

**PENJADWALAN MATA KULIAH OTOMATIS MENGGUNAKAN  
ALGORITMA *ELITIST ANT SYSTEM***

**SKRIPSI**

Oleh :  
**KURNIA RAFI DARAJAD**  
**NIM. 210605110140**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2025**

**PENJADWALAN MATA KULIAH OTOMATIS MENGGUNAKAN  
ALGORITMA *ELITIST ANT SYSTEM***

**SKRIPSI**

Diajukan kepada:  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Oleh :  
**KURNIA RAFI DARAJAD**  
**NIM. 210605110140**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2025**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PENJADWALAN MATA KULIAH OTOMATIS MENGGUNAKAN  
ALGORITMA *ELITIST ANT SYSTEM***

**SKRIPSI**

Oleh :  
**KURNIA RAFI DARAJAD**  
**NIM. 210605110140**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:  
Tanggal: 5 Juni 2025

Pembimbing I,



Fatchurrochman, M.Kom  
NIP. 19700731 200501 1 002

Pembimbing II,



Dr. Zainal Abidin, M.Kom  
NIP. 19760613 200501 1 004

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Informatika

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



  
Fachrul Kurniawan, M.MT., IPU  
NIP. 19771020 200912 1 001

## HALAMAN PENGESAHAN

### PENJADWALAN MATA KULIAH OTOMATIS MENGGUNAKAN ALGORITMA *ELITIST ANT SYSTEM*

#### SKRIPSI

Oleh :  
**KURNIA RAFI DARAJAD**  
**NIM. 210605110140**

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer ( S.Kom )  
Tanggal: 23 Juni 2025

#### Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji	: <u>Syahiduz Zaman, M.Kom</u> NIP. 19700502 200501 1 005	(  )
Anggota Penguji I	: <u>Tri Mukti Lestari, M.Kom</u> NIP. 19911108 202012 2 005	(  )
Anggota Penguji II	: <u>Fatchurrochman, M.Kom</u> NIP. 19700731 200501 1 002	(  )
Anggota Penguji III	: <u>Dr. Zainal Abidin, M.Kom</u> NIP. 19760613 200501 1 004	(  )

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



  
**Fachrul Kurniawan, M.MT., IPU**  
NIP. 19771020 200912 1 001

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Kurnia Rafi Darajad  
NIM : 210605110140  
Fakultas / Program Studi : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika  
Judul Skripsi : Penjadwalan Mata Kuliah Otomatis Menggunakan  
Algoritma *Elitist Ant System*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri ide dari Bapak Fatchurrochman, M.Kom, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini merupakan hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 23 Juni 2025  
Yang membuat pernyataan,



Kurnia Rafi Darajad  
NIM.210605110140

## **MOTTO**

*... sebaik baiknya manusia adalah yang bermanfaat bagi manusia lainnya ...*

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan kemudahan sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Terima kasih yang tak terhingga atas segala nikmat dan karunia-Nya.

Skripsi ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya yang sangat saya cintai, Ibunda Subiyanti dan Ayahanda Hariyadi. Keduanya adalah sumber inspirasi dan kekuatan saya, yang dengan penuh cinta, kesabaran, dan doa, selalu mendampingi saya dalam setiap langkah kehidupan. Mereka adalah pahlawan sejati yang selalu memberikan dukungan tanpa henti, baik dalam suka maupun duka, hingga saya bisa mencapai titik ini.

Ucapan terima kasih yang tulus saya sampaikan kepada seseorang dengan NIM 210703110048 yang telah mendampingi saya melalui berbagai proses dan memberikan semangat yang tiada henti. Terima kasih atas dukungannya yang sangat berarti dalam perjalanan ini.

Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Fatchur dan Bapak Zainal, dosen pembimbing saya, yang dengan sabar memberikan bimbingan, arahan, serta dukungan sepanjang penyusunan skripsi ini. Bimbingan mereka sangat berharga dan sangat membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada Bapak Syahid dan Ibu Tari, sebagai penguji skripsi saya, yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun, yang tentunya sangat berguna dalam perbaikan dan penyempurnaan karya ini.

Tak lupa, terima kasih saya sampaikan kepada teman-teman, keluarga, dan semua pihak yang telah memberikan dukungan moral dan semangat selama proses pengerjaan skripsi ini. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kesehatan, kebahagiaan, dan keberkahan bagi orang tua, keluarga, dosen pembimbing, penguji, serta semua pihak yang telah membantu saya.

*Amin ya rabbal 'alamin.*

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Segala puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT atas berkah, rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Penjadwalan Mata Kuliah Otomatis Menggunakan Algoritma *Elitist Ant System*" sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Sarjana Komputer (S.Kom) pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah mengantarkan umat manusia dari zaman kegelapan ke zaman yang terang benderang ini.

Penulis menyadari banyak pihak yang terlibat dalam pemberian dukungan dan bantuan selama menyelesaikan studi dan penulisan tugas akhir ini, baik moril maupun materil. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. HM. Zainuddin, MA., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Hj. Sri Harini, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Ir. Fachrul Kurniawan, M.MT, IPU., selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

4. H. Fatchurrochman, M.Kom., selaku dosen pembimbing pertama yang dengan penuh kesabaran memberikan bimbingan dan arahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar.
5. Dr. Zainal Abidin, M.Kom., selaku dosen pembimbing kedua yang memberikan petunjuk yang sangat berarti serta motivasi yang membangun dalam penyusunan skripsi ini.
6. Syahiduz Zaman, M.Kom., selaku ketua penguji yang telah memberikan banyak ilmu dalam penulisan dan arahan yang sangat membantu dalam proses ujian skripsi.
7. Tri Mukti Lestari, M.Kom., selaku penguji II yang telah memberikan kritik dan saran yang sangat berharga untuk penyempurnaan skripsi ini.
8. Segenap civitas akademika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, terutama dosen serta staf Program Studi Teknik Informatika yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan selama perkuliahan yang sangat bermanfaat dalam penyusunan skripsi ini.
9. Keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa, restu, dan dukungannya kepada penulis dalam menuntut ilmu.
10. Teman-teman yang selalu memberikan semangat dan dukungannya kepada penulis untuk menyelesaikan proposal skripsi ini.
11. Keluarga Angkatan 21 Teknik Informatika Aster, yang telah menjadi sumber inspirasi dan selalu memberikan dukungan moral yang sangat berarti selama perjalanan studi ini.

12. Teman-teman Kelas E, yang selalu mendampingi dan memberikan bantuan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
13. Semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan proposal skripsi ini baik berupa material maupun moral.

Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang penjadwalan otomatis dan algoritma optimasi. Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung selama proses pengerjaan skripsi ini. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan dan bimbingan yang telah diberikan.

*Amin ya rabbal 'alamin.*

*Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Malang, 23 Juni 2025

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGAJUAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN 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>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xvii</b>
البحث مستخلص .....	<b>xviii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.5.1 Manfaat Akademik .....	4
1.5.2 Manfaat Praktis .....	4
<b>BAB II STUDI PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Penelitian Terdahulu .....	6
2.2 Algoritma Optimasi .....	9
2.3 <i>Elitist Ant System</i> .....	9
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>14</b>
3.1 Desain Penelitian .....	14
3.1.1 Identifikasi Masalah .....	14
3.1.2 Studi Literatur .....	15
3.1.3 Metode .....	15
3.1.4 Rancangan Sistem .....	15
3.1.5 Pengujian Sistem .....	16
3.1.6 Hasil dan Kesimpulan .....	16
3.2 Desain sistem .....	16
3.3 Dataset .....	18
3.4 <i>Entity Relationship Diagram</i> .....	21
3.5 Tahapan Implementasi .....	22
3.5.1 Inisialisasi Koloni Semut .....	22
3.5.2 Pembangkitan Semut .....	23
3.5.3 Penentuan Rute Kunjungan Semut .....	25
3.5.4 Menentukan probabilitas kunjungan ke suatu titik .....	29
3.5.5 Menentukan arah semut dengan melakukan random .....	31
3.5.6 Penghitungan total panjang rute yang dilalui oleh semut. ....	32

