyaknya karena telah sabar membimbing saya yang sedikit ilmu, menasehati, Maafkan saya yang sering merepotkan selama masa konsultasi. Semoga Bapak selalu Sehat dan selalu dalam*

*Lindungan Allah SWT.aamiin-*

*Dan juga untuk Dosen Pembimbing II Dr. Cahyo Crysdian, M.Cs Terimakasih banyak telah membagikan ilmunya, membimbing, dan memberikan saya banyak arahan.*

*Kepada teman-teman yang mendampingi dalam suka dan duka arni, ruri, evy, luvy, dan aini. Ucapan terima kasih ini saya persembahkan juga untuk seluruh teman-teman saya di Jurusan Teknik Informatika 2012 Terima kasih untuk memori yang kita rajut setiap harinya dan atas tawa yang setiap hari kita miliki. Semoga saat-saat indah itu akan selalu menjadi kenangan yang paling indah.*

*Untuk semua pihak yang saya sebutkan, terima kasih atas semuanya.*

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Segala puji bagi Allah SWT tuhan semesta alam, karena atas segala rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan judul “Sistem Penjadwalan Mata Pelajaran Sekolah Menggunakan Metode *Hybrid Artificial Bee Colony* (HABC)” dengan baik dan lancar. Shalawat dan salam selalu tercurah kepada tauladan terbaik kita Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing umatnya dari zaman kegelapan dan kebodohan.

Dalam penyelesaian skripsi ini, banyak pihak yang telah memberikan bantuan baik secara moril, nasihat dan semangat maupun materil. Atas segala bantuan yang telah diberikan, penulis ingin menyampaikan doa dan ucapan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag, selaku rektor UIN Maulana Malik Ibrahim Malang beserta seluruh staf. Dharma Bakti Bapak dan Ibu sekalian terhadap Universitas Islam Negeri Malang turut membesarkan dan mencerdaskan penulis.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang beserta seluruh staf. Bapak dan ibu sekalian sangat berjasa memupuk dan menumbuhkan semangat untuk maju kepada penulis.
3. Bapak Dr. Cahyo Crys dian, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika yang sudah banyak memberi pengetahuan, inspirasi dan pengalaman yang berharga.



4. Bapak H. Fatchurrochman, M.Kom selaku dosen pembimbing I dan bapak Dr. Cahyo Crysdiyan, M.Cs selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memotivasi, mengarahkan dan memberi masukan kepada penulis dalam pengerjaan skripsi ini hingga akhir.
5. Ayah, Ibu dan Adik serta keluarga besar saya tercinta yang selalu memberi dukungan yang tak terhingga serta doa yang senantiasa mengiringi setiap langkah penulis.
6. Segenap Dosen Teknik Informatika yang telah memberikan bimbingan keilmuan kepada penulis selama masa studi.
7. Seluruh Dosen, Laboran, dan Staff Administrasi Jurusan Teknik Informatika UIN Malang, terima kasih atas segala ilmu dan bimbingannya.
8. Teman – teman seperjuangan Teknik Informatika 2012

Berbagai kekurangan dan kesalahan mungkin pembaca temukan dalam penulisan skripsi ini, untuk itu penulis menerima segala kritik dan saran yang membangun dari pembaca sekalian. Semoga apa yang menjadi kekurangan bisa disempurnakan oleh peneliti selanjutnya dan semoga karya tulis ini bisa bermanfaat dan menginspirasi bagi kita semua. Amin.

*Wassalamualaikum Wr. Wb.*

Malang, 20 Juni 2019



Laili Dwi Oktavia

## DAFTAR ISI

|  |             |
|--|-------------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....                       | <b>i</b>    |
| <b>LEMBAR PENGAJUAN</b> .....                    | <b>ii</b>   |
| <b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....                  | <b>iii</b>  |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....                   | <b>iv</b>   |
| <b>PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN</b> .....         | <b>v</b>    |
| <b>MOTTO</b> .....                               | <b>vi</b>   |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....                 | <b>vii</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                      | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                          | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                       | <b>xiii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                        | <b>xiv</b>  |
| <b>ABSTRAK</b> .....                             | <b>xv</b>   |
| <b>ABSTRACT</b> .....                            | <b>xvi</b>  |
| <b>المخلص</b> .....                              | <b>xvii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....                   | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang Masalah.....                  | 5           |
| 1.2 Pernyataan Masalah.....                      | 5           |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....                       | 5           |
| 1.4 Manfaat Penelitian.....                      | 5           |
| 1.5 Batasan Masalah.....                         | 5           |
| 1.6 Sistematika Penulisan.....                   | 6           |
| <b>BAB II STUDI PUSTAKA</b> .....                | <b>8</b>    |
| 2.1 Penjadwalan.....                             | 8           |
| 2.3 Algoritma <i>Artificial Bee Colony</i> ..... | 9           |
| 2.4 <i>Crossover</i> .....                       | 13          |

|                                       |  |           |
|---------------------------------------|--|-----------|
| 2.4                                   | Algoritma <i>Hybrid Artificial Bee colony</i> .....  | 14        |
| 2.4                                   | <i>Flowchart Hybrid Artificial Bee colony</i> .....  | 15        |
| 2.4                                   | <i>Pseudocode Hybrid Artificial Bee colony</i> ..... | 17        |
| 2.5                                   | Penelitian Terkait.....                              | 18        |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b> |  | <b>21</b> |
| 3.1                                   | Tahap Penelitian.....                                | 21        |
| 3.1.1                                 | Identifikasi Masalah.....                            | 21        |
| 3.1.2                                 | Studi Literatur.....                                 | 22        |
| 3.1.3                                 | Analisis Data.....                                   | 22        |
| 3.2                                   | Tahap Observasi.....                                 | 23        |
| 3.2.1                                 | Keadaan Sistem yang Berjalan di Sekolah.....         | 23        |
| 3.3                                   | Tahap Perancangan.....                               | 24        |
| 3.3.1                                 | Desain Sistem.....                                   | 24        |
| 3.3.2                                 | Dataset.....   | 25        |
| 3.3.3                                 | Desain Input.....                                    | 29        |
| 3.3.4                                 | Desain Proses.....                                   | 30        |
| 3.3.5                                 | Desain Output.....                                   | 32        |
| 3.3.6                                 | Pemodelan UML.....                                   | 33        |
| 3.3.7                                 | Desain <i>Database</i> .....                         | 34        |
| 3.3.7                                 | Desain <i>Interface</i> .....                        | 34        |
| 3.4                                   | Tahap Implementasi.....                              | 35        |
| 3.4.1                                 | Inisialisasi Populasi.....                           | 35        |
| 3.4.2                                 | Evaluasi Nilai <i>Fitness</i> .....                  | 36        |
| 3.4.3                                 | Fase <i>Employed Bee</i> .....                       | 38        |
| 3.4.4                                 | Hitung Nilai Probabilitas.....                       | 39        |
| 3.4.5                                 | Fase <i>Onlooker Bee</i> .....                       | 39        |

|  |                                |           |
|--|--------------------------------|-----------|
| 3.4.6                                      | Fase <i>Crossover</i> .....    | 40        |
| 3.4.7                                      | Fase <i>Scout Bee</i> .....    | 40        |
| <b>BAB IV UJI COBA DAN PEMBAHASAN.....</b> |                                | <b>41</b> |
| 4.1  | Langkah dan Uji Coba.....      | 41        |
| 4.1.1                                      | Skenario 1.....                | 41        |
| 4.1.2                                      | Skenario 2.....                | 42        |
| 4.1.3                                      | Skenario 3.....                | 42        |
| 4.1.4                                      | Skenario 4.....                | 42        |
| 4.1.5                                      | Skenario 5.....                | 43        |
| 4.2  | Hasil Uji Coba.....            | 43        |
| 4.2.1                                      | Hasil Uji Coba Skenario 1..... | 43        |
| 4.2.2                                      | Hasil Uji Coba Skenario 2..... | 44        |
| 4.2.3                                      | Hasil Uji Coba Skenario 3..... | 45        |
| 4.2.4                                      | Hasil Uji Coba Skenario 4..... | 46        |
| 4.2.5                                      | Hasil Uji Coba Skenario 5..... | 47        |
| 4.3  | Pembahasan.....                | 48        |
| 4.4  | Integrasi Islam.....           | 49        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>     |                                | <b>52</b> |
| 5.1  | Kesimpulan.....                | 52        |
| 5.2  | Saran.....                     | 52        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                 |                                | <b>53</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                       |                                | <b>55</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2.1 <i>Two Point Crossover</i> .....                                     | 14 |
| Gambar 2.2 <i>Flowchart</i> Algoritma <i>Hybrid Artificial Bee Colony</i> ..... | 16 |
| Gambar 2.3 <i>Pseudocode</i> Algoritma HABC.....                                | 18 |
| Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Penjadwalan sekolah.....                         | 24 |
| Gambar 3.2 Desain <i>Use Case Diagram</i> .....                                 | 32 |
| Gambar 3.3 Desain <i>Entity Relationship Diagram</i> .....                      | 33 |
| Gambar 3.4 Aplikasi Penjadwalan dengan Algoritma HABC.....                      | 34 |
| Gambar 4.1 Hasil Uji Coba Skenario 1.....                                       | 44 |
| Gambar 4.2 Hasil Uji Coba Skenario 2.....                                       | 45 |
| Gambar 4.3 Hasil Uji Coba Skenario 3.....                                       | 46 |
| Gambar 4.4 Hasil Uji Coba Skenario 4.....                                       | 47 |
| Gambar 4.5 Hasil Uji Coba Skenario 5.....                                       | 48 |



## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 3.1 Tabel Hari.....  | 25 |
| Tabel 3.2 Tabel Jam.....   | 26 |
| Tabel 3.3 Tabel Mata Pelajaran.....                                | 26 |
| Tabel 3.4 Tabel Guru.....  | 27 |
| Tabel 3.5 Tabel Kelas.....   | 28 |
| Tabel 3.6 Tabel Jurusan.....                                       | 29 |
| Tabel 3.7 Tabel Desain Input.....                                  | 30 |
| Tabel 3.8 Tabel Desain Proses.....                                 | 31 |
| Tabel 3.9 Tabel desain Output.....                                 | 32 |
| Tabel 3.10 Contoh Inisialisasi Populasi.....                       | 36 |
| Tabel 3.11 Contoh solusi Penentuan Fitness.....                    | 37 |
| Tabel 3.12 Contoh Hasil Perhitungan Nilai <i>Fitness</i> Baru..... | 38 |
| Tabel4.1 Tabel Hasil Penjadwalan Algoritma HABC.....               | 48 |

## ABSTRAK

Laili Dwi Oktavia. 2019. **Sistem Penjadwalan Mata Pelajaran Sekolah Menggunakan Algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony* (HABC)**. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.  
Pembimbing : (I) H, Fatchurrochman, M.Kom (II) Dr. Cahyo Crysdiyan, M.Cs  
Kata Kunci : Penjadwalan, *Hybrid Artificial Bee Colony*, *Crossover*.

---

Penjadwalan mata pelajaran di sekolah merupakan hal yang sangat penting dalam berlangsungnya kegiatan belajar mengajar di sekolah, jadwal ini bertujuan untuk mendukung, memperlancar, dan mempertinggi kualitas pendidikan. Dengan adanya jadwal mata pelajaran, kegiatan belajar mengajar akan berjalan dengan lancar, baik, dan efisien. Permasalahan yang dihadapi dalam pembuatan jadwal mata pelajaran adalah waktu yang dibutuhkan dalam membuat jadwal memakan waktu yang cukup lama. Dari beberapa algoritma yang digunakan dalam permasalahan optimasi, Algoritma *Artificial Bee Colony* adalah salah satu algoritma yang dapat di gunakan untuk mengatasi permasalahan penjadwalan. Algoritma *Artificial Bee Colony* adalah algoritma yang terinspirasi oleh perilaku koloni lebah madu dalam mencari makanan. Kelebihan *Artificial Bee Colony* dibandingkan dengan algoritma lain yaitu sangat sederhana dan flexibel, hasil proses optimasi lebih cepat dibanding algoritma lain dengan tingkat keberhasilan tinggi, akurat. Namun algoritma *Artificial Bee Colony* memiliki kekurangan yaitu, jika dimensi masalah meningkat, pertukaran informasi masih terbatas pada satu dimensi. Kelemahan *Artificial Bee Colony* inilah yang menjadikan peluang untuk melakukan pengembangan ABC yakni, *Hybrid Artificial Bee Colony* (HABC) dengan menambahkan operator *crossover* dari *Algoritma Genetika*. Operator *crossover* milik *Algoritma Genetika* disisipkan pada algoritma ABC guna meningkatkan pertukaran informasi antar lebah. Berdasarkan skenario uji coba yang dilakukan sebanyak lima kali didapatkan hasil bahwa Aplikasi Penjadwalan dengan menggunakan Algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony* dapat menghasilkan jadwal mata pelajaran dengan waktu eksekusi rata-rata 12,14 detik dan hasil *fitness*/bentrok jadwal yang cukup rendah. Hal ini membuktikan bahwa Algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony* dapat mengurangi bentrok jadwal pada aplikasi penjadwalan mata pelajaran sekolah.

## ABSTRACT

Laili Dwi Oktavia. 2019. **School Subject Scheduling System Uses Hybrid Artificial Bee Colony (HABC) Algorithm.** Thesis. Informatics Engineering Department of the Faculty of Science and Technology of the State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang.

Supervisor : (I) H, Fatchurrochman, M.Kom (II) Dr. Cahyo Crys dian, M.Cs

Keywords: Scheduling, Hybrid Artificial Bee Colony, Crossover.

---

Scheduling subjects in school is very important for teaching and learning activities in schools, this schedule aims to support, facilitate, and enhance the quality of education. With the schedule of subjects, teaching and learning activities will run smoothly, well, and efficiently. The problem faced in making the subject schedule is the time needed to make the schedule takes a long time. From several algorithms used in optimization problems, the Artificial Bee Colony algorithm is one algorithm that can be used to overcome scheduling problems. The Artificial Bee Colony algorithm is an algorithm inspired by the behavior of honeybee colonies in finding food. The advantages of the Artificial Bee Colony compared to other algorithms are very simple and flexible, the results of the optimization process are faster than other algorithms with high success rates, accurate. However, the Artificial Bee Colony algorithm has disadvantages, namely, if the dimensions of the problem increase, the exchange of information is still limited to one dimension. The weakness of Artificial Bee Colony is what makes the opportunity to develop ABC, namely, Hybrid Artificial Bee Colony (HABC) by adding a crossover operator from Genetic Algorithms. The crossover operator belonging to the Genetic Algorithm is inserted into the ABC algorithm to improve information exchange between bees. Based on five times the trial scenario, the results of the Scheduling Application using the Hybrid Artificial Bee Colony Algorithm can produce subject schedules with an average execution time of 12.14 seconds and a fairly low fitness/schedule clash. This proves that the Hybrid Artificial Bee Colony Algorithm can reduce schedule clashes in school subject scheduling applications.