3.5.7 Perhitungan jadwal yang melanggar constrain .....	34
3.5.8 Iterasi.....	35
3.5.9 Catat Solusi Terbaik.....	36
3.6 Pengujian Sistem.....	36
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>38</b>
4.1 Implementasi .....	38
4.1.1 Halaman Dosen .....	38
4.1.2 Halaman Mata Kuliah.....	39
4.1.3 Halaman Pengampuan .....	40
4.1.4 Halaman Ruangan .....	41
4.1.5 Halaman Hari.....	42
4.1.6 Halaman Waktu .....	43
4.1.7 Halaman Kelas.....	44
4.1.8 Halaman Jadwal.....	45
4.2 Pengujian Sistem Menggunakan Parameter Algoritma EAS.....	46
4.2.1 Pengujian pada Data Tahun Akademik 2022/2023 Semester Ganjil .....	47
4.2.2 Pengujian pada Data Tahun Akademik 2022/2023 Semester Genap .....	49
4.3 Perbandingan Hasil Penjadwalan .....	51
4.4 Integrasi Islam .....	53
4.4.1 Sistem Penjadwalan Sesuai Islam .....	53
4.4.2 Perilaku Cerdas Semut dalam Perspektif Ilmiah.....	56
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>58</b>
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran.....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Bagan penelitian penjadwalan mata kuliah.....	14
Gambar 3.2 Desain sistem penjadwalan mata kuliah.....	17
Gambar 3.3 ER Diagram sistem penjadwalan mata kuliah.....	21
Gambar 4.1 Halaman Dosen .....	38
Gambar 4.2 Halaman Form Dosen.....	39
Gambar 4.3 Halaman Mata Kuliah .....	39
Gambar 4.4 Halaman Form Mata Kuliah.....	40
Gambar 4.5 Halaman Pengampuan.....	40
Gambar 4.6 Halaman Form Pengampu.....	41
Gambar 4.7 Halaman Ruangan .....	41
Gambar 4.8 Halaman Form Ruangan.....	42
Gambar 4.9 Halaman Hari .....	42
Gambar 4.10 Halaman <i>Form</i> Hari .....	43
Gambar 4.11 Halaman Waktu.....	43
Gambar 4.12 Halaman <i>Form</i> Waktu.....	44
Gambar 4.13 Halaman Kelas .....	44
Gambar 4.14 Halaman <i>Form</i> Kelas .....	45
Gambar 4.15 Halaman Jadwal .....	46
Gambar 4.16 Halaman <i>Edit</i> Jadwal.....	46

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu menggunakan metode ACO .....	6
Tabel 3.1 Tabel dosen .....	18
Tabel 3.2 Tabel kelas .....	19
Tabel 3.3 Tabel mata kuliah.....	19
Tabel 3.4 Tabel ruang .....	19
Tabel 3.5 Tabel hari .....	20
Tabel 3.6 Tabel waktu.....	20
Tabel 3.7 Tabel pengampu.....	21
Tabel 3.7 Contoh hasil pembangkitan semut .....	25
Tabel 3.8 Hasil penomoran pembangkitan semut .....	25
Tabel 3.9 Perhitungan Jarak Jadwal 1 ke semua jadwal .....	26
Tabel 3.10 Perhitungan Jarak Jadwal 2 ke semua jadwal .....	27
Tabel 3.11 Perhitungan Jarak Jadwal 3 ke semua jadwal .....	27
Tabel 3.12 Perhitungan Jarak Jadwal 4 ke semua jadwal .....	27
Tabel 3.13 Perhitungan Jarak Jadwal 5 ke semua jadwal .....	28
Tabel 3.14 Jarak awal ( <i>dij</i> ) semut .....	28
Tabel 3.15 Hasil Perhitungan Visibilitas Semua Jadwal .....	29
Tabel 3.16 Hasil Perhitungan Probabilitas Jadwal 1.....	29
Tabel 3.17 Hasil Perhitungan Probabilitas Jadwal 2.....	30
Tabel 3.18 Hasil Perhitungan Probabilitas Jadwal 3.....	30
Tabel 3.19 Hasil Perhitungan Probabilitas Jadwal 4.....	31
Tabel 3.20 Hasil Perhitungan Probabilitas Jadwal 5.....	31
Tabel 3.21 Jumlah panjang rute perjalanan semut .....	33
Tabel 3.22 Hasil panjang rute perjalanan semut .....	33
Tabel 3.23 Hasil Jadwal setelah Satu Iterasi .....	34
Tabel 3.24 Perhitungan Pelanggaran DHW .....	35
Tabel 3.25 Perhitungan Pelanggaran RHW .....	35
Tabel 3.26 Total Perhitungan pelanggaran .....	35
Tabel 3.27 Tabel gambaran pengujian sistem.....	37
Tabel 4.1 Hasil pengujian data tahun akademik 2022/2023 semester ganjil. ....	48
Tabel 4.2 Hasil pengujian data tahun akademik 2022/2023 semester genap.....	50
Tabel 4.3 Perbandingan hasil penjadwalan.....	52

## ABSTRAK

Darajad, Kurnia Rafi. 2025. **Penjadwalan Mata Kuliah Otomatis Menggunakan Algoritma *Elitist Ant System***. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Fatchurrochman, M.Kom (II) Dr. Zainal Abidin, M.Kom.

**Kata kunci:** Penjadwalan Mata Kuliah, Jadwal Otomatis, *Elitist Ant System*, *Ant Colony Optimization*.

Pembuatan jadwal perkuliahan di universitas merupakan aktifitas yang rutin dilakukan serta memerlukan waktu yang tidak singkat untuk diselesaikan. Saat ini pembuatan jadwal mata kuliah prodi Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang masih dilakukan pembuatan secara manual sehingga menyebabkan pembuatan jadwal menjadi sangat lambat dan rentan terhadap kesalahan. Penggunaan metode manual juga mengurangi efisiensi dalam mengatur jadwal. Proses pembuatan jadwal kuliah di perguruan tinggi memiliki batasan dan syarat dalam pengerjaannya dibutuhkan ketelitian dan dapat selesai tepat waktu sehingga diperlukan penelitian terkait pembuatan jadwal secara otomatis. Proses penyusunan jadwal kuliah harus mempertimbangkan beberapa faktor, seperti alokasi ruang kelas, jumlah mata kuliah, waktu mengajar dan waktu khusus untuk melaksanakan ibadah. Tujuan penelitian ini yaitu menyelesaikan penjadwalan mata kuliah pada prodi Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang menggunakan metode *Elitist Ant System* (EAS). Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan jadwal perkuliahan pada prodi Teknik Informatika Tahun Akademik 2022/2023 semester ganjil dan genap. Data yang digunakan adalah jadwal perkuliahan semester ganjil dan genap tahun akademik 2022/2023. Hasilnya, EAS terbukti mampu mengurangi konflik jadwal pada waktu sholat dzuhur secara signifikan. Pada semester Genap, konflik berkurang dari 14 menjadi 5 (64,29%), dan pada semester Ganjil dari 21 menjadi 7 (66,67%). Dengan demikian, metode EAS dinilai lebih efektif dibandingkan metode manual dalam menyusun jadwal kuliah yang mempertimbangkan waktu ibadah.

## ABSTRACT

Darajad, Kurnia Rafi. 2025. **Penjadwalan Mata Kuliah Otomatis Menggunakan Algoritma *Elitist Ant System***. Thesis. Informatics Engineering Study Program, Faculty of Science and Technology, State Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisors: (I) Fatchurrochman, M.Kom (II) Dr. Zainal Abidin, M.Kom.

**Key words:** Course Scheduling, Automatic Schedule, Elitist Ant System, Ant Colony Optimization.

Making lecture schedules at universities is an activity that is routinely carried out and requires a short time to complete. Currently, the making of course schedules for Informatics Engineering study programs at UIN Maulana Malik Ibrahim Malang is still done manually, causing the making of schedules to be very slow and prone to errors. The use of manual methods also reduces efficiency in organizing schedules. Making lecture schedules in higher education has restrictions and requirements in the process, which require accuracy and can be completed on time, so research related to making schedules automatically is needed. Preparing a lecture schedule must consider several factors, such as classroom allocation, number of courses, teaching time, and special time for worship. This research aims to complete the scheduling of classes in the Informatics Engineering study program at UIN Maulana Malik Ibrahim Malang using the Elitis Ant System (EAS) method. The data used in this study is a lecture schedule in the Informatics Engineering study program for the Academic Year 2022/2023 odd and even semesters. As a result, EAS has been proven to significantly reduce schedule conflicts during dzuhur prayer time. In the even semester, the conflict was reduced from 14 to 5 (64.29%), and in the odd semester, from 21 to 7 (66.67%).

## البحث مستخلص

دراجاد، كورنيا راني. 2025. الجدولة التلقائية للمقررات الدراسية باستخدام خوارزمية نظام النمل الإلكتروني. الأطروحة. قسم هندسة المعلوماتية، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف: (الأول) فانشوروشمان، م. كوم (الثاني) الدكتور زين العابدين زين العابدين، م. كوم.

.الكلمات المفتاحية: جدولة الدورة التدريبية، الجدولة التلقائية، نظام النمل النخبوي، تحسين مستعمرة النمل

إعداد جدول المحاضرات في الجامعة هو نشاط روتيني يتطلب وقتاً طويلاً لإنجازه. حالياً، لا يزال إعداد جدول محاضرات برنامج دراسة هندسة المعلوماتية في جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج يتم يدوياً، مما يؤدي إلى بطء عملية الإعداد وتعرضها للأخطاء. استخدام الطريقة اليدوية يقلل أيضاً من كفاءة تنظيم الجدول. عملية وضع الجدول الدراسي في الجامعات لها قيود وشروط في تنفيذها تتطلب الدقة والانتها في الوقت المحدد، مما يستلزم إجراء بحث يتعلق بوضع الجدول الدراسي تلقائياً. يجب أن تأخذ عملية وضع الجدول الدراسي في الاعتبار عدة عوامل، مثل تخصيص قاعات الدراسة، وعدد المقررات الدراسية، ووقت التدريس، ووقت خاص لأداء العبادات. الهدف من هذا البحث هو إكمال جدولة المواد الدراسية في برنامج دراسة هندسة المعلوماتية بجامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج باستخدام طريقة *Elitis Ant System (EAS)* البيانات المستخدمة في هذا البحث هي جدول المحاضرات في برنامج دراسة هندسة المعلوماتية للعام الدراسي 2023/2022 للفصلين الدراسيين الفردي والزوجي. البيانات المستخدمة هي جدول المحاضرات للفصلين الدراسيين الفردي والزوجي للعام الدراسي 2023/2022. والنتيجة هي أن طريقة EAS أثبتت قدرتها على تقليل تضارب الجدول الزمني مع وقت صلاة الظهر بشكل كبير. في الفصل الدراسي الزوجي، انخفضت التضاربات من 14 إلى 5 (64,29٪)، وفي الفصل الدراسي الفردي من 21 إلى 7 (66,67٪). وبالتالي، تم تقييم طريقة EAS على أنها أكثر فعالية مقارنة بالطريقة اليدوية في وضع جدول المحاضرات الذي يأخذ في الاعتبار أوقات الصلاة.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pembuatan jadwal penjadwalan perkuliahan di universitas merupakan aktivitas yang rutin serta memerlukan waktu yang tidak singkat untuk diselesaikan (Fatchurrochman dkk, 2022). Saat ini, pembuatan jadwal mata kuliah di prodi Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang masih dilakukan pembuatan secara manual, yang menyebabkan proses penjadwalan menjadi sangat lambat dan rentan terhadap kesalahan. Penggunaan metode manual ini tidak hanya menghabiskan banyak waktu, tetapi juga mengurangi efisiensi dalam mengatur jadwal.

Di era modern dan serba digital harus melibatkan teknologi sehingga dapat memudahkan pekerjaan tersebut. Pemanfaatan teknologi dalam dunia pendidikan di perguruan tinggi salah satunya dalam proses penjadwalan perkuliahan. Proses pembuatan jadwal kuliah setiap perguruan tinggi memiliki batasan dan syarat dalam pengerjaannya dibutuhkan ketelitian dapat selesai tepat waktu, sehingga diperlukan penelitian terkait optimasi penjadwalan perkuliahan (Sidik dkk, 2018). Proses penyusunan jadwal kuliah harus mempertimbangkan beberapa faktor seperti alokasi ruang kelas, jumlah mata kuliah, dan waktu mengajar (Khasanatul Maghfiroh dkk, 2024).

Mayoritas mahasiswa di UIN Malang beragama Islam juga perlu mempertimbangkan waktu-waktu khusus untuk melaksanakan ibadah, salah

satunya adalah waktu shalat. Waktu shalat, terutama shalat Dzuhur, seringkali bertepatan dengan waktu perkuliahan. permasalahan yang terjadi dalam penjadwalan yang telah dilakukan pada prodi Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang masih terdapat jadwal kuliah pada waktu shalat zuhur dan pembuatan jadwal masih dilakukan dengan cara manual.

Salah satu metode untuk mengatasi penjadwalan adalah *Elitist Ant System* (EAS), sebuah varian dari algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO). EAS bekerja dengan mengandalkan konsep jejak feromon yang diperbarui berdasarkan solusi terbaik (elit) dari setiap iterasi. Strategi tersebut bertujuan untuk meningkatkan kecepatan konvergensi, solusi kualitas dan model pembaruan feromon untuk mempengaruhi tingkat konvergensi ACO (Abd alhussain & Hassan, 2024).

Penelitian mengenai penjadwalan menggunakan metode EAS telah dilakukan oleh Noviani (2012). Namun tidak terdapat batasan yang menangani pelanggaran waktu shalat, sehingga dalam penelitian ini menggunakan batasan waktu shalat. Apabila jadwal kuliah tidak diatur dengan baik hal ini dapat mengganggu pelaksanaan ibadah serta aktivitas belajar mengajar. Oleh karena itu, diperlukan sistem penjadwalan yang tidak hanya optimal secara akademik, tetapi juga memperhatikan batasan waktu ibadah.

Dalam Islam, keteraturan dan ketepatan waktu merupakan nilai yang sangat dijunjung tinggi. Hal ini tercermin dalam firman Allah dalam Surat Yasin ayat 40, yang menggambarkan bagaimana matahari, bulan, dan malam telah ditetapkan dengan ketetapan waktu yang sangat teratur dan tidak saling mendahului. Firman Allah dalam Q.S Yasin ayat 40 :

لَا الشَّمْسُ يَنْبَغِي لَهَا أَنْ تُدْرِكَ الْقَمَرَ وَلَا اللَّيْلُ سَابِقُ النَّهَارِ وَكُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ ﴿٤٠﴾

“Tidaklah mungkin bagi matahari mengejar bulan dan malam pun tidak dapat mendahului siang. Masing-masing beredar pada garis edarnya.” (QS. Yasin: 40).

Ayat ini menjadi landasan spiritual dalam mengembangkan sistem penjadwalan mata kuliah yang efisien, terstruktur, dan sesuai waktu, sebagaimana alam semesta yang telah diatur oleh Allah dengan penuh keteraturan dan keseimbangan. Maka dari itu, penjadwalan mata kuliah bukan hanya sebuah kebutuhan administratif, tetapi juga cerminan dari nilai-nilai Islam dalam menghargai waktu dan keteraturan (Shihab, 2002).

## 1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana penerapan Algoritma *Elitist Ant System* dalam pembuatan jadwal mata kuliah pada prodi Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah alam penelitian ini adalah :

- a. Metode yang digunakan *Elitist Ant System*
- b. Data yang digunakan adalah data penjadwalan pada prodi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas UIN Maulana Malik Ibrahim Malang Tahun Akademik 2022/2023.
- c. Algoritma *Elitist Ant System* menangani *hard constrain* dosen, kelas, ruang kuliah, waktu kuliah, dan *soft constrain* waktu sholat zuhur.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Menyelesaikan penjadwalan mata kuliah pada prodi Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang menggunakan Algoritma *Elitist Ant System*.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat secara akademik maupun secara praktis.

##### **1.5.1 Manfaat Akademik**

- a. Pengembangan Keilmuan, penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang optimasi dan kecerdasan buatan, khususnya pada implementasi *Elitist Ant System* untuk menyelesaikan masalah penjadwalan.
- b. Referensi Ilmiah, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi untuk penelitian lanjutan yang berkaitan dengan optimasi jadwal, baik dalam konteks akademik maupun konteks lainnya.
- c. Peningkatan Pemahaman Algoritma, Memberikan pemahaman yang lebih mendalam terkait penerapan algoritma *Elitist Ant System* dalam menyelesaikan permasalahan kompleks berbasis batasan (*constraint-based optimization*).

##### **1.5.2 Manfaat Praktis**

- a. Efisiensi pengelolaan jadwal kuliah, hasil dari penelitian ini dapat membantu prodi Teknik Informatika UIN Malang untuk menghasilkan jadwal kuliah

yang lebih efisien dengan memperhatikan batasan ruang, dosen, dan waktu salat.

- b. Peningkatan kepuasan pengguna, dosen dan mahasiswa dapat merasakan manfaat langsung dari jadwal yang lebih terstruktur, mengurangi konflik jadwal, dan meningkatkan kenyamanan dalam aktivitas akademik.
- c. Peningkatan kesadaran spiritual, dengan memasukkan waktu salat sebagai salah satu batasan, penelitian ini mendukung terciptanya lingkungan akademik yang mendukung pelaksanaan ibadah secara terintegrasi.

## BAB II

### STUDI PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu mengenai proses pembuatan jadwal mata kuliah membahas berbagai metode dan algoritma untuk mengatasi kompleksitas dalam proses penjadwalan sebagai acuan penelitian ini. Salah satu penelitian menggunakan pendekatan heuristik dan metaheuristik yaitu *ant colony optimization* (ACO), yang menghasilkan jadwal optimal dan memenuhi berbagai kendala. Beberapa penelitian terdahulu mengenai penjadwalan Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu menggunakan metode ACO

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian	Perbedaan
1.	Febianti dkk, (2023)	Usulan Penjadwalan Mesin Paralel Menggunakan Metode Ant Colony Optimization Algorithm dan Longest Processing Time	<i>Ant Colony Optimization Algorithm dan Longest Processing Time</i>	Hasil nilai makespan minimum dengan menggunakan metode <i>Longest Processing Time</i> (LPT) dan <i>Ant Colony Optimization</i> (ACO) lebih kecil daripada nilai makespan metode eksisting dengan selisih perbedaan 724 menit.	Objek penelitian adalah penjadwalan mesin. Dalam penelitian ini objek penelitian adalah penjadwalan perkuliahan dan hanya menggunakan metode ACO jenis <i>elitist</i>
2.	Fahryan & Dhede, (2023)	Penjadwalan Mesin Produk Lampu Emergency dengan Menggunakan Metode Ant Colony	Algoritma <i>Ant Colony Optimization</i> (ACO)	Solusi penjadwalan produksi lampu emergency yang optimal adalah dengan algoritma semut untuk mendapatkan total probabilitas elemen kerja yang paling	Objek penelitian adalah penjadwalan mesin. Dalam penelitian ini objek penelitian adalah penjadwalan perkuliahan.