### المخلص

ليلى دوي اوكتافيا. 2019. نظام جدولة المواد المدرسية يستخدم خوارزمية مستعمرة النحل الهجين الاصطناعي (ه، ا، ب، ج ) . مقال. المعلوماتية. كلية العلوم والتكنولوجيا.

جامعة الدولة الإسلامية مولانا مالك إبراهيم مالان

المشرف: (1) الحج فتح الرحمن الماجستير، (2) الدكتور جه يو كريسيان

الكلمات الرئيسية: الجدولة، *Artificial Bee Colony*، *Crossover*

تعتبر جدولة المواد في المدرسة مهمة جدًا في أنشطة التعليم والتعلم المستمرة في المدارس. يهدف هذا الجدول إلى دعم وتسهيل وتحسين جودة التعليم. مع جدول الموضوعات، ستعمل أنشطة التعليم والتعلم بسلاسة وجودة وكفاءة. المشكلة التي تواجهها في جعل الجدول الزمني الموضوع هو الوقت اللازم لجعل الجدول الزمني يستغرق وقتًا طويلاً. من العديد من الخوارزميات المستخدمة في مشاكل التحسين، فإن مستعمرة النحل الاصطناعي هي خوارزمية يمكن استخدامها لحل مشاكل الجدولة. الخوارزمية *Artificial Bee Colony* هي خوارزمية مستوحاة من سلوك مستعمرات نحل العسل في العثور على الطعام. مستعمرة النحل الاصطناعي مقارنة بالخوارزميات الأخرى بسيطة ومرنة للغاية، نتائج عملية التحسين أسرع من الخوارزميات الأخرى ذات معدلات نجاح عالية ودقيقة. لكن الخوارزمية *Artificial Bee Colony* لها عيوب، أي أنه إذا زادت أبعاد المشكلة، فإن تبادل المعلومات لا يزال محصوراً في بعد واحد. إن نقطة ضعف مستعمرة النحل الاصطناعي هذه هي الفرصة لتطوير (ABC)، وهي *Hybrid Artificial Bee Colony* عن طريق إضافة عامل تشغيل *Crossover* من *Algoritma Genetika*. يتم إدخال *Crossover* المملوكة *Algoritma Genetika* في خوارزمية ABC لتحسين تبادل المعلومات بين النحل. استناداً إلى سيناريو التجربة التي أجريت سبعة أضعاف النتائج التي تم الحصول عليها، فإن تطبيق الجدولة باستخدام خوارزمية *Artificial Bee Colony* يمكن أن يولد جداول زمنية ذات دقة عالية تبلغ في المتوسط مع متوسط زمن تنفيذ البرنامج 12.14 دقائق. هذا يثبت أن خوارزمية *Artificial Bee Colony* يمكن أن تقلل من جدول الصدام في تطبيق جدولة المواد الدراسية.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Jadwal mata pelajaran di sekolah adalah hal yang sangat penting dalam keberlangsungan kegiatan belajar dan mengajar di sekolah, penjadwalan ini memiliki tujuan untuk memperlancar, mendukung, dan membuat kualitas pendidikan jadi lebih tinggi. Penjadwalan mata pelajaran secara umum memiliki fungsi untuk kegiatan akademik dalam meningkatkan kualitas mengajar dan kedisiplinan baik siswa maupun guru yang mengajar. Jadwal mata pelajaran ini dapat memperlancar kegiatan belajar mengajar dengan baik. Sehingga kegiatan belajar mengajar di sekolah dapat terlaksana secara maksimal.

Di setiap sekolah, kegiatan yang rutin dilakukan setiap tahun pelajaran baru atau setiap semester adalah membuat/mengatur/menyusun jadwal pelajaran. Dalam menyusun jadwal tersebut diperlukan keseriusan kerja. Jika tidak teliti maka jadwal yang dibuat menjadi kurang sempurna dan akibatnya yaitu guru yang akan mengajar maupun siswa yang belajar akan terjadi bentrok pertemuan kelas. Dengan banyaknya jumlah kelas dan guru disekolah, tidak dipungkiri lagi bahwa sekolah memerlukan suatu sistem yang dapat mempermudah atau membantu kegiatan penjadwalan ini.

Penyusunan jadwal mata pelajaran MA Raudhatul Ulum Malang Selatan dibuat dengan cara manual yaitu menggunakan Microsoft Excel. Jadwal tersebut dibuat oleh staff sekolah yang bertugas untuk membuat jadwal. Data yang digunakan untuk menyusun jadwal yaitu data-data dari mata pelajaran, kelas, guru,



jam/slot mengajar dan hari yang di atur di dalam Microsoft Excel. Cara Manual bisa saja dilakukan, cara ini membutuhkan waktu yang lama dan ketelitian.

Dalam merancang penjadwalan mata pelajaran di Sekolah membutuhkan waktu, tenaga dan ketelitian. Karena dalam perancangan jadwal mata pelajaran harus memperhatikan aturan-aturan penjadwalan serta faktor-faktor yang mempengaruhi seperti guru, kelas, waktu dan mata pelajaran serta batasan-batasan baik batasan yang boleh dilanggar (*soft constraint*) maupun batasan yang harus dipenuhi (*hard constraint*) dalam mengalokasikan jadwal.

Kendala dalam penjadwalan mata pelajaran merupakan hal yang sering dialami oleh sebuah lembaga pendidikan, apalagi beberapa sekolah masih melakukan penjadwalan secara manual sehingga menjadi kurang *efisien*. Penjadwalan ini merupakan permasalahan dalam optimasi yang dapat diselesaikan dengan suatu metode. Optimasi merupakan suatu proses untuk mencapai hasil yang ideal atau optimasi (nilai efektif yang dapat di capai). Optimasi dapat di artikan sebagai suatu bentuk mengoptimalkan sesuatu hal yang sudah ada, ataupun merancang dan membuat sesuatu secara optimal.

Beberapa solusi terhadap penyelesaian penjadwalan mata pelajaran menunjukkan bahwa semakin besar volume batasan penjadwalan maka alokasi jadwal semakin kompleks sehingga diperlukan algoritma optimasi untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Algoritma *Artificial Bee Colony* ini merupakan salah satu algoritma optimasi yang dapat di gunakan untuk mengatasi permasalahan penjadwalan (Nugroho, 2013). Dalam permasalahan penjadwalan Algoritma

*Artificial Bee Colony* adalah algoritma yang merupakan bagian dari *swarm intelligent* yang menirukan perilaku koloni lebah madu dalam pencarian makanan. Kelebihan *Artificial Bee Colony* dibandingkan dengan algoritma lain yaitu sangat sederhana dan flexibel, algoritma ini dalam implementasi prosesnya cukup cepat daripada algoritma lainnya serta menghasilkan solusi dengan operasi yang sederhana (Malik, 2011).

Namun algoritma *Artificial Bee Colony* memiliki kekurangan yaitu, jika dimensi masalah meningkat, pertukaran informasi masih terbatas pada satu dimensi (Izzah *et al*, 2013). Kelemahan *Artificial Bee Colony* inilah yang menjadikan peluang untuk melakukan pengembangan ABC yakni, *Hybrid Artificial Bee Colony* (HABC) dengan menambahkan operator *crossover* dari *Algoritma Genetika*. Operator *crossover* milik *Algoritma Genetika* disisipkan pada algoritma ABC guna meningkatkan pertukaran informasi antar lebah. Algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony* atau penerapan *crossover* pada algoritma *Artificial Bee Colony* juga pernah digunakan dalam penelitian lain seperti pada kasus optimasi *Vehicle Routing Problem*. Algoritma *Artificial Bee Colony* dianggap memiliki kemampuan unggul dalam menentukan rute distribusi. Meskipun memiliki performa yang unggul, tetapi dalam algoritma *Artificial Bee Colony* masih memiliki kelemahan dimana ABC membutuhkan waktu yang relatif lama untuk mendapatkan sebuah solusi optimum (Zakaria *et al*, 2015). Melihat kelemahan tersebut diterapkan metode *crossover* yang merupakan teknik optimasi untuk pencarian solusi optimum dalam *Algoritma Genetika*. Algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony*(HABC) dengan penambahan operator *crossover* algoritma

ini dapat berjalan lebih baik serta waktu perhitungannya minimum/lebih cepat daripada algoritma ABC saja (Widiartha *et al*, 2019).

Tujuan dari penelitian yang dilakukan dengan menerapkan algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony* dalam penyusunan jadwal adalah membuat suatu program yang dapat menyusun jadwal sekolah dengan cepat dan nilai bentrok yang kecil. Sehingga didapatkan jadwal pelajaran yang lebih optimal.

Dalam Islam, menjalankan segala perintah Allah SWT dan menjauhi segala larangannya merupakan kewajiban bagi setiap muslim. termasuk dalam menjalankan perintah sholat. Allah memerintahkan untuk melaksanakan sholat tepat pada waktunya sesuai dengan waktu yang telah ditentukan, Allah SWT juga menjelaskan dalam firman-Nya:

﴿ جُنُوبِكُمْ وَعَلَىٰ وَقَعُودًا قِيَامًا اللَّهُ فَاذْكُرُوا الصَّلَاةَ قَضَيْتُمْ فَإِذَا كِتَابًا الْمُؤْمِنِينَ عَلَىٰ كَانَتْ الصَّلَاةَ إِنَّ ﴿ الصَّلَاةَ فَأَقِيمُوا اطمأننتم فَإِذَا مَوْقُوتًا

“Maka apabila kamu telah menyelesaikan shalat(mu), ingatlah Allah di waktu berdiri, di waktu duduk dan di waktu berbaring. Kemudian apabila kamu telah merasa aman, maka dirikanlah shalat itu (sebagaimana biasa). Sesungguhnya shalat itu adalah fardhu yang ditentukan waktunya atas orang-orang yang beriman.”( Annisa' (4):103)

Ayat Al qur'an surat Annisa' diatas menjelaskan tentang keagungan sholat, dan menjelaskan bahwa sholat merupakan kewajiban dan merupakan kegiatan yang tidak terlepas bagi seorang muslim apapun keadaannya. Sholat adalah suatu kewajiban yang telah ditentukan waktunya. Allah SWT mewajibkan bagi orang-orang yang beriman, dan menetapkan bagi tiap-tiap sholat tersebut waktunya, yang menjadi tempat dan waktu pelaksanaan bagi tiap sholat tersebut.

Berdasarkan latar belakang diatas penelitian ini mencoba memberikan solusi berupa sistem penjadwalan mata pelajaran sekolah dengan studi kasus MA Raudhatul Ulum Gondanglegi Malang Selatan. Penelitian ini diharapkan dapat membantu unit kurikulum sekolah dalam menyusun jadwal pelajaran sekolah dengan sebuah sistem yang lebih mudah dan *efisien*.

## 1.2. Pernyataan Masalah

Berdasarkan penjelasan pada latar belakan, maka penulis akan membahas rumusan masalah tentang bagaimana kinerja Algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony* (HABC) untuk penjadwalan sekolah?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efisiensi Algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony* (HABC) dalam pembuatan jadwal mata pelajaran.

## 1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mempunyai manfaat untuk orang banyak, yaitu:

- a. Membantu unit kurikulum sekolah dalam menyusun jadwal pelajaran sekolah MA Raudlotul Ulum Putra dan Putri Gondanglegi Malang Selatan.
- b. Sebagai metode alternatif dalam menyelesaikan pembuatan jadwal mata pelajaran di sekolah.
- c. Penelitian ini dapat dijadikan referensi dalam mengembangkan Sistem yang sejenis berikutnya.

## 1.5. Batasan Masalah

Pembahasan dalam penelitian ini dibatasi beberapa hal berikut ini :

- a. Penjadwalan sekolah ini dibuat aplikasinya menggunakan data jadwal dari MA Raudlotul Ulum Desa Ganjaran, Kecamatan Gondanglegi, Kabupaten Malang.
- b. Mata pelajaran yang diuji pada Ujian Nasional memiliki jatah jam mengajar yang lebih banyak daripada pelajaran lain yang tidak ada di Ujian Nasional, yaitu Bahasa Indonesia, Matematika, Bahasa Inggris, IPS, IPA, dan AGAMA

#### **1.6. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang dilakukannya penelitian ini, dalam bab menjelaskan tentang awal ide dari penelitian, pernyataan masalah, tujuan dari penelitian, manfaat dari penelitian, batasan penelitian dan sistematika penulisan.

#### **BAB II STUDI PUSTAKA**

Bab ini berisi tentang penjelasan teori-teori dan pengertian mengenai metode yang digunakan dalam penelitian ini. Serta disebutkan beberapa penelitian terkait sebagai sumber acuan dalam penelitian yang berasal dari artikel, jurnal maupun buku.

#### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang desain/rancangan dari sistem yang akan dibuat, implementasi sistem dengan batasan-batasannya, rancangan dalam pembuatan



sistem, dan beberapa desain sistem seperti *use case* dan *entity relationship diagram*.

#### **BAB IV UJI COBA DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi tentang implementasi metode berdasarkan rancangan yang telah dibuat sebelumnya. Serta membahas hasil dari pengujian sistem dan tabel hasil uji coba sistem.

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan.



## BAB II

### STUDI PUSTAKA

#### 2.1. Penjadwalan

Pengertian penjadwalan menurut kamus besar bahasa Indonesia adalah suatu cara, proses, perbuatan menjadwalkan/memasukkan ke dalam jadwal. Penjadwalan berasal dari kata jadwal yang memiliki arti membagi waktu didasarkan atas daftar, proses mengatur rencana kerja atau proses menyusun suatu kegiatan dengan ketentuan waktu yang jelas.

Maharsi (2013) menyatakan bahwa penjadwalan adalah suatu proses memilih, mengorganisasi, dan menentukan waktu dalam menggunakan sumber daya untuk menghasilkan hasil seperti yang diinginkan dalam waktu yang diinginkan pula. Penjadwalan juga didefinisikan sebagai pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada (Abrar, 2009). Penjadwalan adalah proses untuk menentukan :

- a. *Sequence*, yaitu proses mengurutkan pekerjaan yang akan dikerjakan selanjutnya.
- b. *Timing*, yaitu proses menentukan awal dan akhir setiap proses (Schroeder, q 2007).