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian	Perbedaan
				singkat dalam suatu produk.	
3.	A. Abuhamdah, (2021)	Adaptive Elitist-Ant System for Solving Combinatorial Optimization Problems	<i>Hybrid Elitist-Ant System Algorithm</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan kelompok elit adaptif dapat meningkatkan algoritma dan sering kali mampu menghasilkan solusi yang berkualitas lebih baik daripada pendekatan lainnya.	Objek penelitian adalah persoalan optimasi kombinatorial secara umum. Dalam penelitian digunakan secara khusus untuk menyelesaikan persoalan penjadwalan perkuliahan.
4.	A. F. Abuhamdah, (2020)	<i>Adaptive Elitist-Ant System for Medical Clustering Problem</i>	<i>Hybrid Elitist Ant System dan Adaptive Elitist Ant System</i>	Hasil komputasi menunjukkan bahwa pendekatan sistem semut elit adaptif yang diusulkan kompeten dalam memberikan solusi (hasil) yang lebih berkualitas daripada pendekatan sistem semut elit hibrida dan metodologi yang berbeda (hasil) dalam literatur di semua dataset	Data yang digunakan berupa data penjadwalan mata kuliah pada Prodi Teknik Informatika UIN Maulan Malik Ibrahim Malang dan metode yang digunakan <i>Elitist-Ant System</i> .
5.	Huang et al., (2024)	<i>Feasibility Analysis of LDACS Ground Station Planning in China Based on a Hybrid Approach of Elitist Ant System and Tabu Search</i>	<i>Elitist Ant System (EAS) dan Tabu Search (TS)</i>	Penelitian ini berhasil mengembangkan strategi penugasan frekuensi (frequency assignment) untuk LDACS di China menggunakan pendekatan Elitist Ant System (EAS) yang	Menggunakan metode <i>Elitism Ant System</i> dan data yang digunakan berupa data penjadwalan mata kuliah pada Prodi Teknik Informatika UIN Maulan Malik Ibrahim Malang.

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian	Perbedaan
				dikombinasikan dengan Tabu Search (TS)	
6.	(Indah & Sukarata, 2019)	<i>Ant Colony Optimization Application in Bottleneck Station Scheduling</i>	<i>Metaheuristic Ant Colony Optimization</i>	Hasil menunjukkan tingkat kebenaran jadwal 89 persen, yang dihitung berdasarkan perbandingan pelanggaran constraint terhadap total timeslot yang digunakan, serta waktu yang dibutuhkan pada setiap iterasi.	Menggunakan metode <i>Elitism Ant System</i> dan data yang digunakan berupa data penjadwalan mata kuliah pada Prodi Teknik Informatika UIN Maulan Malik Ibrahim Malang.
7.	Silalahi dkk, (2020)	Pembuatan Aplikasi Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Algoritma <i>Ant Colony Optimization</i>	<i>Algoritma Ant Colony Optimization</i>	Hasil dari penelitian ini berupa penjadwalan mata kuliah menggunakan <i>Ant Colony Optimization</i> dapat berjalan dengan efektif dan dapat membantu pengurangan masalah pada waktu proses penjadwalan.	Menggunakan metode <i>Elitism Ant System</i> dan menambahkan <i>constrain</i> waktu sholat dzuhur.
8.	Sidik dkk. (2019)	Model Penerapan Algoritma Ant Colony Optimization (ACO) Untuk Optimasi Sistem Informasi Penjadwalan Kuliah	Algoritma <i>Ant Colony Optimization (ACO)</i>	Hasil penelitian ini berupa model penerapan algoritma <i>Ant Colony Optimization (ACO)</i> untuk optimasi sistem informasi penjadwalan kuliah.	Menggunakan metode <i>Elitism Ant System</i> dan menambahkan <i>constrain</i> waktu sholat dzuhur.

## 2.2 Algoritma Optimasi

Algoritma optimasi adalah pendekatan yang digunakan untuk menyelesaikan berbagai permasalahan optimasi, termasuk dalam sistem penjadwalan. Proses optimasi ini dimulai dengan mendefinisikan permasalahan yang akan diselesaikan, kemudian membangun model yang digunakan untuk mengevaluasi solusi kandidat.

Dalam optimasi, fungsi objektif digunakan untuk menilai kualitas setiap solusi berdasarkan tujuan yang ditetapkan. Kendala-kendala dalam sistem juga diperhitungkan untuk menentukan hasil pencarian yang optimal. Algoritma optimasi akan menghasilkan beberapa solusi kandidat sebagai kemungkinan jawaban untuk masalah yang sedang diselesaikan. Berdasarkan hasil evaluasi ini, solusi diperbarui secara iteratif hingga mencapai kriteria penghentian yang telah ditentukan (Nassef et al., 2023).

## 2.3 *Elitist Ant System*

*Elitist Ant System* (EAS) merupakan perbaikan pertama pada *Ant Colony Optimization* (ACO) yang diperkenalkan oleh Dorigo (1992), ide dasar dari strategi ini adalah memberikan penguatan tambahan (feromon) yang kuat pada busur-busur yang termasuk dalam tur terbaik yang ditemukan sejauh ini (Dorigo & Stützle, 2004). ACO terinspirasi dari kebiasaan hidup semut yang berkoloni atau biasa dikenal dengan sistem semut. Semut memiliki kemampuan dalam penginderaan lingkungan yang kompleks untuk proses pencarian makanan dan menuju ke sarangnya dengan meninggalkan zat feromon pada rute-rute yang dilalui. Dengan kata lain, cara kerja semut menemukan rute terpendek dalam ACO, semut dapat menemukan jalur terpendek dari sarang menuju sumber makanan. Sekelompok

semut menggunakan jejak kaki yang ditinggalkan di jalur yang telah dilalui untuk menentukan rute terpendek. Semakin banyak jumlah semut yang melewati suatu jalur, jejak kaki di sana akan semakin terlihat jelas. Hal ini menimbulkan jalur yang dilalui oleh sedikit semut akan semakin berkurang kepadatannya seiring waktu, bahkan mungkin tidak dilalui sama sekali. Sebaliknya, jalur yang dilalui oleh banyak semut akan semakin padat seiring waktu, hingga semua semut berpotensi melaluinya (Syukriah dkk, 2022).

Pencarian ACO diperkuat melalui peletakan feromon. Ketika feromon diletakkan pada komponen-komponen dari kombinasi terbaik yang ditemukan sejauh ini, probabilitas pemilihan komponen-komponen tersebut dalam membangun kombinasi baru akan meningkat, sehingga pencarian semakin terfokus pada kombinasi-kombinasi terbaik yang telah ditemukan (Solnon & Jussien, 2013).

Metode *Elitism Ant System* merupakan salah satu varian algoritma semut yang dapat menghasilkan rute terbaik dengan mempertahankan solusi optimal yang telah ditemukan, sekaligus mengeksplorasi solusi lain untuk menghindari solusi lokal. EAS memiliki tambahan feromon kepada solusi terbaik yang ditemukan. Jumlah feromon yang dilepaskan oleh semut elit digandakan. Setiap solusi terbaik ditemukan, maka dilepaskan, membuatnya lebih bertahan untuk waktu yang lebih lama. Jalan normal akan rusak dengan cepat dan dilupakan, sedangkan jalan elit memiliki pengaruh feromon yang cukup untuk tetap bertahan sehingga hanya terdapat satu rute terbaik (Arranz, 2023).

Secara garis besar, *Ant Colony Optimization* (ACO) memiliki beberapa bagian kerangka kerja dasar, diantaranya (Sidik dkk, 2018):

1. Inisialisasi Parameter yaitu proses untuk menentukan jumlah semut, batas maksimum iterasi, evaporasi Feromon dan jumlah semut elit.

2. Membangkitkan Semut/Jadwal Awal

Algoritma ACO memproses data-data dengan cara melakukan pengkodean.

Tahap pembangkitan semut atau jadwal awal berupa inisialisasi titik pertama setiap semut, dengan memasang secara acak data pengampunan mengajar (dosen, matakuliah, kelas) dengan data ruang dan waktu.

3. Pengisian tabu list

Tabu list diisi dengan nilai titik pertama setiap semut.

4. Perhitungan setiap titik untuk rute kunjungan setiap semut.

Setiap semut menentukan urutan titik yang akan dilalui dalam penyusunan jalurnya. Perhitungan jarak dilakukan menggunakan rumus persamaan :

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (2.1)$$

Keterangan :

$d_{ij}$  : Jarak antara dua titik  $(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2$

Perhitungan visibilitas antar titik ( $\eta_{ij}$ ).  $\eta$  berfungsi dalam persamaan probabilitas titik yang akan dikunjungi. Nilai  $\eta$  didapatkan dari hasil persamaan berikut :

$$\text{Rumus } \eta_{ij} = \frac{1}{d_{ij}} \quad (2.2)$$

Keterangan :

$\eta_{ij}$  : visibilitas antar titik

5. Mencari probabilitas titik untuk dikunjungi

Langkah pertama adalah menghitung nilai  $\tau_{ij}^\alpha \times \eta_{ij}^\beta$ . Selanjutnya, nilai  $P_{ij}$  diperoleh dengan menerapkan rumus persamaan :

$$P_{ij}^k = \frac{[\tau_{ij}]^\alpha [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{k' \in [N-tabu_k]} [\tau_{ik'}]^\alpha [\eta_{ik'}]^\beta} \quad (2.3)$$

Keterangan :

$P_{ij}^k$  : Probabilitas semut ke-k berpindah dari node i ke node j.

$\tau_{ij}$  : feromon pada jalur (i,j), menunjukkan seberapa sering jalur ini telah dilewati oleh semut sebelumnya.

$\eta_{ij}$  : Daya tarik heuristik (biasanya  $1/d_{ij}$ , di mana  $d_{ij}$  adalah jarak antara node i dan j).

Untuk mendapatkan probabilitas kumulatif, dilakukan dengan menjumlahkan seluruh nilai  $P_{ij}$ .

6. Menentukan arah semut dengan perandoman dan pencarian probabilitas kumulatif yang dekat dengan nilai random.

7. Menghitung panjang rute setiap semut

8. Melakukan penghitungan perubahan intensitas jejak kaki semut (feromon) antar titik menggunakan rumus persamaan :

$$\Delta\tau_{ij} = \sum_{k=1}^m \Delta\tau_{ij}^k \quad (2.4)$$

Dengan  $\Delta\tau_{ij}^k$  adalah perubahan intensitas jejak kaki semut antar titik setiap semut yang dihitung berdasarkan persamaan:

$$\Delta\tau_{ij}^k = \frac{Q}{L_k} \quad (2.5)$$

Untuk (ij) titik awal dan titik tujuan dalam tabu k

Sedangkan untuk  $\Delta\tau_{ij}^k = 0$  untuk (ij) lainnya.

9. Menghitung intensitas jejak semut antara titik ( $\tau_{ij}$ ) yang baru untuk siklus berikutnya, feromon untuk EAS dapat didefinisikan sebagai (Arranz, 2023) menggunakan persamaan :

$$T_{ij}(t + 1) = pT_{ij}(t) + \sum_{k=1}^m \Delta T_{ij}^k + \sigma \Delta T_{ij}^{best} \quad (2.6)$$

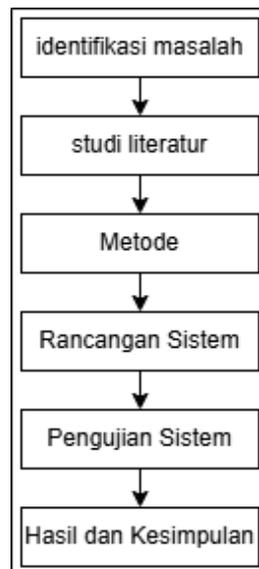
Dimana  $m$  adalah jumlah semut normal, dan  $\sigma$  adalah jumlah semut elitis (spesialis).  $L_k$  adalah panjang tur yang dibangun oleh semut  $k$  dan  $L_{best}$  adalah panjang tur terpendek yang ditemukan di seluruh iterasi.  $Q$  adalah pengali konstan yang hanya menentukan berapa banyak feromon yang harus diletakkan oleh semua semut.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Desain Penelitian

Metode penelitian dilakukan agar memastikan proses pembuatan sistem berjalan secara terstruktur dan sesuai dengan tujuan penelitian. Desain penelitian meliputi beberapa langkah utama, mulai dari identifikasi masalah hingga hasil dan kesimpulan Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bagan penelitian penjadwalan mata kuliah

##### 3.1.1 Identifikasi Masalah

Membuat jadwal perkuliahan harus membutuhkan ketelitian dan waktu yang banyak, karena banyaknya mata kuliah dan terbatasnya waktu dan ruang perkuliahan. Dan terdapat batasan-batasan tertentu yang mengakibatkan pembuatan jadwal kuliah cukup rumit jika dilakukan secara manual. Hasil pembuatan jadwal kuliah nantinya akan sesuai dengan batasan-batasan yang telah ditentukan.

### **3.1.2 Studi Literatur**

Studi literatur merupakan langkah untuk memperoleh-informasi yang sesuai dengan topik pembahasan pada suatu penelitian. Langkah ini dilakukan untuk memahami perkembangan ilmu yang terkait dengan topik penelitian, serta mengetahui metode-metode yang telah digunakan dalam penelitian sebelumnya. Dengan melakukan studi literatur, diharapkan dapat membangun dasar teori dan metode yang kuat untuk mendukung pelaksanaan penelitian.

### **3.1.3 Metode**

Penggunaan metode EAS dalam penelitian ini merupakan salah satu varian dari algoritma semut yang mampu menemukan rute optimal dengan mempertahankan solusi terbaik yang telah diperoleh, sekaligus mengeksplorasi alternatif lain untuk menghindari jebakan solusi lokal. Dalam EAS, semut elit memberikan tambahan feromon pada jalur terbaik yang ditemukan, dengan jumlah feromon yang dilepaskan lebih banyak dibandingkan semut biasa.

### **3.1.4 Rancangan Sistem**

Rancangan sistem adalah tahap dalam pengembangan sistem yang bertujuan untuk merancang bagaimana sistem akan bekerja secara menyeluruh sebelum diimplementasikan. Rancangan ini mencakup struktur database yang digambarkan dalam bentuk flowchart.

### **3.1.5 Pengujian Sistem**

Pengujian sistem yaitu tahapan yang dilakukan untuk memverifikasi dan memvalidasi kinerja sistem. Tujuan pengujian sistem yaitu untuk memastikan bahwa sistem menghasilkan jadwal yang optimal. Pengujian sistem dilakukan dengan membandingkan antara hasil jadwal yang dibuat sistem dengan jadwal sebelumnya. Perbandingan kedua jadwal tersebut berfokus pada jadwal yang dijadwalkan pada waktu sholat dzuhur.

### **3.1.6 Hasil dan Kesimpulan**

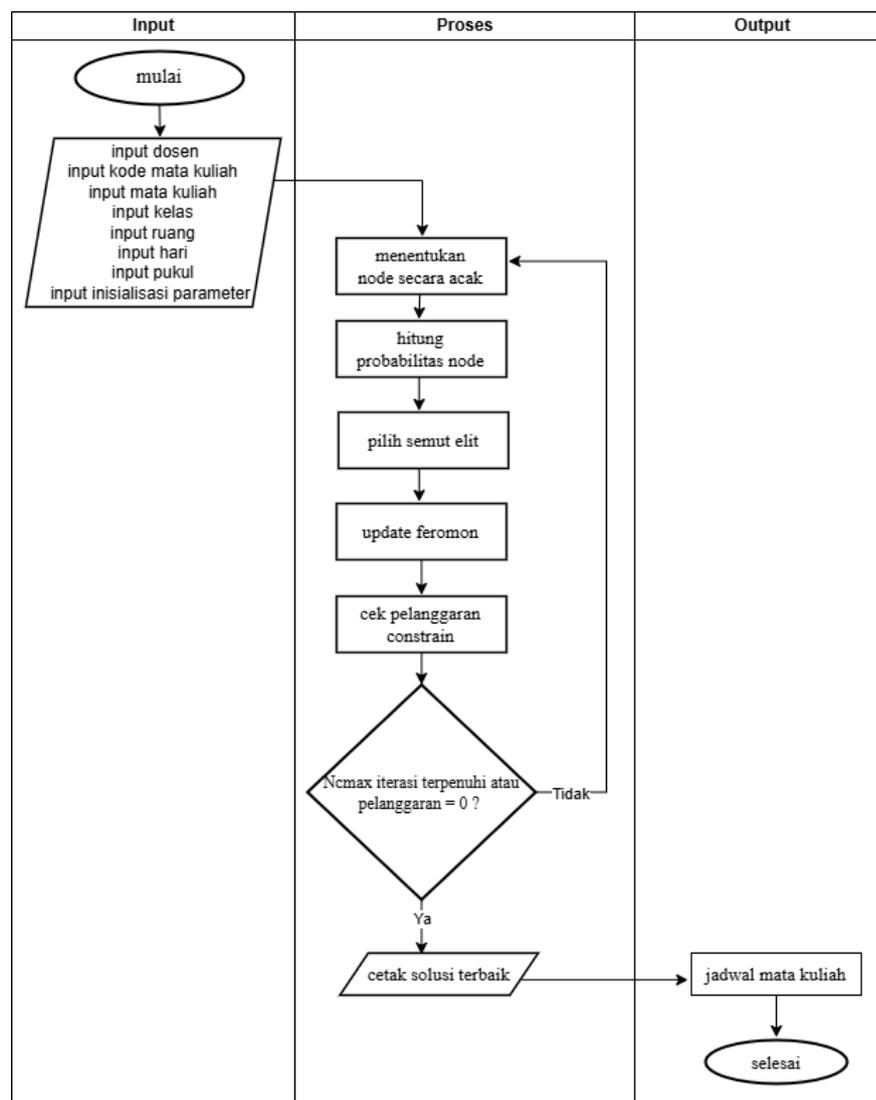
Hasil dan kesimpulan adalah bagian akhir dari proses penelitian. Bagian ini, disampaikan ringkasan hasil evaluasi dari seluruh rangkaian kegiatan penelitian yang telah dilakukan terkait implementasi Algoritma ACO dalam pengembangan sistem penjadwalan mata kuliah otomatis pada program studi Teknik Informatika. Selain itu, juga terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan masukan untuk pengembangan dan pengelolaan sistem di masa mendatang.