Berdasarkan ketiga definisi diatas, maka pengertian penjadwalan secara umum dapat diartikan sebagai pengalokasian sumber daya terbatas untuk mengerjakan suatu pekerjaan.

## 2.2. Algoritma *Artificial Bee Colony*

Algoritma *Artificial Bee Colony* merupakan satu dari sekian banyak algoritma optimasi yang diadaptasikan dari konsep *Swarm Intelligence* (SI) yang mendapat perhatian dari banyak peneliti. Algoritma ini diusulkan oleh Dervis Karaboga di tahun 2005. *Artificial Bee Colony* adalah *Artificial Intelligent* yang meniru pencarian *food source* (sumber nektar) oleh koloni lebah. Koloni lebah memiliki kemampuan dalam menentukan *food source* dan terbagi menjadi tiga kelompok yaitu lebah penjelajah, lebah pekerja, dan lebah pengintai. Para lebah tersebut bertugas untuk menentukan posisi dan besarnya suatu sumber nektar (*food source*). Kemudian mereka akan menyimpan dalam memori dan membandingkannya dengan sumber lain. Tahap terakhir yaitu memilih lokasi dengan sumber nektar/*food source* yang paling baik (Karaboga, 2005). Algoritma ini memiliki keunggulan yaitu memiliki struktur yang sederhana serta memiliki kemampuan dalam menyelesaikan suatu permasalahan yang bersifat kontinu (Sugioko, 2013).

Dalam koloni lebah pada Algoritma *Artificial Bee Colony*, terdapat tiga jenis lebah yaitu, lebah *onlooker*, *employee*, dan lebah *scout*. Lebah *Employee* memiliki tugas untuk mencari sumber makanan (*food source*) dan menghitung nektar (*fitness*). Kemudian lebah *employee* akan membagikan informasi kepada pada lebah *onlooker* dengan cara menari-nari di *weggle dance*, yaitu area dansa tempat bertemunya para lebah. *Onlooker* akan menerima informasi tentang

kualitas dari *food source* dan memilih *food source* yang terbaik. Peluang yang lebih besar untuk dipilih *onlooker* adalah *food source* yang menghasilkan nektar lebih banyak. Setelah itu, employee yang berada pada setiap *food source* baru di sekitarnya (*neighborhood*), kemudian saat proses pencarian *food source* baru employee berubah menjadi scout (Sundar & Singh, 2010).

Pada penelitian Zhang (2011), langkah-langkah utama dari proses/fase algoritma ABC dapat diuraikan sebagai berikut:

#### 1. Inisialisasi Populasi

Pada fase inisialisasi, solusi awal *food source* (populasi) adalah vektor nyata  $D$ -dimensional yang dihasilkan secara random atau acak. Dengan  $x_i = \{x_{i,1}, x_{i,2}, \dots, x_{i,D}\}$  mewakili *food source* ke- $i$ , yang diperoleh oleh persamaan berikut :

$$x_{i,d} = x_{\min d} + r \times (x_{\max d} - x_{\min d}), d = 1, \dots, D \quad (2.1)$$

$x_{i,d}$  = Solusi awal ke- $i$  hingga  $d$

$x_{\min d}$  = Populasi minimal

$x_{\max d}$  = Populasi maksimal

$r$  = *random* [0,1]

$D$  =  $d$  dimensi

Dimana  $r$  merupakan bilangan acak antara [0,1], dan  $x_{\min d}$  dan  $x_{\max d}$  masing- masing adalah batas bawah dan atas untuk dimensi  $d$ .

Untuk menghitung kualitas *nektar/fitness* menggunakan persamaan berikut:

$$f(x) = \sum B \quad (2.2)$$

Dimana :

$f = fitness$

$x = indeks\ jadwal\ mata\ pelajaran$

$B = bentrok$

## 2. Fase *Employed Bee*

Pada tahap ini, setiap lebah/bee yang dipekerjakan dikaitkan dengan solusi. Kemudian melakukan modifikasi acak pada *food source*/populasi awal untuk menemukan solusi baru. Solusi baru  $v_i$  dihasilkan dari  $x_i$  menggunakan rumus differensial :

$$v_{i,d} = x_{i,d} + r \times (x_{i,d} - x_{k,d}) \quad (2.3)$$

$v_{i,d}$  = Solusi baru ke- $i$  hingga  $d$

$x_{i,d}$  = Solusi awal ke- $i$  hingga  $d$

$r$  = *random* [0,1]

$x_{k,d}$  = Solusi ke- $k$  hingga  $d$  ( $k \neq i$ )

Dimana  $d$  dipilih secara acak dari  $\{1, \dots, D\}$ , dan  $k$  dipilih secara acak dari  $\{1, \dots, SN\}$  sedemikian sehingga  $k \neq i$  dan  $r$  merupakan bilangan random dari  $[-1, 1]$ . setelah  $v_i$  diperoleh kemudian dievaluasi dan dibandingkan dengan  $x_i$  (misalkan, jumlah nektar dari *food source* baru lebih tinggi dari *food source* lama), maka lebah akan melupakan yang lama dan mengingat yang baru. Jika tidak, maka dia akan terus bekerja pada  $x_i$ .



### 3. Hitung Probabilitas

Pada tahap ini dilakukan perhitungan probabilitas yang digunakan dalam pemilihan *food source*. Berikut ini rumusan menghitung probabilitas:

$$P_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^{SN} f_i} \quad (2.4)$$

Dimana :

$P$  = nilai probabilitas

$f_i$  = nilai *fitness* solusi dari solusi  $i$

$SN$  = *food source*/solusi

### 4. Fase *Onlooker Bee*

Fase *Onlooker*, ketika semua lebah selesai melakukan pencarian lokal mereka, *onlooker* akan membagikan informasi nektar dari *food source* yang kemudian *onlooker* akan memilih *food source* dengan cara probabilistik. *Onlooker cenderung* akan memilih *food source* dengan jumlah nektar yang lebih tinggi. Setelah *onlooker* memilih *food source*  $x_i$ , dia juga akan melakukan pencarian lokal pada  $x_i$  sesuai dengan persamaan (2.2).

$$v_{i,d} = x_{i,d} + r \times (x_{i,d} - x_{k,d})$$

$v_{i,d}$  = Solusi baru ke- $i$  hingga  $d$

$x_{i,d}$  = Solusi awal ke- $i$  hingga  $d$

$r$  = *random* [0,1]

$x_{k,d}$  = Solusi ke- $k$  hingga  $d$  ( $k \neq 1$ )

$k$  = Solusi employee bee

Dan seperti pada fase sebelumnya, jika solusi hasil modifikasi menghasilkan *nektar/fitness* yang lebih baik maka solusi baru akan menggantikan solusi  $x_i$ .

#### 5. *Fase Scout Bee*

*Fase Scout Bee* yaitu fase dimana *Scout* akan mencari sumber makanan baru (populasi baru) untuk menggantikan *food source* lama yang telah ditinggalkan oleh *onlooker bee* dengan pencarian acak (tahap 1) dengan persamaan (2.1).

#### 6. Catat Solusi

Catat *food source* (populasi) terbaik yang telah ditemukan sejauh ini. Populasi terbaik adalah populasi dengan nilai *fitness* terkecil.

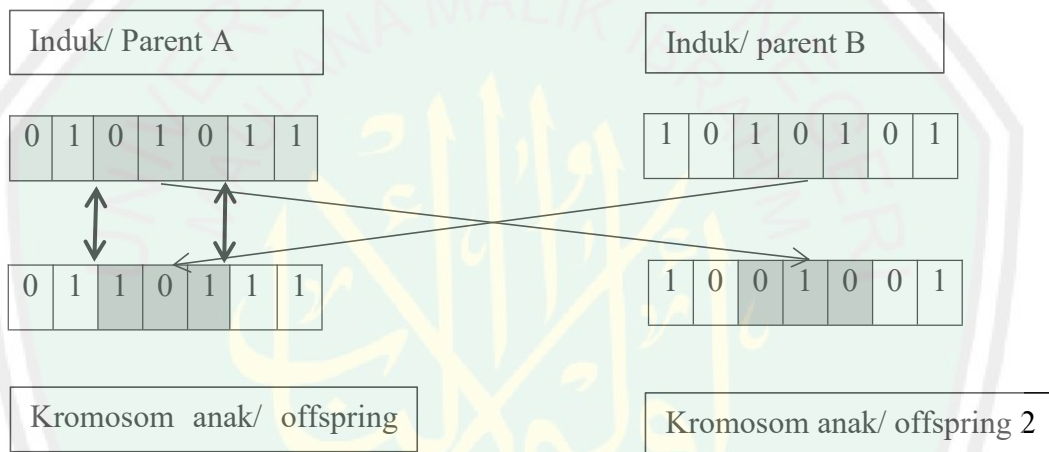
### 2.3. *Crossover*

Pindah silang (*Crossover*) adalah salah satu operator dalam Algoritma Genetika. *Crossover* merupakan proses persilangan yang dilakukan pada dua individu yang dipilih secara acak sebagai individu baru (*offspring*) atau anak (Saputro *et al.*, 2015).

Operator *crossover* adalah metode untuk mendapatkan informasi genetik dari orang tua/ induk, dengan menggabungkan fitur antara dua induk untuk mendapatkan individu baru yang mewarisi sifat dari kedua induknya. Operator *crossover* tidak diberlakukan pada semua pasangan induk. Terdapat pilihan

dimana kemungkinan crossover yang diterapkan tergantung pada probabilitas crossover.

Ada beberapa jenis *crossover*, yaitu *n-point crossover*, *one point crossover*, *partially mapped crossover*, *order crossover* dan *cut and splice crossover*. Dalam penelitian ini penulis menggunakan *two point crossover* untuk menyelesaikan masalah penjadwalan sekolah. *Two point crossover* memiliki beberapa karakteristik:



Gambar 2.1 Two Point Crossover

#### 2.4. Algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony* (HABC)

Dengan adanya kelemahan pada algoritma *Artificial Bee Colony* memunculkan ide untuk menggabungkan operator milik Algoritma Genetika kedalam ABC untuk memperbaiki kemampuan optimasi ABC dalam permasalahan clustering. Dengan penggabungan tersebut algoritma ini disebut *Hybrid Artificial Bee Colony* (HABC). secara umum prosedurnya HABC sama dengan ABC, tetapi disisipi dengan tahapan *crossover* diantara *onlooker* dan *scout*.

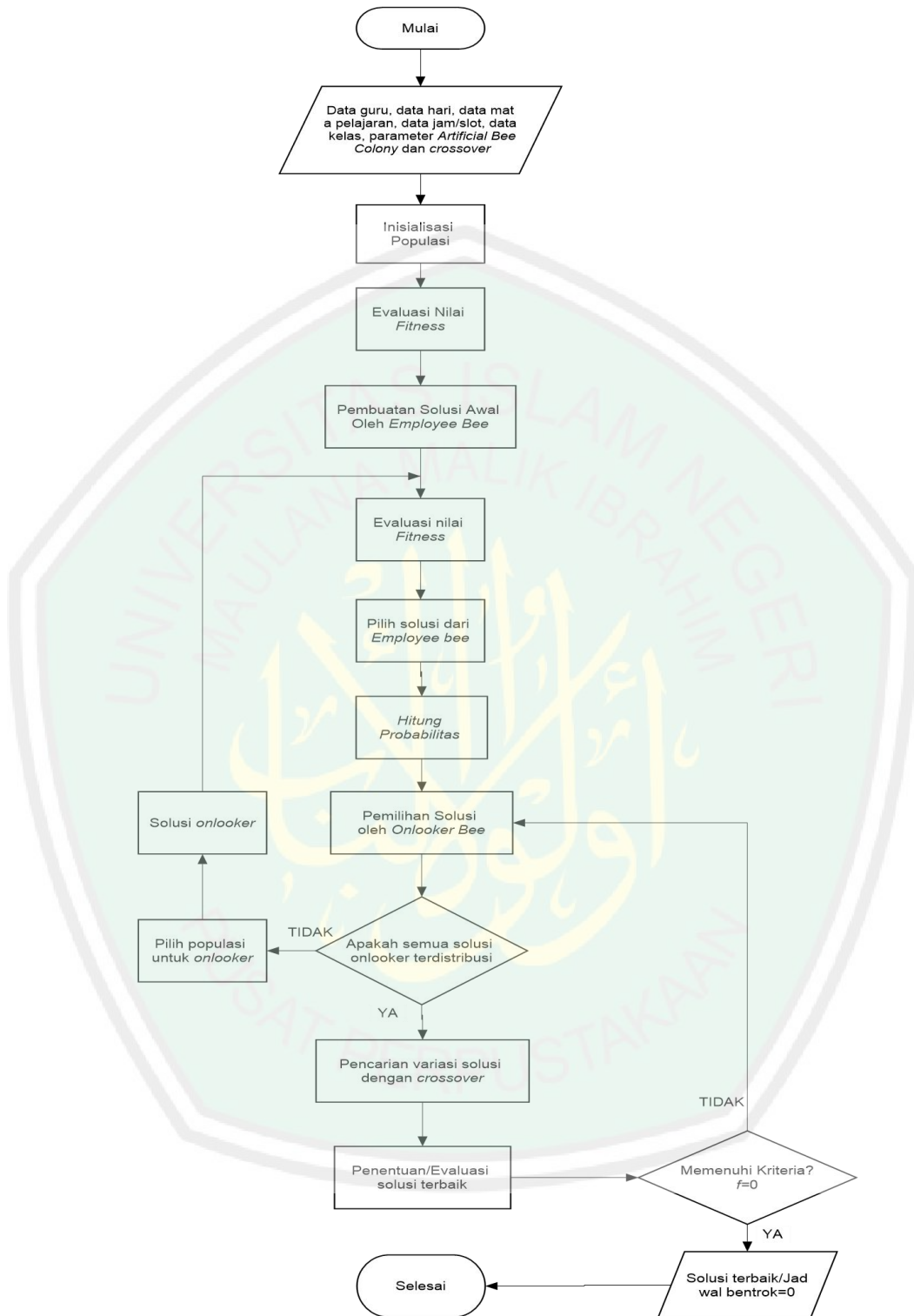
Berikut ini langkah-langkah dalam penyelesaian masalah penjadwalan sekolah dengan pendekatan algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony*:

1. Inialisasi parameter untuk menentukan populasi awal
2. Membangkitkan populasi secara acak sejumlah lebah *employee*.
3. Setiap *employee* akan mengevaluasi setiap *food source*
4. Menghitung probabilitas untuk menentukan populasi terbaik
5. *Onlooker* memilih *food source* terbaik berdasarkan nilai probabilitas yang telah dihitung.
6. Seleksi untuk memilih populasi yang akan di proses oleh *crossover* dan melakukan *crossover* pada induk terpilih.
7. Lebah *scout* akan mencari *food source* baru di sekitar solusi (*neighborhood*).
8. Lebah akan menyimpan hasil populasi terbaik. Jika iterasi telah terpenuhi, solusi terbaik yang diperoleh adalah solusi akhir.