## **3.2 Desain sistem**

Desain sistem berupa tahapan dalam pengembangan sistem, dimana proses dan data yang dibutuhkan oleh sistem dirancang secara terperinci (Rosmalasari dkk, 2020) . Tahap ini bertujuan dalam memastikan bahwa sistem yang akan dibangun mampu pemenuhan kebutuhan pengguna serta mendukung tujuan yang telah ditetapkan.

Desain sistem Gambar 3.2 menunjukkan penelitian ini dimulai dari proses input data yang berupa data dosen, mata kuliah, kode mata kuliah, data kelas, data

ruang, data hari, dan data pukul, sistem secara acak menentukan node yang terkait dengan parameter yang telah diinput dan menghitung probabilitas pemilihan node tersebut. Selanjutnya, sistem memilih semut elit, yaitu solusi terbaik yang ditemukan pada setiap iterasi, dan melakukan pembaruan feromon pada jalur yang telah dipilih.



Gambar 3.2 Desain sistem penjadwalan mata kuliah

Pada Gambar 3.2 merupakan alur proses penggunaan metode EAS dalam menghasilkan jadwal mata kuliah. Tahap pertama adalah memasukkan parameter,

seperti data dosen, mata kuliah, ruang kelas, hari, dan jam, yang menjadi dasar pembentukan jadwal. Selanjutnya, pada tahap proses, algoritma dimulai dengan inialisasi koloni semut yang akan membangun solusi jadwal berdasarkan probabilitas pemilihan jalur. Proses ini dilanjutkan dengan evaluasi nilai fitness untuk mengukur kualitas setiap solusi yang dihasilkan. Semut elit, yang memiliki solusi terbaik, dipilih untuk memberikan kontribusi lebih besar dalam pembaruan jejak pheromone, sehingga solusi optimal lebih cepat ditemukan. Hasil akhir dari proses ini adalah jadwal mata kuliah yang optimal, yang mencakup informasi dosen, mata kuliah, kelas, ruang kelas, hari, dan jam.

### 3.3 Dataset

Dataset adalah kumpulan-kumpulan data yang dapat digunakan sebagai bahan percobaan riset (Yuliska & Syaliman, 2020) . Dalam penelitian ini, peneliti memanfaatkan data yang diperoleh dari program studi Teknik Informatika Universitas UIN Maulana Malik Ibrahim Malang Tahun Akademik 2022/2023 sebagai sumber data utama untuk penyusunan jadwal perkuliahan. Data tersebut kemudian diintegrasikan ke dalam database yang terdiri dari beberapa tabel, yaitu tabel dosen, tabel mata kuliah, tabel kelas, tabel ruang kuliah, tabel hari, tabel jam dan tabel pengampu.

Tabel 3.1 Tabel dosen

No	Nama Dosen	Alamat	Telepon
1	Khadijah Fahmi H, M.Kom	Malang	08564667xxxx
2	Dr. M. Faisal	Malang	0812163xxxx
3	Yunifa Miftachul Arif, MT	Malang	08123314xxxx
4	Supriyono, M. Kom	Malang	08133328xxxx
5	Fatchurrochman, M. Kom	Malang	0815528xxxx

Tabel 3.1 menampilkan contoh daftar dosen yang digunakan sebagai pengampu mata kuliah pada program studi Teknik Informatika.

Tabel 3.2 Tabel kelas

No	Nama Kelas
1	A
2	B

Tabel 3.2 merupakan contoh nama kelas yang bisa disesuaikan dengan kebutuhan sesuai dengan jumlah kelas mata kuliah.

Tabel 3.3 Tabel mata kuliah

No	Kode Mata Kuliah	Mata Kuliah	SKS	Jenis	Semester	Ruang khusus
1	1565011	Struktur Data	3	Reguler	3	-
2	20060511C05	Kecerdasan buatan	3	Reguler	4	-
3	1565012	Sistem komputer	3	Reguler	3	-
4	20060512C17	IOS (OPT SUBJ)	1	Praktikum	7	-
5	1565032	Praktikum Struktur data	1	Praktikum	3	Lab. Intelegence

Tabel 3.3 memuat daftar mata kuliah yang masing masing memiliki jumlah SKS, jenis mata kuliah, semester, dan ruang khusus jika ada. Mata kuliah tersebut mencakup jenis pembelajaran reguler, praktikum, dan opsional. yang sesuai dengan kurikulum program studi.

Tabel 3.4 Tabel ruang

No	Nama Ruang	Jenis	Durasi Penggunaan
1	B306	Ruangan	06.30 – 14.00
2	B307	Ruangan	06.30 – 14.00
3	B314	Ruangan	06.30 – 16.30
4	B315	Ruangan	06.30 – 14.00
5	B316	Ruangan	06.30 – 14.00
6	B317	Ruangan	06.30 – 14.00
7	B318	Ruangan	06.30 – 14.00
8	D222	Ruangan	06.30 – 16.30
9	Lab. Mobile	Laboratorium	06.30 – 16.30
10	Lab. Jaringan	Laboratorium	06.30 – 16.30
11	Lab. Robotic	Laboratorium	06.30 – 16.30
12	Lab. Multimedia	Laboratorium	06.30 – 16.30
13	Lab. Database	Laboratorium	06.30 – 16.30
14	Lab. Programming	Laboratorium	06.30 – 16.30

No	Nama Ruang	Jenis	Durasi Penggunaan
15	Lab. Intelegence	Laboratorium	06.30 – 16.30

Tabel 3.4 menyajikan daftar ruang, jenis, dan durasi penggunaannya. Terdapat 15 ruang yang terbagi menjadi ruang kelas dan laboratorium, dengan durasi penggunaan bervariasi antara pukul 06.30–14.00 dan 06.30–16.30 sesuai dengan fungsinya. Durasi penggunaan ruangan dapat disesuaikan dengan aturan yang berlaku pada universitas, sehingga penggunaan ruang bisa dimaksimalkan.

Tabel 3.5 Tabel hari

No	Nama Hari
1	Senin
2	Selasa
3	Rabu
4	Kamis
5	Jumat

Tabel 3.5 merupakan tabel hari berisi nama-nama hari yang dapat digunakan untuk perkuliahan, selain hari senin – jumat perkuliahan libur.

Tabel 3.6 Tabel waktu

No	Waktu Mulai	Waktu Selesai	SKS	Jenis Jam	Ruangan Khusus
1	06.30	09.00	3	reguler	-
2	09.00	11.30	3	reguler	-
3	11.30	14.00	3	reguler	-
4	06.30	08.10	2	reguler	-
5	08.10	09.50	2	reguler	-
6	09.50	11.30	2	reguler	-
7	06.30	08.10	1	praktikum	-
8	08.10	09.50	1	praktikum	-
9	06.30	09.00	3	optional	-