#### 2.4.1. Flowchart Algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony* (HABC)

Flowchart adalah bagan yang digunakan menjelaskan bagan/alur sistem yang akan dibuat/dirancang. Dalam membangun suatu sistem terdapat banyak tahapan yang harus diperhatikan. Tahapan tersebut salah satunya adalah perancangan sistem. Sebelum rancangan sistem dituangkan dalam bentuk program, sebaiknya dibuat rancangan logis dari sistem tersebut. Flowchart akan menguraikan aktivitas-aktivitas yang akan terjadi dalam sistem.

Flowcart penjadwalan mata pelajaran dengan metode *Hybrid Artificial Bee Colony* digambarkan pada Gambar 2.1 berikut :ini:



**Gambar 2.2** *Flowchart* Algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony*

Flowchart di atas menjelaskan alur Algoritma Hybrid Artificial Bee Colony dalam penjadwalan sekolah. Proses dimulai dengan menginputkan data-data yang



akan diolah yaitu data hari, data guru, data mata pelajaran, data jam/slot, data kelas dan data parameter algoritma HABC. Setelah menginputkan data-data tersebut proses dimulai dengan inialisasi populasi, yaitu membentuk food source atau populasi secara random. Tahap selanjutnya yaitu evaluasi fitness dari populasi awal. Masuk ke dalam tahap employee bee, pada tahap ini dilakukan modifikasi untuk menghasilkan solusi baru dan dilakukan evaluasi fitness kembali. Proses selanjutnya dilakukan pemilihan solusi dari employee bee. Dilakukan perhitungan probabilitas dalam pemilihan solusi yang akan di proses oleh onlooker. Pemilihan solusi dari employee bee oleh onlooker didistribusikan. Jika solusi onlooker tidak terdistribusi maka dilakukan pemilihan solusi ulang oleh onlooker. Jika solusi onlooker telah terdistribusi maka dilanjutkan ke proses selanjutnya yaitu pencarian variasi solusi dengan proses crossover. Setelah melalui proses crossover kemudian dilakukan evaluasi solusi terbaik. Solusi terbaik adalah solusi yang memiliki nilai fitness terkecil dari iterasi. Nilai fitness sama dengan bentrok jadwal. Jadi, jika nilai fitness kecil maka bentrok yang dihasilkan juga kecil.

#### **2.4.1. Pseudocode Algoritma Hybrid Artificial Bee Colony (HABC)**

Algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony* selain dapat dituliskan dalam bentuk *flowchart* dan juga dapat dituliskan dengan *Pseudocode*. *Pseudocode* merupakan cara penulisan algoritma yang hampir menyerupai Bahasa Pemrograman, namun lebih sederhana dalam penulisannya dengan menggunakan bahasa baku yang mudah dipahami. Berikut ini pseudocode Algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony*:

```

Initialize population
  Initialize the food source and evaluate nectar amount of food source(fitness)
  Send employed bee to the current food source:
Iterasi = 0
Do while (the termination condition are not met)
//Employed Bee Phase
Find new food source in its neighborhood
For  $i = 1$  to  $FoodNumber$ 
  Select Parameter  $d$  randomly
  Select Neighbor  $k$  randomly
  Evaluatenew Food Source
  If the food source has not been improved
  End for
//Onlooker Bee Phase
Calculate probabilities for each food source
For  $i=1$  to  $FoodSource$ 
  Select a paramyter  $d$  randomly
  Select Neighbor  $k$  from food source
  Evaluate ne food source
  If the new food source present a schedule with smaller makespan
  Update the position
  If the food source has not been improved
    Increment its trial by 1
  End For
//Crossover Phase
If crossover criteria satisfied
For  $P = 0$  to the maximm no. Of food source
  Select two random individuals from the current population for crossover
  operation
  Apply crossover operation
  New off-spring generated from parent as a result of crossover. Replace the worst
  parents with the best new offspring if it is better
End if
//Scout Bee Phase
If any food source exhausted
  Initialize randomly exhausted food source until maximum cycle no.
End For
Until termination condition is met
Return best Schedule

```

**Gambar 2.3 Pseudocode Algoritma Hybrid Artificial Bee Colony**

(Izzah *et al*, 2013)

## 2.5. Penelitian Terkait

Izzah *et al* (2013) menyatakan jika Algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony* diterapkan dalam Penyelesaian Baru Pohon Rentang Berbatas derajat dan

menambahkan operator *crossover* *Algoritma Genetika* untuk meningkatkan optimasi. Penambahan operator *crossover* diproses setelah fase *Onlooker*. Dari penelitian tersebut dengan algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony* dibandingkan dengan algoritma ABC. Hasil yang didapatkan sama akan tetapi, HABC cenderung lebih cepat menemukan solusi dibandingkan dengan algoritma ABC. Algoritma ABC menemukan solusi terbaik pada iterasi ke-13 sedangkan Algoritma HABC sudah menemukan solusi terbaik pada iterasi ke-7.

Widiartha *et al* (2013), di dalam penelitiannya menerangkan bahwa ia menerapkan operator *crossover* pada lebah *scout* algoritma *Artificial Bee Colony* untuk optimasi *Vehicle Routing Problem*. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan optimasi dengan menambahkan operator *crossover* pada fase *scout* menggunakan dua metode *crossover* yaitu *Partially Mapped Crossover* dan *Cycle Crossover* pada pola pencarian solusi oleh lebah *scout*. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa *Cycle Crossover* (CX) memiliki kinerja yang lebih baik daripada *Partially Mapped Crossover* (PMX) dalam mengoptimasi algoritma *Artificial Bee Colony*, hal ini terlihat dari hasil solusi CX yang dihasilkan untuk semua dataset lebih baik dari PMX. Selain memiliki kinerja yang lebih baik dalam hal jarak, CX juga memiliki kinerja waktu yang lebih cepat daripada PMX.

Kumar *et al* (2013), di dalam penelitiannya menerangkan bahwa ia mengintegrasikan operator *crossover* dari *Algoritma Genetika* dengan algoritma *Artificial Bee Colony* untuk menyelesaikan masalah optimasi. Penelitian ini menerapkan operator *crossover linear* pada algoritma *Artificial Bee Colony*. Induk yang paling buruk digantikan oleh 2 buah induk pilihan secara random di setiap tahap. Pada penelitian ini algoritma *Artificial Bee Colony* dengan operator

crossover linear adalah pilihan yang lebih baik untuk optimasi berkelanjutan. Ini juga menunjukkan bahwa algoritma ini meningkatkan hasil TSP dibandingkan dengan algoritma *Artificial Bee Colony* tanpa *crossover*.



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Tahap Penelitian

##### 3.1.1. Identifikasi masalah

Penjadwalan adalah suatu proses dalam mengambil keputusan yang biasanya dilakukan dalam suatu bidang pelayanan maupun jasa (Pinedo, 2012). Pembuatan jadwal yang efisien membutuhkan waktu yang lama dan keakuratan karena preferensi, jadwal kegiatan guru, dan periode waktu dalam mengajar sebuah mata pelajaran yang berbeda-beda.

Pembuatan jadwal mata pelajaran MA Raudhatul Ulum saat ini masih dilakukan secara manual, sehingga tidak efisien serta menimbulkan banyak kendala. Pembuatan jadwal mata pelajaran secara manual biasanya memiliki keakuratan yang kurang baik dan menyebabkan terjadinya tabrakan jadwal. Pembuatan jadwal ini merupakan suatu pekerjaan yang rumit karena banyak hal yang menjadi pertimbangan seperti batasan-batasan hard constraint dan soft constraint yang seharusnya tidak boleh dilanggar. Proses ini membutuhkan ketelitian yang tinggi dari perancangannya.

Selain itu penjadwalan yang masih dilakukan secara manual memakan waktu dan tidak efisien. Maka, dalam penelitian ini masalah yang dibahas adalah bagaimana membuat aplikasi jadwal mata pelajaran sekolah. Suatu jadwal yang sudah disusun akan disesuaikan dengan batasan-batasan tertentu untuk penjadwalan mata pelajaran sekolah.



### 3.1.2. Studi Literature

Aplikasi jadwal mata pelajaran sekolah otomatis ini dalam pembuatannya membutuhkan beberapa informasi yang dapat membantu proses penyusunannya. Informasi-informasi tersebut biasanya dapat diperoleh dari beberapa sumber seperti jurnal dan buku maupun dari sumber lainnya. Informasi yang diambil diantaranya meliputi proses penjadwalan sekolah, teori-teori tentang Algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony*, pengimplementasian algoritma, serta beberapa informasi lainnya yang penting di dalam penyusunan jadwal mata pelajaran sekolah ini.

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa jadwal yang sudah dirancang oleh sekolah sebelumnya, dengan acuan beberapa jurnal penelitian sebelumnya, internet dan beberapa referensi seperti bagaimana keadaan sistem yang berjalan disekolah, algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony*, Implementasi algoritma pada aplikasi dan uji efisiensi algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony* pada penjadwalan mata pelajaran sekolah.

### 3.1.3. Analisis Data

Dalam penyusunan jadwal pelajaran sekolah ini ada beberapa *constraint* atau batasan yang harus dipatuhi, supaya jadwal yang telah dibentuk hasilnya berguna. Adapun batasan dalam jadwal setiap sekolah pasti berbeda. Seperti di MA Raudhatul Ulum Gondanglegi Malang selatan, terdapat beberapa aturan penjadwalan/*constraint* yang tidak diperbolehkan untuk di langgar atau harus dipenuhi. Jadi pada saat proses pembuatan jadwal harus teliti agar tidak terjadi

melanggar suatu *constraint*. *Constraints* tersebut kemudian dibagi menjadi dua yaitu soft constraint dan hard constraint.

Pelajaran di MA Raudhatul Ulum dilaksanakan selama 6 hari dengan hari libur jum'at. Pelaksanaan belajar mengajar dimulai pukul 06.45-13.00 WIB dengan pengurangan waktu istirahat pukul 09.45-10.00.

### **3.2. Tahap Observasi**

Tahap Observasi ini membahas tentang penjelasa sistem penjadwalan yang sedang berjalan di sekolah pada saat ini dan faktor yang membandingkan dengan sistem yang akan dibuat dalam penelitian ini.

#### **3.2.1. Keadaan Sistem yang Berjalan di Sekolah**

Sistem penjadwalan yang berjalan di MA Raudhatul Ulum Gondang legi Malang Selatan ini dibuat setiap menjelang pergantian semester. Jadwal yang digunakan dibuat oleh MA Raudlotul Ulum Putri dan diberlakukan untuk MA Raudhatul Ulum. Biasanya sebelum proses penyusunan jadwal diadakan rapat bagi para pengajar untuk membahas pembagian tugas mengajar. Para pengajar/guru diberi kesempatan untuk menentukan jadwal yang sesuai dengan yang diinginkannya. Biasanya hal ini dilakukan karena ada beberapa pengajar yang mengajar tidak hanya pada satu sekolah tertentu tetapi juga memiliki jadwal mengajar di sekolah lain. Akan tetapi, keinginan pengajar untuk mendapatkan jadwal sesuai dengan pilihannya tidak selalu dapat terpenuhi.

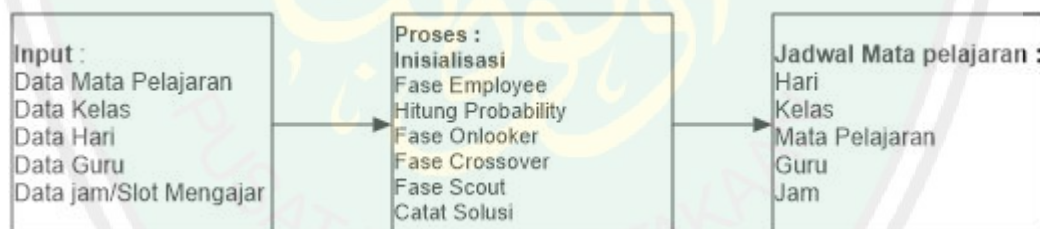
Tugas mengajar dibagi berdasarkan pembagian jadwal mengajar dalam waktu satu minggu agar tidak terdapat bentrok jadwal maupun kekosongan jam mengajar. Data tersebut kemudian diinputkan secara manual oleh staff sekolah menggunakan Microsoft Excel dalam beberapa tabel sesuai dengan kesanggupan

mengajar guru. Dalam penyusunan jadwal dibutuhkan waktu sekitar dua hari. Tetapi waktu tersebut dapat berubah tergantung jika ditemukan bentrok jadwal mengajar antar pengajar. Sehingga jadwal yang telah selesai dibuat harus disusun/diatur ulang.

### 3.3. Tahap Perancangan

#### 3.3.1. Desain Sistem

Desain sistem dalam penelitian ini meliputi input data guru, data hari, data mata pelajaran, data kelas, data jam/ serta parameter HABC. Proses selanjutnya yaitu penyusunan jadwal pelajaran dengan menggunakan Algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony*, yang kemudian didapatkan hasil output yang berupa jadwal sekolah yang sudah jadi. Berikut ini Diagram Blok dari sistem yang akan dibuat:



**Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Penjadwalan Sekolah**

Pada gambar 3.1 diatas menunjukkan diagram blok sistem penjadwalan mata pelajaran sekolah. Blok tersebut diagi menjadi 3 bagian yaitu input, proses dan output. Pada input terdiri atas data kelas, data guru, data mapel, data hari dan data jam/slot yang diinputkan oleh staff sekolah. Inputan tersebut kemudian diproses oleh sistem penjadwalan mata pelajaran sekolah dengan

mengimplementasikan Algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony* sampai mendapatkan output/hasil jadwal pelajaran yang sudah jadi.