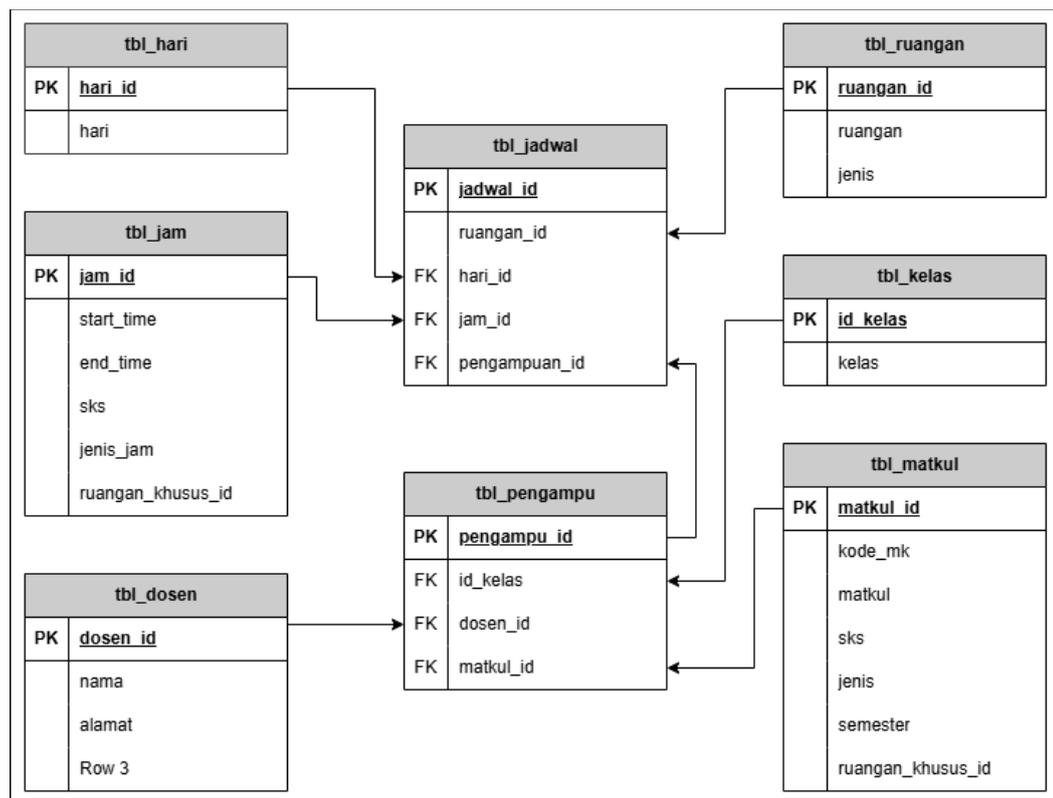
Tabel 3.6 menunjukkan pembagian waktu perkuliahan berdasarkan durasi, jumlah SKS, dan jenis perkuliahan. Jadwal terdiri dari kelas reguler, praktikum, dan optional dengan rentang waktu mulai pukul 06.30 hingga 14.00. Juga terdapat kolom ruangan khusus jika ingin menambahkan waktu tertentu pada ruangan yang dipilih. Penggunaan waktu dapat disesuaikan dengan kebutuhan Prodi.

Tabel 3.7 Tabel pengampu

No	Mata Kuliah	Dosen	Kelas
1	Struktur Data	Khadijah Fahmi H, M.Kom	A
2	Struktur Data	Fatchurrochman, M. Kom	B
3	Sistem komputer	Yunifa Miftachul Arif, MT	A
4	Kecerdasan Buatan	Supriyono, M. Kom	A
5	Kecerdasan buatan	Dr. M. Faisal	B

Tabel 3.7 menampilkan contoh pengampu yang berisi mata kuliah, dosen, dan kelas yang telah ditentukan. Data tersebut digunakan untuk membuat jadwal perkuliahan yang nantinya akan dikombinasikan dengan ruang, hari dan waktu sehingga mendapatkan jadwal mata kuliah.

### 3.4 Entity Relationship Diagram



Gambar 3.3 ER Diagram sistem penjadwalan mata kuliah

Gambar 3.3 ER diagram yang menunjukkan sebuah sistem database, dirancang untuk membantu membuat jadwal perkuliahan dengan terstruktur dan mudah. Tabel-tabel yang ada di dalamnya saling memiliki relasi, mencakup elemen penting seperti mata kuliah, dosen, ruang, waktu, kelas, dan semester. Tabel utama, yaitu `tbl\_jadwal`, berfungsi sebagai pusat penyimpanan data jadwal, yang menghubungkan informasi dari tabel-tabel lainnya, seperti hari, ruang, waktu, serta siapa yang mengajar mata kuliah tersebut.

Tabel `tbl\_hari`, `tbl\_ruang`, dan `tbl\_waktu` menyimpan data dasar seperti daftar hari, informasi tentang ruang (termasuk jenis ruang, seperti laboratorium atau ruang kuliah), serta slot waktu yang menunjukkan kapan sebuah kegiatan dimulai dan selesai. Sementara itu, tabel `tbl\_pengampu` mencatat hubungan antara dosen, mata kuliah, kelas, dan semester. Dengan tabel ini, sistem dapat menyimpan informasi tentang siapa yang mengajar, apa mata kuliahnya, di kelas mana, dan pada semester apa.

### 3.5 Tahapan Implementasi

Pada tahap implementasi *Elitism Ant System* (EAS), dilakukan serangkaian langkah untuk merealisasikan algoritma ini dalam suatu sistem yang dapat dijalankan secara optimal. Adapun urutan proses tersebut sebagai berikut :

#### 3.5.1 Inisialisasi Koloni Semut

Langkah pertama dalam perhitungan algoritma ACO adalah menginisialisasi semua parameter yang diperlukan. Parameter tersebut meliputi jumlah semut, pengaruh feromon ( $\alpha$ ), pengaruh visibilitas ( $\beta$ ), evaporasi feromon ( $\rho$ ), nilai awal

feromon, dan batas maksimum iterasi. Berikut adalah contoh rincian masing-masing parameter:

1. **Alfa ( $\alpha$ )** = 0,5 : mengontrol pengaruh feromon terhadap keputusan semut.
2. **Beta ( $\beta$ )** = 2 : mengatur pengaruh visibilitas (jarak atau probabilitas).
3. **Rho ( $\rho$ )** = 0,01 : laju penguapan feromon, mempengaruhi seberapa cepat feromon hilang seiring waktu.
4.  **$\tau_{ij}$  Awal** = 1 : nilai awal feromon pada setiap node, yang akan diperbarui oleh semut selama iterasi.
5. **Q** (konstanta siklus semut) = 1 : Nilai yang digunakan untuk menghitung feromon yang ditambahkan pada setiap node.
6. **Nmax** (total siklus) ditetapkan ketika proses penjadwalan memenuhi salah satu dari dua kondisi berikut :
  - Tidak ada pelanggaran yang tersisa nilai pelanggaran (*hard constrain*) mencapai nol.
  - Selain itu, **Nmax** merupakan batas maksimum siklus yang diperbolehkan dalam perhitungan algoritma.

### 3.5.2 Pembangkitan Semut

Pada tahap ini, dilakukan proses pembangkitan semut yang berfungsi untuk mencari solusi awal yang berupa jadwal. Pada algoritma ini, semut berfungsi sebagai pengampu, dan mereka akan memilih "slot jadwal" yang tersedia sebagai node untuk ditempati. Proses pembangkitan dimulai dengan menginisialisasi titik awal bagi setiap semut. Semut (pengampu) akan "menavigasi" melalui slot jadwal

yang tersedia dengan mengaitkan data tugas mengajar, seperti dosen, mata kuliah, dan kelas, dengan slot waktu dan ruang yang ditentukan secara acak.

Ilustrasi pemetaan pengampu dengan ruang dan waktu yang dihasilkan oleh semut dalam penyusunan jadwal adalah setiap semut mewakili pengampu yang akan mengisi slot jadwal. Slot jadwal adalah node yang akan dipilih oleh semut, yang kemudian dipengaruhi oleh feromon dan visibilitas yang ada.

Contoh pembuatan slot jadwal berdasarkan sampel data pada Tabel 3.4, Tabel 3.5, dan 3.6 yang terdiri dari kombinasi ruang, hari, waktu. Pada contoh slot jadwal hanya menggunakan hari nomor 1 dan 2, ruang nomor 1, dan waktu nomor 1,2 dan 3. Hasil pembuatan slot jadwal Tabel 3.8

Tabel 3.8 Tabel slot jadwal

No	Hari	Ruang	Waktu
1	Senin	B306	11.30 -14.00
2	Selasa	B306	06.30 - 09.00
3	Senin	B306	09.30 - 11.30
4	Selasa	B306	09.00 - 11.30
5	Senin	B306	06.30 - 09.00

Setelah slot jadwal telah dibuat langkah selanjutnya adalah pembangkitan semut (penyusunan jadwal awal) dimulai dengan menginisialisasi titik awal bagi setiap semut. Implementasinya dilakukan dengan memasang data tugas mengajar, yang mencakup (dosen, mata kuliah, dan kelas) pada Tabel 3.7 dengan data ruang serta waktu secara acak. Nilai ruang dan waktu (slot jadwal) diperoleh melalui fungsi acak (*random function*), sehingga menghasilkan jadwal awal yang acak. Ilustrasi hasil pemetaan pengampuan dengan ruang dan waktu Tabel 3.9.

Tabel 3.9 Contoh hasil pembangkitan semut

Jadwal ke-	Mata Kuliah	Dosen	Kelas	Hari	Ruang	Jam
Slot Jadwal 1	Struktur Data	1	A	Senin	B306	11.30 -14.00
Slot Jadwal 2				Selasa	B306	06.30 - 09.00
Slot Jadwal 3				Senin	B306	09.30 - 11.30
Slot Jadwal 4				Selasa	B306	09.00 - 11.30
Slot Jadwal 5				Senin	B306	06.30 - 09.00

Setelah itu melakukan penomoran terhadap hasil pembangkitan semut pada Tabel 3.9 sesuai Tabel 3.1 sampai Tabel 3.6 yang disajikan dalam Tabel 3.10 berikut :

Tabel 3.10 Hasil penomoran pembangkitan semut

Jadwal ke-	Mata Kuliah	Dosen	Kelas	Hari	Ruang	Jam
Slot Jadwal 1	3	1	1	1	1	3
Slot Jadwal 2				2	1	1
Slot Jadwal 3				1	1	2
Slot Jadwal 4				2	1	2
Slot Jadwal 5				1	1	1

Setelah diperoleh nilai titik pertama maka langkah selanjutnya mencatat setiap titik awal semut pada tabu list. Proses ini dilakukan untuk memastikan bahwa setiap semut memiliki titik awal yang berbeda dalam eksplorasi jalur. Contoh pengisian titik awal ke dalam tabu list dapat dilihat pada Tabel 3.10.