### 3.3.2. Dataset

Data sumber yang dijadikan data utama suatu penelitian adalah dataset. Dataset ini digunakan peneliti sebagai acuan dalam penelitian suatu algoritma. Penulis menggunakan data yang diambil langsung dari satu sekolah sebagai sumber data utama dalam penyusunan jadwal mata pelajaran. Data yang telah didapatkan tersebut diinputkan pada database ke dalam beberapa tabel yaitu, tabel guru, jurusan, pelajaran, hari, kelas, serta jam/slot waktu yang dirinci sebagai berikut:

Tabel 3.1 Inisialisasi Hari

| <b>Id Hari</b> | <b>Nama Hari</b> |
|----------------|------------------|
| 41             | Minggu           |
| 42             | Selasa           |
| 43             | Rabu             |
| 44             | Kamis            |
| 45             | Sabtu            |
| 47             | Sabtu            |

Tabel 3.1 berupa tabel yang berisi data hari. Kegiatan belajar mengajar di MA Raudhatul ulum berlangsung selama 6 hari yaitu hari minggu, hari senin, hari selasa, hari rabu, hari kamis dan hari sabtu dengan libur di hari jum'at

#### a. Tabel Jam

Sama dengan inisialisasi hari, jam juga dilakukan inisialisasi dengan hitungan 4 jam dan setiap jam-nya terdiri dari 2 sks.

Tabel 3.2 Inisialisasi Jam

| <b>Id Jam/Slot</b> | <b>Range</b> |
|--------------------|--------------|
|--------------------|--------------|

|    |             |
|----|-------------|
| 61 | 06.45-08.15 |
| 62 | 08.15-09.45 |
| 63 | 10.00-11.30 |
| 64 | 11.30-13.00 |

Tabel 3.2 merupakan tabel yang berisi data waktu belajar dan mengajar. MA Raudhatul Ulum Memiliki 8 slot waktu mengajar yang dimulai pukul 06.45 dan berakhir pada pukul 13.00.

**b. Tabel Mata Pelajaran**

**Tabel 3.3 Inisialisasi mata pelajaran**

| No | Id Mapel | Nama Mapel              |
|----|----------|-------------------------|
| 1  | 401      | Matematika              |
| 2  | 402      | Bahasa Indonesia        |
| 3  | 403      | Bahasa Inggris          |
| 4  | 404      | Biologi                 |
| 5  | 405      | Fisika                  |
| 6  | 406      | Kimia                   |
| 7  | 407      | TIK                     |
| 8  | 408      | Sejarah Umum            |
| 9  | 409      | SKI                     |
| 10 | 410      | Aqidah Akhlaq           |
| 11 | 411      | Quran Hadits            |
| 12 | 412      | Bahasa Arab             |
| 13 | 413      | Jawahir al-Bukhori      |
| 14 | 414      | Tarsif                  |
| 15 | 415      | Faroid                  |
| 16 | 416      | Sastra Indonesi         |
| 17 | 417      | Bahasa Arab(Gramatikal) |
| 18 | 418      | Fatkul Qorib            |
| 19 | 419      | Ilmu Tafsir             |
| 20 | 420      | Hadits Jauhar-Bukhori   |
| 21 | 421      | Sastra Arab(Balaghoh)   |
| 22 | 422      | Ilmu Hadits             |
| 23 | 423      | Fiqih                   |
| 24 | 424      | Sorrof                  |
| 25 | 425      | Dasuki                  |

**Tabel 3.3 Lanjutan**

|    |     |                    |
|----|-----|--------------------|
| 26 | 426 | Bidayah al-Hidayah |
|----|-----|--------------------|



|    |     |             |
|----|-----|-------------|
| 27 | 427 | Ushul Fiqih |
| 28 | 428 | Ekonomi     |
| 29 | 429 | Sosiologi   |
| 30 | 430 | Geografi    |
| 31 | 431 | PKN         |
| 32 | 432 | Penjaskes   |

Tabel 3.3 merupakan tabel mata pelajaran yang berisi data daftar mata pelajaran yang diajarkan pada MA Raudhatul ulum baik Putra maupun Putri. Mata pelajaran yang diajarkan berjumlah 32 Mata pelajaran.

c. **Tabel Guru**

**Tabel 3.4 Inisialisasi guru**

| No | Id Guru | Nama Guru                  |
|----|---------|----------------------------|
| 1  | 526     | H. Alfi Syamsuddukha.S.PdI |
| 2  | 527     | Nurul Yaqin                |
| 3  | 528     | Alvin Zaironi, S.Pdi       |
| 4  | 529     | Fahrur Rozi, S.Pdi         |
| 5  | 530     | Abdurrahman , S.HI, M.Pdi  |
| 6  | 531     | Ali Mubarak, S.Pd          |
| 7  | 532     | Ny Hj. Fathonah Zain       |
| 8  | 533     | Muhammad Qoffal, S.Pd      |
| 9  | 534     | Siti. Aisyah. M.Ag         |
| 10 | 535     | Endang Sulistyowati, SE    |
| 11 | 536     | Bunyani, S.Hum             |
| 12 | 537     | Nur Laila Fitri, S.Ag      |
| 13 | 538     | Zainul Musyaffa' , S.Pd    |
| 14 | 539     | M. Shodiq Musthofa, S.Pdi  |
| 15 | 540     | Arif Rahman, S.Pd          |
| 16 | 541     | Arina Ulfa, S.Pd           |
| 17 | 542     | Zainal Abidin F, S.E       |
| 18 | 543     | Teguh Hendri, S.Pd         |
| 19 | 544     | Zainul Arifin, S.Pd        |
| 20 | 545     | Yusak Nawawi, S,Pdi        |

**Tabel 3.4 Lanjutan**

|    |     |                             |
|----|-----|-----------------------------|
| 21 | 546 | Mohamad Qodarul Hifni, S.Pd |
| 22 | 547 | Irin Nuriatus Salma, S.Pd   |
| 23 | 548 | Hamim Thohari               |
| 24 | 549 | Abdurrohlim, S.Pdi          |
| 25 | 550 | As'ad                       |

Tabel 3.4 adalah tabel yang berisikan data guru yang mengajar di MA Raudhatul Ulum. Guru Mengajar sesuai dengan bidang masing-masing dan memiliki jatah mengajar sesuai dengan jadwal yang harus diajarkan.

**d. Tabel Kelas**

**Tabel 3.5 Inisialisasi Kelas**

| No | Id Kelas | Nama Kelas      |
|----|----------|-----------------|
| 1  | 111      | X IPA PUTRI     |
| 2  | 112      | X IPA PUTRA     |
| 3  | 121      | XI IPA PUTRI    |
| 4  | 122      | XI IPA PUTRA    |
| 5  | 131      | XII IPA PUTRI   |
| 6  | 132      | XII IPA PUTRA   |
| 7  | 211      | X AGAMA PUTRI   |
| 8  | 212      | X AGAMA PUTRA   |
| 9  | 221      | XI AGAMA PUTRI  |
| 10 | 222      | XI AGAMA PUTRA  |
| 11 | 231      | XII AGAMA PUTRI |
| 12 | 232      | XII AGAMA PUTRA |
| 13 | 311      | X IPS PUTRI     |
| 14 | 312      | X IPS PUTRA     |
| 15 | 321      | XI IPS PUTRI    |
| 16 | 322      | XI IPS PUTRA    |
| 17 | 331      | XII IPS PUTRI   |
| 18 | 332      | XII IPS PUTRA   |

Tabel 3.5 adalah tabel yang berisikan data kelas yang ada di MA Raudhatul Ulum. Kelas Terdiri dari 18 kelas dengan setiap tingkatan memiliki 6 kelas yaitu dalam satu tingkat terdapat tiga jurusan di masing masing putra maupun putri.

e. **Tabel Jurusan**

**Tabel 3.6 Inisialisasi Jurusan**

| <b>Id Jurusan</b> | <b>Nama Jurusan</b> |
|-------------------|---------------------|
| 1                 | IPA                 |
| 2                 | AGAMA               |
| 3                 | IPS                 |

Tabel 3.6 adalah tabel yang berisikan data jurusan yang ada di MA Raudhatul Ulum. Jurusan terdiri dari 3 yaitu jurusan IPA, jurusan Agama, dan jurusan IPS..

Begitu juga dengan data-data lain yang dibutuhkan dalam penyusunan jadwal mata pelajaran terlebih dahulu diinisialikan kedalam bentuk angka.

**3.3.3. Desain Input**

Desain input merupakan rancangan data yang akan dijadikan inputan untuk diproses oleh sistem. Data yang akan diinputkan merupakan data yang didapatkan dari sekolah dan berupa data guru, mata pelajaran, hari, jam/slotwaktu, kelas dan jurusan. Data-data tersebut merupakan data utama/ data awal yang akan diolah untuk mendapatkan jadwal mata pelajaran yang sudah sesuai dengan rancangan. Desain input dari penelitian ini digambarkan pada Tabel 3.7 berikut ini:

Tabel 3.7 Desain Input

| <b>Nama input</b> | <b>Alat penginput data</b> | <b>Bentuk input</b> | <b>Pnginput data</b> | <b>Periode</b> | <b>Deskripsi input</b>     | <b>Data informasi yang dimasukkan</b> |
|-------------------|----------------------------|---------------------|----------------------|----------------|----------------------------|---------------------------------------|
| Input guru        | Keyboard, mouse            | Data                | Administrator        | Menyesuaikan   | Berisidat a guru           | kd_guru, nama_guru                    |
| Input pelajaran   | Keyboard, mouse            | Data                | Administrator        | Menyesuaikan   | Berisi data mata pelajaran | kd_mapel, nama_mapel, sks             |
| Input jam         | Keyboard, mouse            | Data                | Administrator        | Menyesuaikan   | Berisi data jam            | kd_jam, range, sks                    |
| Input Hari        | Keyboard, mouse            | Data                | Administrator        | Menyesuaikan   | Berisi data hari           | kd_hari, nama_hari                    |
| Input Kelas       | Keyboard, mouse            | Data                | Administrator        | Menyesuaikan   | Berisi data kelas          | kd_kelas, nama_kelas, jurusan         |
| Input Jurusan     | Keyboard, mouse            | Data                | Administrator        | Menyesuaikan   | Berisidat a jurusan        | Kd_jurusan, nama_jurusan              |

### 3.3.4. Desain Proses

Desain proses pada penelitian ini berupa rancangan proese yang akan dijalankan pada sistem/ aplikasi. Sistem yang akan dibuat memiliki beberapa proses yaitu proses input, view, update, search, print dan penjadwalan. Proses input yaitu proses memasukkan data maupun parameter yang akan di proses oleh sistem. Proses view berupa proses menampilkan data hasil/ jadwal mata pelajaran. Update yaitu mengubah data pada database melalui sistem. Search yaitu proses pencarian data. Sedangkan penjadwalan merupakan proses penyusunan jadwal

berdasarkan algoritma yang diimplementasikan. Desain proses dari penelitian ini digambarkan pada Tabel 3.8 berikut ini:

**Tabel 3.8 Desain Proses**

| <b>Nama proses</b> | <b>Deskripsi Proses</b>             | <b>Proses</b>            | <b>Output</b>              |
|--------------------|-------------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Input Data         | Menginputkan data jadwal            | Menginput data           | Database                   |
| View Data          | Menampilkan data untuk penjadwalan  | Menampilkan data         | Menampilkan tabel data     |
| Update Data        | Mengupdate data penjadwalan         | Mengubah data            | Data master berubah        |
| Search Data        | Mencari data penjadwalan            | Mencari data             | Mencari data               |
| Print Data         | Mencetak data keperluan penjadwalan | Mencetak data            | Print out jadwal pelajaran |
| Penjadwalan        | Penjadwalan mata pelajaran          | Menyusun jadwal otomatis | Jadwal Pelajaran           |

### 3.3.5. Desain Output

Desain output pada penelitian ini berupa rancangan hasil output yang akan ditampilkan pada aplikasi. Hasil output yang diinginkan yaitu data inputan yang telah diproses oleh sistem yaitu berupa jadwal mata pelajaran. Jadwal mata pelajaran tersebut akan menampilkan data-data dari database yang telah tersimpan. Output yang akan dihasilkan akan berbentuk jadwal pelajaran yang sudah jadi. Desain output dari penelitian ini digambarkan pada Tabel 3.9 berikut ini:



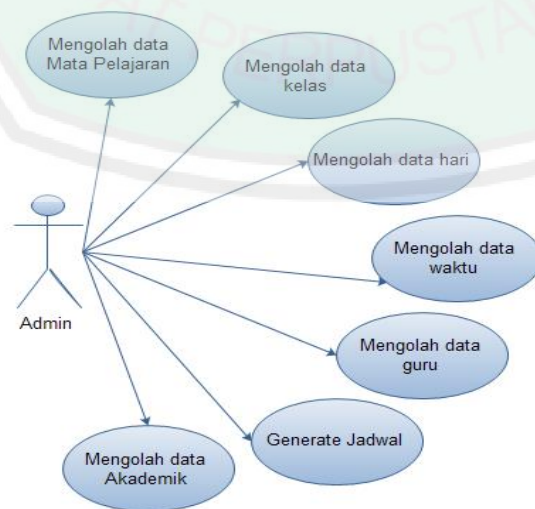
Tabel 3.9 Desain Output

| Nama laporan     | Bentuk laporan | Periode Laporan | Alat untuk menampilkan laporan | Pembuat Laporan | Penerima Laporan                  | Data/Informasi yang ditampilkan  | Deskripsi Laporan               |
|------------------|----------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Jadwal pelajaran | Tabel          | 1 Tahun sekali  | Monitor                        | Administrator   | Administrator,                    | Jadwal pelajaran setiap semester | Berisikan data jadwal pelajaran |
| Print out        | Print Out      | Fleksibel       | kertas                         | Administrator   | Administrator, Guru, setiap kelas | Jadwal pelajaran setiap semester | Berisikan data jadwal pelajaran |

### 3.3.6. Pemodelan UML

#### 1. Use case Diagram

*Use case diagram* sistem penjadwalan mata pelajaran digambarkan sebagai berikut:

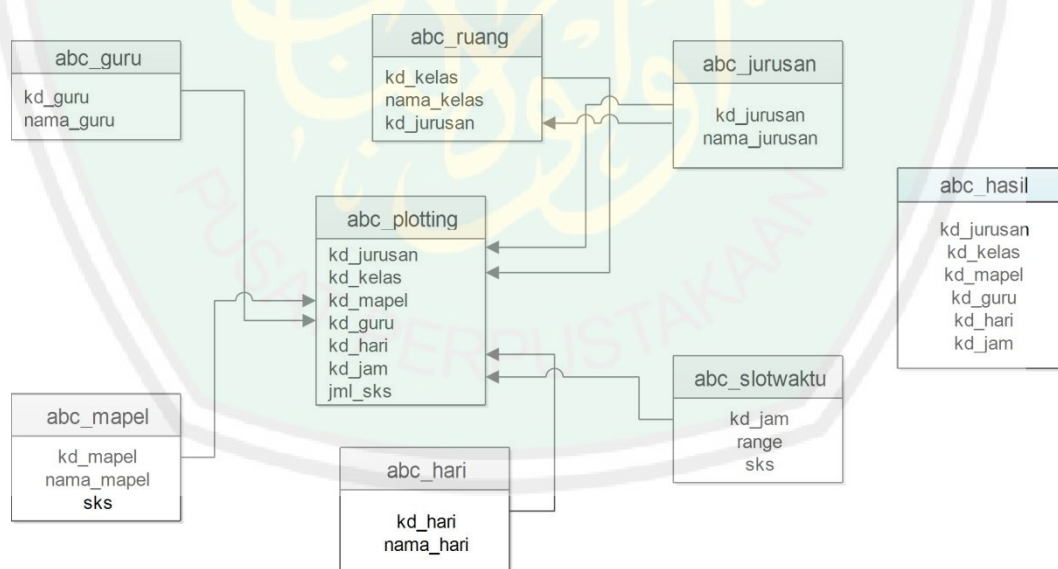


**Gambar 3.2** Use Case Diagram

*Use Case Diagram* pada Gambar 3.2 dapat dijelaskan bahwa Admin atau Staff kurikulum di MA Raudhatul Ulum Gondanglegi adalah aktor yang menggunakan aplikasi tersebut. Admin/Staff kurikulum bertugas mengolah data mata pelajaran, data kelas, data hari, data guru membuat jadwal pelajaran dan mengolah data kurikulum.

### 3.3.7. Desain Database

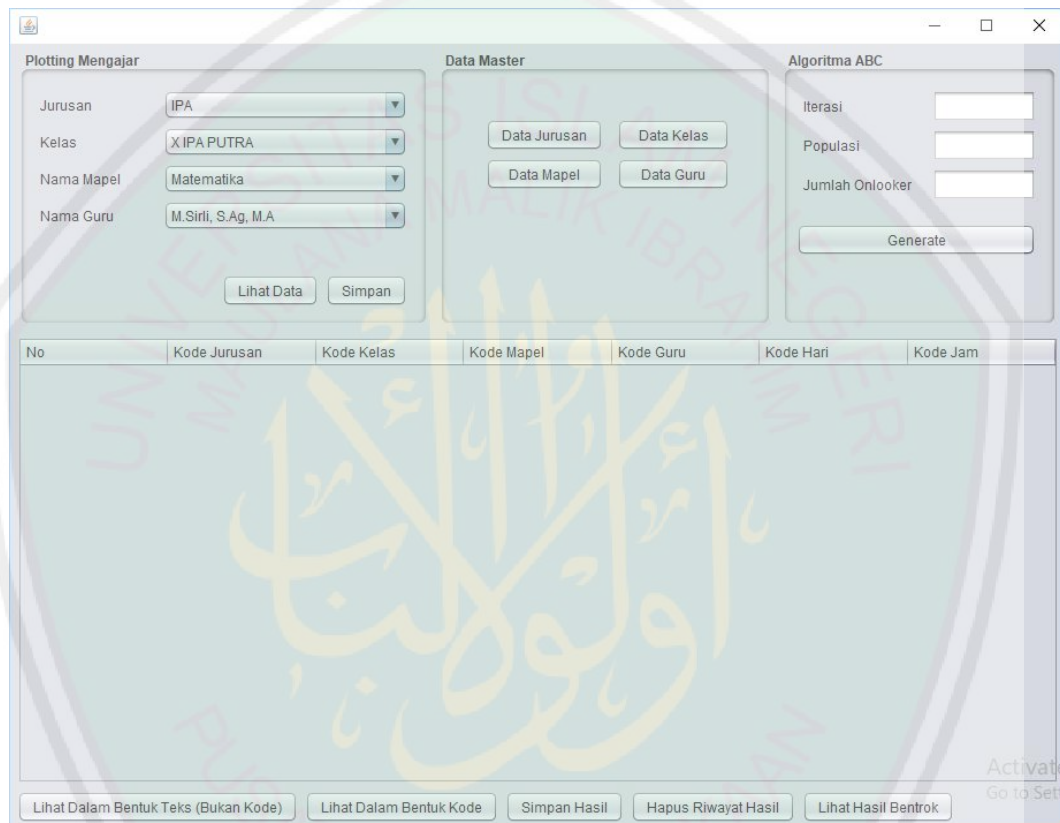
*Entity Relationship Diagram* ini digunakan untuk menggambarkan relasi antar tabel. Diagram ini digambarkan dalam bentuk *physical model*. Pada tahap menggunakan desain tabel yang berasal dari database. Tabel-tabel tersebut dibuat dengan tipe data yang dibutuhkan. Dan dihubungkan melalui *primary key* dan *foreign key* pada setiap tabel yang dibuat.



**Gambar 3.3 Entity Relationship Diagram Penjadwalan**

Berdasarkan *Entity Relationship* Diagram diatas, dapat terlihat ada 8 tabel dalam aplikasi tersebut. Tabel dalam sistem ini yaitu, tabel guru, tabel waktu/jam, tabel jurusan, tabel mapel, tabel kelas, tabel hari dan tabel jadwal.

### 3.3.8. Desain *Interface*



**Gambar 3.4 Aplikasi Penjadwalan dengan Algoritma HABC**

Gambar 3.4 adalah *interface* dari aplikasi penjadwalan dengan menggunakan algoritma HABC yang berisikan beberapa panel seperti panel untuk plot jadwal, panel data, panel algoritma HABC dan panel hasil penjadwalan. Panel plot jadwal digunakan untuk proses membuat data awal yang akan diolah. Terdapat beberapa inputan yaitu Kelas, Jurusan, Mata pelajaran dan Guru yang akan diolah dan diacak sebagai data awal/populasi awal. Panel selanjutnya adalah data master yang berisi data-data dari database seperti data guru, data

kelas, data jurusan, dan data mata pelajaran. Panel algoritma HABC merupakan panel yang digunakan untuk memasukkan parameter yang berfungsi untuk menghasilkan tabel jadwal.

### **3.4. Tahap Implementasi**

Tahap implementasi adalah suatu tahap yang digunakan dalam pengimplementasian algoritma yang digunakan untuk memproses jadwal mata pelajaran sekolah. Implementasi algoritma dilakukan berdasarkan tahapan-tahapan algoritma yang sudah dijelaskan sebelumnya.

#### **3.4.1. Inisialisasi Populasi**

Pada tahap inisialisasi populasi *Hybrid Artificial Bee Colony* adalah menginputkan parameter. Parameter dalam penelitian ini ada tiga yaitu jumlah iterasi, populasi dan jumlah *onlooker*. Perlu dimasukkan juga inputan-inputan lain yaitu data plot jadwal, datajam/slot dan data hari.

Pada tahapan ini, populasi yang telah terbentuk adalah berupa jadwal awal/populasi awal. Populasi awal ini berisikan angka dan kode yang mewakili data berupa id kelas, jurusan, mata pelajaran, hari, guru, dan slot waktu. Setelah itu akan terbentuk sebuah plot mengajar/plot jadwal yang sesuai dengan inputan data. Contoh inisialisasi populasi digambarkan pada tabel 3.10 berikut ini :

Tabel 3.10 Contoh Inisialisasi Populasi

| Kelas | Slot | Senin | Selasa | Rabu | Kamis | Sabtu | Minggu |
|-------|------|-------|--------|------|-------|-------|--------|
| 111   | 1    | 301   | 302    | 306  | 307   | 305   | 315    |
|       | 2    | 301   | 302    | 306  | 307   | 305   | 315    |
|       | 3    | 311   | 314    | 301  | 312   | 329   | 315    |
|       | 4    | 311   | 314    | 301  | 312   | 329   | 315    |
|       | 5    | 318   | 324    | 317  | 308   | 329   | 319    |
|       | 6    | 318   | 324    | 317  | 308   | 329   | 319    |
|       | 7    | 332   | 330    | 309  | 303   | 314   | 302    |
|       | 8    | 332   | 330    | 309  | 303   | 314   | 302    |

Tabel 3.10 adalah tabel yang berisikan data inisialisasi dari kelas berkode 111 yaitu kelas X IPA PUTRA dengan daftar mata pelajaran yang di ajarkan selama satu minggu yang di masukkan secara random.

### 3.4.2. Evaluasi Nilai *Fitness*

Evaluasi Nilai *Fitness* adalah suatu tahapan untuk mengevaluasi atau menghitung nilai *fitness* dari populasi awal/populasi yang telah terbentuk sebelumnya. Hasil dari nilai *fitness*-nya ekuivalen dengan jumlah pelanggaran *constraint* atau bentrok yang terjadi. Setiap ditemukannya pelanggaran *constrains/bentrok*, nilai *fitness* akan dihitung satu. Hasil populasi setelah dilakukan evaluasi nilai *fitness* dapat dilihat pada Tabel 3.11.

$$f(x) = \sum B \quad (3.1)$$

Dimana :

$f$  = Nilai *fitness*

$x$  = indeks jadwal

$B$  = jadwal yang bentrok



Tabel 3.11 Contoh Solusi untuk Evaluasi *Fitness*

| Kelas | Slot | Senin | Selasa | Rabu | Kamis | Sabtu | Minggu |
|-------|------|-------|--------|------|-------|-------|--------|
| 111   | 1    | 301   | 302    | 306  | 307   | 305   | 315    |
|       | 2    | 301   | 302    | 306  | 307   | 305   | 315    |
|       | 3    | 311   | 314    | 301  | 312   | 329   | 315    |
|       | 4    | 311   | 314    | 301  | 312   | 329   | 315    |
|       | 5    | 318   | 324    | 317  | 308   | 329   | 319    |
|       | 6    | 318   | 324    | 317  | 308   | 329   | 319    |
|       | 7    | 332   | 330    | 309  | 303   | 314   | 302    |
|       | 8    | 332   | 330    | 309  | 303   | 314   | 302    |

| Kelas | Slot | Senin | Selasa | Rabu | Kamis | Sabtu | Minggu |
|-------|------|-------|--------|------|-------|-------|--------|
| 112   | 1    | 314   | 301    | 306  | 301   | 314   | 302    |
|       | 2    | 314   | 301    | 306  | 301   | 314   | 302    |
|       | 3    | 329   | 307    | 332  | 312   | 315   | 315    |
|       | 4    | 329   | 307    | 332  | 312   | 315   | 315    |
|       | 5    | 329   | 308    | 317  | 311   | 319   | 324    |
|       | 6    | 329   | 308    | 317  | 311   | 319   | 324    |
|       | 7    | 302   | 303    | 318  | 318   | 305   | 330    |
|       | 8    | 302   | 303    | 318  | 318   | 305   | 330    |

Gambar diatas merupakan contoh solusi jadwal pelajaran dua kelas berkode 111 dan 112 yang berbeda dalam satu minggu. Slot pelajaran yang bentrok ditandai dengan warna hijau seperti kode mata pelajaran 306 pada hari senin, slot ke-1 dan ke-2 bentrok dengan slot dan hari yang sama dengan kelas berkode 202. ddengan rumus perhitungan *fitness*, dapat dihitung nilai *fitness* untuk contoh

jadwal pada gambar 4 adalah 8(delapan) ekuivalen dengan jumlah slot yang bentrok pada jadwal tersebut.

### 3.4.3. Fase *Employed Bees*

Pada tahap *employeeed bees*, telah didapatkan populasi/solusi yang berupa jadwal mata pelajaran. Jika populasi atau solusi jadwal yang telah terbentuk belum memenuhi kriteria yang diinginkan maka proses iterasi akan dilakukan atau memproses kembali populasi/solusi jadwal yang telah terbentuk. Tahapannya dimulai dengan membangkitkan populasi/solusi baru berdasarkan solusi terbaik sebelumnya. Selanjutnya mengevaluasi kembali nilai *fitness* populasi baru yang dihasilkan. Kemudian dilakukan perbandingan antara nilai *fitness* dari populasi terbaik sebelumnya dengan nilai *fitness* dari populasi baru.

Tabel 3.12 Contoh Hasil Evaluasi Nilai *Fitness* Populasi Baru

| Kelas | Slot | Senin | Selasa | Rabu | Kamis | Sabtu | Minggu |
|-------|------|-------|--------|------|-------|-------|--------|
| 111   | 1    | 301   | 302    | 306  | 307   | 305   | 315    |
|       | 2    | 301   | 302    | 306  | 307   | 305   | 315    |
|       | 3    | 311   | 314    | 301  | 312   | 329   | 315    |
|       | 4    | 311   | 314    | 301  | 312   | 329   | 315    |
|       | 5    | 318   | 324    | 317  | 308   | 329   | 319    |
|       | 6    | 318   | 324    | 317  | 308   | 329   | 319    |
|       | 7    | 332   | 330    | 309  | 303   | 314   | 302    |
|       | 8    | 332   | 330    | 309  | 303   | 314   | 302    |

|     | Slot | Sabtu | Ahad | Senin | Selasa | Rabu | Kamis |
|-----|------|-------|------|-------|--------|------|-------|
| 202 | 1    | 314   | 301  | 306   | 301    | 314  | 302   |
|     | 2    | 314   | 301  | 306   | 301    | 314  | 302   |
|     | 3    | 329   | 307  | 332   | 317    | 315  | 315   |
|     | 4    | 329   | 307  | 332   | 317    | 315  | 315   |
|     | 5    | 329   | 308  | 312   | 311    | 319  | 324   |
|     | 6    | 329   | 308  | 312   | 311    | 319  | 324   |
|     | 7    | 302   | 303  | 318   | 318    | 305  | 330   |
|     | 8    | 302   | 303  | 318   | 318    | 305  | 330   |

Pada Tabel 3.12 merupakan hasil populasi baru setelah dilakukan evaluasi nilai *fitness* dari pembangkitan populasi sebelumnya. Dari tabel tersebut digambarkan bahwa nilai *fitness* populasi baru hasilnya adalah 4. Populasi/jadwal yang memiliki nilai *fitness* yang lebih baik akan disimpan sebagai solusi terbaik. Proses evaluasi dan seleksi ini berguna dalam memudahkan *Onlooker Bees* dalam menentukan dan memilih solusi mana yang memiliki kualitas terbaik dan pantas untuk di eksplorasi.

#### 3.4.4. Hitung Probabilitas

Pada tahap ini kandidat jadwal (*food source*) akan dihitung nilai probabilitasnya. Perhitungan nilai probabilitas menggunakan persamaan (2.4). Nilai probabilitas ini akan digunakan sebagai acuan *onlooker* dalam memilih solusi yang akan di prosesnya.

#### 3.4.5. Fase *Onlooker Bee*

Tahap selanjutnya adalah *Onlooker Bee* yaitu membangkitkan kembali populasi dengan mengubah/modifikasi beberapa slot. Jumlah solusi/*food*

*source* dari *onlooker bee* sama dengan *employed bee*. Selama fase ini *employed bee* akan membagikan hasil evaluasi *fitness* populasi baru kepada *onlooker bee*. Kemudian *onlooker bee* akan menghitung nilai probabilitas setiap populasi/*food source* yang dihasilkan oleh *employed bee*. Populasi dengan nilai *fitness* terbaik akan di pilih oleh *onlooker*.

#### 3.4.6. Crossover

Pada tahap ini akan dilakukan seleksi untuk memilih calon induk *crossover* dan melakukan *crossover* pada beberapa kandidat jadwal yaitu dengan menyilangkan beberapa slot (individu). setelah memenuhi syarat *crossover* kandidat jadwal akan diproses dengan *fase scout bee*.

#### 3.4.7. Fase Scout Bee

Pada tahap ini, jika nilai *fitness* populasi/*food source* tidak diperbaharui untuk iterasi yang telah ditentukan, maka populasi tersebut diasumsikan sebagai populasi yang telah ditinggalkan oleh *onlooker* dan awal dari fase *scout*. Dalam fase ini *food souce* yang ditinggalkan akan digantikan oleh *food source* yang telah dipilih. Dalam algoritma HABC, jumlah iterasi yang ditentukan adalah parameter penting sebagai batas penolakan. Fase ini merupakan fase terakhir dari algoritma HABC apabila populasi dengan nilai *fitness* terbaik telah ditemukan ( $Bentrok = 0$ ), maka solusi tersebut dicatat sebagai populasi yang terbaik.

## BAB IV

### UJI COBA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Langkah dan Uji Coba

Pada bagian ini dijelaskan bahwa penulis akan melakukan suatu pengujian terhadap sistem yang telah dibangun. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari algoritma yang telah diterapkan terhadap sistem. Penulis melakukan pengujian sistem sebanyak lima tahap/skenario dengan menginputkan parameter yang berbeda-beda. Setiap skenario yang dilakukan akan menghasilkan output berupa data jadwal yang telah di proses oleh Algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony*. Dari skenario tersebut akan di evaluasi hasil bentrok jadwal yang terjadi pada setiap skenario. Kemudian dibahas mengenai hasil dari proses algoritma HABC dalam permasalahan penjadwalan sekolah.

Adapun skenario uji coba sistem sebagai berikut:

##### 4.1.1. Skenario 1

Pada skenario pertama sistem di uji untuk mengetahui kinerja Algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony* dalam pembuatan jadwal dengan hasil berupa waktu proses sistem dan bentrok jadwal dan menyelesaikan bentrok/*constraint*. Adapun *Constraint* pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- ◆ Jadwal pembelajaran di waktu dan hari yang sama tidak diperbolehkan.
- ◆ Mata pelajaran yang telah terjadwal tidak diperbolehkan melebihi batas slot jadwal setiap minggunya pada satu kelas
- ◆ Terdapat ketentuan yaitu pelajaran yang diuji pada Ujian Nasional memiliki jatah waktu yang lebih banyak daripada dengan mata pelajaran lain



#### 4.1.2. Skenario 2

Pada kenario kedua sistem diuji untuk mengetahui kinerja Algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony* dalam pembuatan jadwal dengan hasil berupa waktu eksekusi sistem dan bentrok jadwal. Pengujian dilakukan dengan menginputkan parameter-parameter dalam Algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony* yang berupa iterasi, populasi dan jumlah onlooker. Nilai iterasi yang di-inputkan sebanyak 2 (dua) dan onlooker sebanyak 2 (dua).

#### 4.1.3. Skenario 3

Pada kenario ketiga sistem di uji untuk mengetahui kinerja Algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony* dalam pembuatan jadwal dengan hasil berupa waktu eksekusi sistem dan bentrok jadwal. Pengujian dilakukan dengan menginputkan parameter-parameter dalam Algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony* yang berupa iterasi, populasi dan jumlah onlooker. Uji coba pada skenario ini dengan nilai populasi yang lebih tinggi dari sebelumnya. Yaitu nilai iterasi sebanyak 10 (sepuluh) dan onlooker sebanyak 8 (lima).

#### 4.1.4. Skenario 4

Pada kenario keempat sistem di uji untuk mengetahui kinerja Algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony* dalam pembuatan jadwal dengan hasil berupa waktu eksekusi sistem dan bentrok jadwal. Pengujian dilakukan dengan menginputkan parameter-parameter dalam Algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony* yang berupa iterasi, populasi dan jumlah onlooker. Pada skenario ini di uji dengan nilai iterasi sebanyak 4(empat) dan onlooker sebanyak 1(satu).

#### 4.1.5. Skenario 5

Pada kenario kelima sistem diuji untuk mengetahui kinerja Algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony* dalam pembuatan jadwal dengan hasil berupa waktu pemrosesan sistem dan bentrok jadwal. Pengujian dilakukan dengan menginputkan parameter-parameter dalam Algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony* yang berupa iterasi, populasi dan jumlah onlooker. Pada skenario ini jumlah onlooker yang diinputkan lebih banyak dari sebelumnya. Yaitu nilai iterasi sebanyak 3 (tiga) dan onlooker sebanyak 8 (delapan).

#### 4.2. Hasil Uji Coba

Uji coba sistem yang dilakukan sebanyak lima kali mendapatkan hasil sebagai berikut :

##### 4.2.1. Hasil Uji Skenario 1

Hasil uji dari Skenario pertama didapatkan hasil:

- Bentrok/ : 15
- Mata Pelajaran melebihi kuota slot : 0
- Waktu komputasi sistem : 5,89 detik

| No  | Kode Jurus... | Kode Kelas | Kode Mapel | Kode Guru | Kode Hari | Kode Jam |
|-----|---------------|------------|------------|-----------|-----------|----------|
| 157 | 2             | 211        | 315        | 204       | 47        | 64       |
| 66  | 1             | 121        | 313        | 205       | 44        | 61       |
| 89  | 1             | 122        | 314        | 207       | 44        | 61       |
| 178 | 2             | 212        | 314        | 207       | 44        | 62       |
| 43  | 1             | 112        | 317        | 209       | 42        | 64       |
| 40  | 1             | 112        | 313        | 213       | 47        | 62       |
| 17  | 1             | 111        | 312        | 218       | 41        | 64       |
| 62  | 1             | 121        | 308        | 225       | 47        | 62       |
| 36  | 1             | 112        | 308        | 236       | 42        | 62       |
| 9   | 1             | 111        | 304        | 240       | 41        | 61       |
| 13  | 1             | 111        | 306        | 241       | 44        | 64       |
| 49  | 1             | 121        | 301        | 245       | 41        | 63       |
| 1   | 1             | 111        | 301        | 245       | 46        | 63       |
| 165 | 2             | 211        | 326        | 246       | 44        | 62       |
| 187 | 2             | 212        | 324        | 250       | 43        | 62       |

Gambar 4.1 Hasil Uji Skenario 1

#### 4.2.2. Hasil Uji Skenario 2

Hasil Uji dari skenario ke-dua didapatkan hasil:

- Iterasi : 2
- Populasi : 2
- *Onlooker* : 2
- Nilai *fitness* : 18
- Waktu komputasi sistem : 6,94 detik

| No  | Kode Jurus... | Kode Kelas | Kode Mapel | Kode Guru | Kode Hari | Kode Jam |
|-----|---------------|------------|------------|-----------|-----------|----------|
| 28  | 1             | 112        | 303        | 202       | 41        | 62       |
| 154 | 2             | 211        | 312        | 205       | 41        | 63       |
| 42  | 1             | 112        | 314        | 207       | 41        | 61       |
| 90  | 1             | 122        | 314        | 207       | 44        | 62       |
| 175 | 2             | 212        | 312        | 209       | 43        | 61       |
| 91  | 1             | 122        | 317        | 209       | 47        | 62       |
| 255 | 2             | 231        | 317        | 213       | 42        | 62       |
| 40  | 1             | 112        | 313        | 213       | 43        | 61       |
| 103 | 1             | 131        | 303        | 223       | 46        | 64       |
| 209 | 2             | 221        | 320        | 224       | 41        | 62       |
| 47  | 1             | 112        | 331        | 230       | 43        | 64       |
| 133 | 1             | 132        | 308        | 236       | 44        | 61       |
| 32  | 1             | 112        | 305        | 239       | 41        | 63       |
| 30  | 1             | 112        | 304        | 240       | 41        | 64       |
| 31  | 1             | 112        | 304        | 240       | 44        | 62       |
| 50  | 1             | 121        | 301        | 245       | 46        | 64       |
| 187 | 2             | 212        | 324        | 250       | 42        | 61       |
| 46  | 1             | 112        | 324        | 250       | 46        | 63       |

Gambar 4.2 Hasil Uji Skenario 2

#### 4.2.3. Hasil Uji Skenario 3

Hasil Uji dari skenario ke-tiga didapatkan hasil:

- Iterasi : 10
- Populasi : 3
- *Onlooker* : 1
- Nilai *fitness* : 8
- Waktu komputasi sistem : 23,2 detik

| No  | Kode Jurus... | Kode Kelas | Kode Mapel | Kode Guru | Kode Hari | Kode Jam |
|-----|---------------|------------|------------|-----------|-----------|----------|
| 15  | 1             | 111        | 310        | 201       | 42        | 63       |
| 172 | 2             | 212        | 303        | 202       | 43        | 64       |
| 19  | 1             | 111        | 317        | 213       | 43        | 61       |
| 69  | 1             | 121        | 319        | 219       | 47        | 61       |
| 54  | 1             | 121        | 303        | 223       | 41        | 62       |
| 133 | 1             | 132        | 308        | 236       | 41        | 63       |
| 104 | 1             | 131        | 304        | 240       | 42        | 64       |
| 49  | 1             | 121        | 301        | 245       | 43        | 63       |

**Gambar 4.3 Hasil Uji Skenario 3**

#### 4.2.4. Hasil Uji Skenario 4

Hasil Uji dari skenario ke-empat didapatkan hasil:

- Iterasi : 4
- Populasi : 7
- *Onlooker* : 1
- Nilai *fitness* : 17
- Waktu komputasi sistem : 13,91 detik



| No  | Kode Jurus... | Kode Kelas | Kode Mapel | Kode Guru | Kode Hari | Kode Jam |
|-----|---------------|------------|------------|-----------|-----------|----------|
| 15  | 1             | 111        | 310        | 201       | 42        | 63       |
| 219 | 2             | 222        | 303        | 202       | 41        | 64       |
| 42  | 1             | 112        | 314        | 207       | 43        | 63       |
| 274 | 2             | 232        | 314        | 207       | 44        | 62       |
| 73  | 1             | 122        | 301        | 214       | 41        | 64       |
| 65  | 1             | 121        | 312        | 218       | 47        | 61       |
| 120 | 1             | 131        | 331        | 220       | 41        | 61       |
| 23  | 1             | 111        | 331        | 220       | 47        | 61       |
| 53  | 1             | 121        | 303        | 223       | 43        | 63       |
| 110 | 1             | 131        | 307        | 231       | 42        | 62       |
| 48  | 1             | 112        | 332        | 236       | 42        | 64       |
| 56  | 1             | 121        | 304        | 240       | 41        | 62       |
| 30  | 1             | 112        | 304        | 240       | 46        | 63       |
| 34  | 1             | 112        | 306        | 241       | 42        | 63       |
| 49  | 1             | 121        | 301        | 245       | 44        | 61       |
| 2   | 1             | 111        | 301        | 245       | 47        | 63       |
| 46  | 1             | 112        | 324        | 250       | 42        | 62       |

Gambar 4.5 Hasil Uji Skenario 4

#### 4.2.5. Hasil Uji Skenario 5

Hasil Uji dari skenario 5 didapatkan hasil:

- Iterasi : 3
- Populasi : 4
- *Onlooker* : 8
- Nilai *fitness* : 1
- Waktu komputasi sistem : 10,64 detik

| No | Kode Jurus... | Kode Kelas | Kode Mapel | Kode Guru | Kode Hari | Kode Jam |
|----|---------------|------------|------------|-----------|-----------|----------|
| 2  | 1             | 111        | 301        | 245       | 43        | 62       |

Gambar 4.7 Hasil Uji Skenario 5

#### 4.3. Pembahasan

Berdasarkan hasil uji coba aplikasi untuk mengetahui kinerja Algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony*, didapatkan waktu eksekusi program (penjadwalan) yang beragam. Setelah dianalisa, waktu yang paling lama terjadi karena jumlah proses iterasi lebih banyak, serta semakin banyaknya proses *Onlooker bee* yang diulang dapat menghasilkan *fitness/bentrok* yang tidak banyak dibanding dengan diperbanyaknya jumlah populasi. Waktu penjadwalan membutuhkan waktu sekitar 12,14 detik. Tabel hasil pengujian sistem dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini :

Tabel 4.1 Tabel Hasil Penjadwalan Algoritma HABC

| Skenario         | Iterasi | <i>Onlooker</i> | Hasil                  |               |
|------------------|---------|-----------------|------------------------|---------------|
|                  |         |                 | <i>Fitness/Bentrok</i> | Waktu(detik)  |
| 1                | -       | -               | 15                     | 5,89          |
| 2                | 2       | 2               | 18                     | 6,94          |
| 3                | 10      | 5               | 8                      | 23,52         |
| 4                | 4       | 1               | 17                     | 13,91         |
| 5                | 3       | 8               | 1                      | 10,64         |
| <b>Rata-rata</b> |         |                 |                        | <b>12,144</b> |

#### 4.4. Integrasi Islam

Penjadwalan adalah melaksanakan pekerjaan secara efektif dan efisien agar tujuan tercapai. Russel dan Taylor (2006) menyatakan bahwa penjadwalan merupakan tahap terakhir dari perencanaan sebelum produksi. Selain itu penjadwalan merupakan penjabaran kegiatan-kegiatan yang direncanakan yaitu berisikan kapan dimulainya kegiatan produksi sehingga perencanaan kebutuhan yang telah ditetapkan dapat dipenuhi tepat pada waktunya. Penjadwalan pada umumnya berhubungan dengan penjadwalan kegiatan belajar mengajar di perkuliahan maupun di sekolah dan dalam lingkungan lain seperti penjadwalan untuk karyawan, penjadwalan ujian, dan penjadwalan matakuliah. Penjadwalan sekolah bertujuan untuk mempermudah kegiatan belajar dan mengajar yang berlangsung di MA Raudhatul Ulum Gondanglegi Malang Selatan agar kegiatan belajar dapat terlaksana dengan baik. Penjadwalan biasanya cara mengatur waktu dengan baik. Memanfaatkan waktu dengan baik diterangkan dalam Allah SWT. Berfirman dalam surat Al-Asr 1-3 berikut ini :

وَتَوَاصَوْا الصَّالِحَاتِ وَعَمَلُوا آمَنُوا الَّذِينَ إِلَّا ﴿٢﴾ خُسْرٌ لِّفِي الْإِنْسَانِ إِنَّ ﴿١﴾ وَالْعَصْرُ  
بِالصَّبْرِ ﴿٣﴾ وَتَوَاصَوْا بِالْحَقِّ

*“Demi masa. Sesungguhnya manusia itu benar-benar berada dalam kerugian. Kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal sholeh dan nasehat-menasehati supaya mentaati kebenaran dan nasehat-menasehati supaya menetapi kesabaran”*. (QS. Al-Ashr/103:1-3)

Berdasarkan surat Al-Ashr tersebut jelaskan risalah Islam tentang pentingnya iman, pentingnya waktu, dan beramal shaleh, dan saling menasehati dalam kesabaran dan kebenaran. Orang-orang yang tidak memanfaatkan waktu di dunia dengan sebaik-baiknya sesuai petunjuk islam akan mengalami kerugian.

Memanfaatkan waktu dapat dilakukan dengan melakukan kegiatan-kegiatan yang baik.

Dalam Islam, menjalankan segala perintah Allah SWT dan menjauhi segala larangannya merupakan kewajiban bagi setiap muslim. termasuk dalam menjalankan perintah sholat. Allah memerintahkan untuk melaksanakan sholat tepat pada waktunya sesuai dengan waktu yang telah ditentukan, Allah SWT juga menjelaskan dalam firman-Nya:

﴿ جُنُوبِكُمْ وَعَلَىٰ وَقَعُودًا قِيَامًا اللَّهُ فَاذْكُرُوا الصَّلَاةَ قَضَيْتُمْ فَإِذَا  
كِتَابًا الْمُؤْمِنِينَ عَلَىٰ كَانَتْ الصَّلَاةَ إِنَّ الصَّلَاةَ فَأَقِيمُوا اطمأننتم فَإِذَا  
مَوْقُوتًا

*“Maka apabila kamu telah menyelesaikan shalat(mu), ingatlah Allah di waktu berdiri, di waktu duduk dan di waktu berbaring. Kemudian apabila kamu telah merasa aman, maka dirikanlah shalat itu (sebagaimana biasa). Sesungguhnya shalat itu adalah fardhu yang ditentukan waktunya atas orang-orang yang beriman.”( Annisa' (4):103)*

Ayat Al qur'an surat Annisa' diatas menjelaskan tentang keutamaan sholat, bahwa sholat adalah suatu kewajiban setiap umat manusia, yang wajib dilaksanakan oleh seorang muslim apapun keadaannya. Sholat adalah suatu kewajiban yang ditentukan waktunya. Allah Subhanahu wata'ala wajibkan bagi orang-orang yang beriman, dan menetapkan bagi tiap-tiap sholat tersebut waktunya, yang menjadi tempat dan waktu pelaksanaan bagi tiap sholat tersebut.

Nabi besar Muhammad SAW. pernah berbicara tentang pentingnya waktu dan pertanggung jawaban atas waktu yang Allah SWT telah berikan saat datangnya hari akhir. Dijelaskan dalam hadits, manusia diutamakan menggunakan waktu dengan sebaik-baiknya. Rasulullah SAW bersabda:

بِمَنْكِبِي وَسَلَّمَ عَلَيْهِ اللَّهُ صَلَّى اللَّهُ رَسُولُ أَخَذَ : قَالَ عَنْهُمَا اللَّهُ رَضِيَ عُمَرُ بْنُ اللَّهِ عَبْدُ عَنْ  
 تَنْتَظِرُ فَلَا أَمْسَيْتَ إِذَا يُقُولُ عُمَرُ ابْنُ وَكَانَ عَابِرُ سَبِيلٍ أَوْ غَرِيبٌ كَأَنَّكَ الدُّنْيَا فِي كُنْ : فَقَالَ  
 حَيَاتِكَ مِنْ وَ لِمَرْضِكَ صِحَّتِكَ مِنْ وَخُذِ الْمَسَاءَ تَنْتَظِرُ فَلَا أَصْبَحْتَ وَإِذَا  
 الصَّبَاحَ  
 لِمَوْتِكَ

Terjemah lengkap Dari Abdullah bin Umar ia berkata: “*Rasulullah Saw memegang kedua pundakku seraya bersabda, ‘Jadilah kamu di dunia ini seakan-akan kamu orang asing atau orang yang melewati suatu jalan.’ Ibnu Umar berkata.*” Apabila kamu berada di sore hari janganlah kamu menunggu (melakukan sesuatu) hingga pagi hari (datang). Apabila kamu berada di pagi hari jangankah menunggu (melakukan sesuatu) hingga sore (datang). Gunakan waktu sehatmu untuk menghadapi sakitmu, dan waktu hidupmu untuk menghadapi matimu." (HR. Bukhari)

Hadits diatas menjelaskan bahwa waktu adalah suatu hal yang sangat penting.

Sebagai manusia, kita harus sadar bahwa waktu kita hidup di dunia ini hanya sementara, seperti singgah dalam suatu perjalanan. Hendaknya kita sebagai muslim dapat menggunakan waktu sebaik-baiknya dengan cara berbuat baik dan tidak melanggar lagan Allah SWT. Jangan sampai kita membuang waktu yang begitu penting dengan percuma dengan melakukan hal-hal yang dapat mengotori jiwa/rohani kita, sehingga dapat berbuah penyesalan kelak.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa kinerja Algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony* dalam penjadwalan sekolah menghasilkan jadwal yang cukup baik. Dari hasil percobaan yang dilakukan yaitu sebanyak 5 (lima) skenario didapatkan hasil *fitness*/bentrok jadwal yang berbeda-beda pada setiap skenario yang diuji begitupula dengan waktu eksekusi program. Dengan proses iterasi yang semakin banyak maka proses eksekusi program akan memakan waktu lebih lama. Sedangkan hasil *fitness* yang lebih baik (bentrok jadwal minimum) didapatkan oleh proses *onlooker* yang berulang-ulang. Dari hasil percobaan ini didapatkan rata-rata waktu pembuatan jadwal adalah 12,14 detik.

#### 5.2. Saran

Berdasarkan hasil implementasi Algoritma dan pengujian yang dilakukan pada sistem yang dibuat dalam penelitian ini ada beberapa saran yang dapat diajukan yaitu. Dibutuhkannya penelitian lebih lanjut atau penelitian lain hasil pengembangan dari sistem yang dibuat dengan Algoritma *Hybrid Artificial Bee Colony* serta perbandingannya dengan jadwal yang di proses dengan algoritma *Artificial Bee Colony*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abrar, Husen. 2009. *Manajemen Proyek: Perencanaan, Penjadwalan, & Pengendalian Proyek*. Yogyakarta: Andi.
- Izzah, A., Dewi R.K., Mutrofin, S. 2013. *Hybrid Artificial Bee Colony : Penyelesaian Baru Pohon Rentang Berbatas Derajat*. Teknik Kimia ITS Surabaya.
- Karaboga, Dervis. 2005. *An Idea Based On Honey Bee Swarm For Numerical Optimization*. Turkey: Intelligent Systems Research Group, Engineering Faculty, and Erciyes University.
- Karaboga, Dervis. Beyza Gorkemli, Celal Ozturk, Nurhan Karaboga. 2012. *A Comprehensive Survey: Artificial Bee Colony (ABC) Algorithm and Applications*. Turkey: Intelligent Systems Research Group, Engineering Faculty, and Erciyes University.
- Kumar, S., Sharma, V. K., Kumari, R., 2013. *A Novel Hybrid Crossover based Artificial Bee Colony Algorithm for Optimization Problem*. Caksu, Jaipur, Rajashtan: Jagannath University.
- Nugroho, Rakhmad Fajar. 2013. *Penerapan Algoritma Artificial Bee Colony dalam Aplikasi Penjadwalan Pelajaran untuk Sekolah Menengah Pertama*. Bandung : Skripsi Universitas Kristen Maranatha.
- Maharsi, Andhika Lady. 2013. *Sistem Penjadwalan Sekolah Menggunakan Algoritma Genetika*. Jakarta : Skripsi Universitas Indonesia
- Malik., S. Abdullah. (2011), *Comparison on the Selection Strategies in the Artificial Bee Colony Algorithm for Examination Timetabling Problem., International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE) ISSN: 2231-2307, Volume-1, Issue-5, November 2011.*
- Pinedo, Michael L. 2012. *Scheduling, Theory, Algorithms, and System*. 4<sup>th</sup> Edition. New York, USA.
- Russel, S. R., Taylor, W.B. 2006. *OPERATION MANAGEMENT: Quality and Competitiveness In a Global Environment*. 5<sup>th</sup> Edition. John Wiley & Sons, Inc., United States of America.
- Saputro, H. A., Mahmudy, W. F., Dewi, C. 2015. *Implementasi Algoritma Genetika untuk Optimasi Penggunaan Lahan Pertanian. Teknik Informatika*. Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer: Universitas Brawijaya.
- Schroeder, Roger G. 2007. *Operations Management: Contemporary Concept and Cases*, 3<sup>rd</sup> ed., Singapore: McGraw Hill.

- Sugioko, Andre. 2013. *Perbandingan Algoritma Bee Colony dengan Algoritma Bee Colony Tabu List dalam Penjadwalan Flow Shop*. Jakarta: Skripsi Universitas Katolik Atma Jaya.
- Sundar, S. & Singh, A. 2010. *A Swarm Intelligence Approach To The Quadratic Minimum Spanning Three Problem*. Information Science: 180. 3182-3191.
- Widiartha, I. Made., Sanjaya, N. A., Santiyasa, I. Wayan. 2019. *Penerapan Crossover Pada Perilaku Lebah Scout Dalam Algoritma Artificial Bee Colony Untuk Optimasi Vehicle Routing Problem*. Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Ilmu Komputer: Universitas Udayana.
- Zakaria, N., Alqattan, Abdullah, R. 2015. *A Hybrid Artificial Bee Colony Algorithm for Numerical Function Optimization*. International Journal of Modern Physics, vol 2.
- Zhang, Rui. 2011. *An Artificial Bee Colony Algorithm for the job Shop Scheduling Problem with Random Processing Times*. Xiamen University of Technology. *Entropy*, 13, 1708-1729.

## LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Jadwal

| No | Jurusan | Kelas       | Mata Pelajaran           | Guru                             | Hari   | Jam                |
|----|---------|-------------|--------------------------|----------------------------------|--------|--------------------|
| 1  | IPA     | X IPA PUTRA | Kimia                    | Teguh Hendri, S.Pd               | Rabu   | 08.15-09.45(2 SKS) |
| 2  | IPA     | X IPA PUTRA | Sejarah Umum             | Muhammad Kholil, S.Ag            | Rabu   | 10.00-11.30(2 SKS) |
| 3  | IPA     | X IPA PUTRA | Aqidah Akhlaq            | M.Sirli, S.Ag, M.A               | Sabtu  | 08.15-09.45(2 SKS) |
| 4  | IPA     | X IPA PUTRA | Quran Hadits             | Drs. H. Syamsul Adlom, M.A       | Senin  | 06.45-08.15(2 SKS) |
| 5  | IPA     | X IPA PUTRA | Bahasa Arab              | KH. Abd. Malik                   | Sabtu  | 06.45-08.15(2 SKS) |
| 6  | IPA     | X IPA PUTRA | Bahasa Arab(Gramatika)   | KH. Hasan Qoffal                 | Rabu   | 11.30-13.00(2 SKS) |
| 7  | IPA     | X IPA PUTRA | Sastra Arab(Balaghoh)    | KH. MS. Nawawi Fadli. B.A. S.PdI | Minggu | 08.15-09.45(2 SKS) |
| 8  | IPA     | X IPA PUTRA | Hadits Jauhar al-Bukhori | Asad                             | Selasa | 10.00-11.30(2 SKS) |
| 9  | IPA     | X IPA PUTRA | Fiqih                    | H. Ali Muhdlor, S.Pd             | Sabtu  | 11.30-13.00(2 SKS) |
| 10 | IPA     | X IPA PUTRA | Fisika                   | Zainul Musyaffa, S.Pd            | Selasa | 06.45-08.15(2 SKS) |
| 11 | IPA     | X IPA PUTRA | Fisika                   | Zainul Musyaffa, S.Pd            | Minggu | 10.00-11.30(2 SKS) |
| 12 | IPA     | X IPA PUTRA | Kimia                    | Teguh Hendri, S.Pd               | Sabtu  | 10.00-11.30(2 SKS) |
| 13 | IPA     | X IPA PUTRA | Matematika               | Mohamad Qodarul Hifni, S.Pd      | Kamis  | 06.45-08.15(2 SKS) |
| 14 | IPA     | X IPA PUTRA | Matematika               | Mohamad Qodarul Hifni, S.Pd      | Kamis  | 08.15-09.45(2 SKS) |
| 15 | IPA     | X IPA PUTRA | Matematika               | Mohamad Qodarul Hifni, S.Pd      | Rabu   | 06.45-08.15(2 SKS) |
| 16 | IPA     | X IPA PUTRA | Bahasa Indonesia         | Ali Mubarok, S.Pd                | Kamis  | 11.30-13.00(2 SKS) |
| 17 | IPA     | X IPA PUTRA | Bahasa Indonesia         | Ali Mubarok, S.Pd                | Senin  | 08.15-09.45(2 SKS) |
| 18 | IPA     | X IPA PUTRA | Bahasa Inggris           | M. Syafii, S.Ag                  | Selasa | 08.15-09.45(2 SKS) |
| 19 | IPA     | X IPA PUTRA | Bahasa Inggris           | M. Syafii, S.Ag                  | Senin  | 10.00-11.30(2 SKS) |
| 20 | IPA     | X IPA PUTRA | Biologi                  | Arif Rahman, S.Pd                | Selasa | 11.30-13.00(2 SKS) |
| 21 | IPA     | X IPA PUTRA | Biologi                  | Arif Rahman, S.Pd                | Kamis  | 10.00-11.30(2 SKS) |