### 3.5.3 Penentuan Rute Kunjungan Semut

Pada tahap ini, setiap jadwal atau semut dipasangkan dengan semua slot jadwal untuk menghitung jaraknya. Setiap semut menentukan urutan titik yang akan dilalui dalam penyusunan jalurnya. Pemilihan jalur dilakukan secara probabilistik dengan mempertimbangkan jejak feromon dan faktor visibilitas. Proses ini berlangsung secara bertahap hingga semua titik telah dikunjungi,

membentuk rute perjalanan lengkap bagi setiap semut. Perhitungan jarak dilakukan menggunakan rumus persamaan :

$$dij = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (2.1)$$

Untuk kasus penjadwalan maka :

Semua jarak antar node akan disamakan menjadi 1, kecuali jika terdapat bentrok, maka jarak tersebut akan bernilai 10 dan jika waktu slot pada waktu sholat dzuhur maka jaraknya bernilai 5. Proses perhitungan jarak dilakukan dengan membandingkan jadwal 1 terhadap jadwal lainnya. Setiap data dalam jadwal 1 akan dihitung dengan data yang sesuai dari jadwal lainnya. Misalnya:

Jika tidak ada bentrok antara jadwal 1 dan jadwal 3, maka jaraknya adalah 1 (misalnya,  $dij_{J3} = 1$ ). Jika ada bentrok antara jadwal 1 dan jadwal 2, misalnya karena dosen atau ruang yang sama, maka jaraknya akan bernilai 10 (misalnya,  $dij_{J2} = 10$ ). Begitu pula dengan perhitungan selisih hari, dosen, ruang, dan waktu untuk setiap jadwal lainnya. Hasil perhitungan jarak pada Tabel 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15 berikut :

Tabel 3.11 Perhitungan Jarak dari Jadwal 1 ke Semua Jadwal Lainnya

SJ-Ke	Dosen	Hari	Ruang	waktu	dij
	1	1	1	1	
SJ1	1	1	1	3	0
SJ2		2	1	1	1
SJ3		1	1	2	1
SJ4		2	1	2	1
SJ5		1	1	1	1

Tabel 3.11 menunjukkan hasil perhitungan jarak antara slot jadwal 1 (SJ1) dengan jadwal lainnya berdasarkan dosen, hari, ruang, dan waktu. Nilai *dij*

diperoleh dari hasil pengecekan dosen, hari, ruang, dan waktu yang digunakan untuk mengukur tingkat konflik atau kedekatan antar jadwal.

Tabel 3.12 Perhitungan Jarak dari Jadwal 2 ke Semua Jadwal Lainnya

SJ-Ke	Dosen	Hari	Ruang	waktu	dij
		2	1	1	
SJ1	1	1	1	3	5
SJ2		2	1	1	0
SJ3		1	1	2	1
SJ4		2	1	2	1
SJ5		1	1	1	1

Tabel 3.12 menunjukkan hasil perhitungan jarak antara slot jadwal 2 (SJ2) dengan jadwal lainnya berdasarkan dosen, hari, ruang, dan waktu. Nilai *dij* diperoleh dari hasil pengecekan dosen, hari, ruang, dan waktu yang digunakan untuk mengukur tingkat konflik atau kedekatan antar jadwal.

Tabel 3.13 Perhitungan Jarak dari Jadwal 3 ke Semua Jadwal Lainnya

SJ-Ke	Dosen	Hari	Ruang	waktu	dij
		1	1	2	
SJ1	1	1	1	3	5
SJ2		2	1	1	1
SJ3		1	1	2	0
SJ4		2	1	2	1
SJ5		1	1	1	1

Tabel 3.13 menunjukkan hasil perhitungan jarak antara slot jadwal 3 (SJ3) dengan jadwal lainnya berdasarkan dosen, hari, ruang, dan waktu. Nilai *dij* diperoleh dari hasil pengecekan dosen, hari, ruang, dan waktu yang digunakan untuk mengukur tingkat konflik atau kedekatan antar jadwal.

Tabel 3.14 Perhitungan Jarak dari Jadwal 4 ke Semua Jadwal Lainnya

SJ-Ke	Dosen	Hari	Ruang	waktu	dij
		2	1	2	
SJ1	1	1	1	3	5
SJ2		2	1	1	1
SJ3		1	1	2	1
SJ4		2	1	2	0
SJ5		1	1	1	1

Tabel 3.14 menunjukkan hasil perhitungan jarak antara slot jadwal 4 (SJ4) dengan jadwal lainnya berdasarkan dosen, hari, ruang, dan waktu. Nilai  $d_{ij}$  diperoleh dari hasil pengecekan dosen, hari, ruang, dan waktu yang digunakan untuk mengukur tingkat konflik atau kedekatan antar jadwal.

Tabel 3.15 Perhitungan Jarak dari Jadwal 5 ke Semua Jadwal Lainnya

SJ-Ke	Dosen	Hari	Ruang	waktu	$d_{ij}$
		1	1	1	
SJ1	1	1	1	3	5
SJ2		2	1	1	1
SJ3		1	1	2	1
SJ4		2	1	2	1
SJ5		1	1	1	0

Tabel 3.15 menunjukkan hasil perhitungan jarak antara slot jadwal 5 (SJ5) dengan jadwal lainnya berdasarkan dosen, hari, ruang, dan waktu. Nilai  $d_{ij}$  diperoleh dari hasil pengecekan dosen, hari, ruang, dan waktu yang digunakan untuk mengukur tingkat konflik atau kedekatan antar jadwal.

Setelah menghitung jarak ( $d_{ij}$ ), langkah berikutnya adalah memasukkan nilai jarak untuk setiap slot. Hasil perhitungan jarak ( $d_{ij}$ ) Tabel 3.16.

Tabel 3.16 Jarak awal ( $d_{ij}$ ) semut

	SJ1	SJ2	SJ3	SJ4	SJ5
SJ1	0	5	5	5	5
SJ2	5	0	1	1	1
SJ3	5	1	0	1	1
SJ4	5	1	1	0	1
SJ5	5	1	1	1	0

Setelah memperoleh nilai jarak awal ( $d_{ij}$ ), langkah selanjutnya adalah menghitung visibilitas antar titik ( $\eta_{ij}$ ) menggunakan

$$\text{Rumus } \eta_{ij} = \frac{1}{d_{ij}} \quad (2.2)$$

Sebagai contoh, perhitungan visibilitas dari jadwal 1 ke jadwal 2 adalah:

$$\eta_{ij} = \frac{1}{1} = 1$$

Proses ini dilakukan untuk semua pasangan jadwal, menghasilkan nilai visibilitas keseluruhan untuk setiap semut.

Tabel 3.17 Hasil Perhitungan Visibilitas Semua Jadwal

	SJ1	SJ2	SJ3	SJ4	SJ5
SJ1	0	0.5	0.5	0.5	0.5
SJ2	0.5	0	1	1	1
SJ3	0.5	1	0	1	1
SJ4	0.5	1	1	0	1
SJ5	0.5	1	1	1	0

### 3.5.4 Menentukan probabilitas kunjungan ke suatu titik

Langkah pertama adalah menghitung nilai  $\tau_{ij}^\alpha \times \eta_{ij}^\beta$ . Selanjutnya, nilai  $P_{ij}$  diperoleh dengan menerapkan rumus:

$$P_{ij}^k = \frac{[\tau_{ij}]^\alpha [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{k' \in [N-tabu_k]} [\tau_{ik'}]^\alpha [\eta_{ik'}]^\beta} \quad (2.3)$$

Untuk mendapatkan probabilitas kumulatif, dilakukan dengan menjumlahkan seluruh nilai  $P_{ij}$ .

Tabel 3.18 Hasil Perhitungan Probabilitas Slot Jadwal 1

	$\eta_{ij}$	$\tau_{ij}$ awal	$\tau_{ij}^\alpha \times \eta_{ij}^\beta$	$P_{ij}$	Probabilitas Kumulatif
SJ1	0	1	0	0	0
SJ2	1	1	1	0.25	0.25
SJ3	1	1	1	0.25	0.50
SJ4	1	1	1	0.25	0.75
SJ5	1	1	1	0.25	1.00
		Total	4		

Tabel 3.18 menyajikan hasil perhitungan probabilitas pemilihan slot jadwal 1 (SJ1) ke semua slot jadwal berdasarkan kombinasi nilai heuristik ( $\eta_{ij}$ ) dan nilai

pheromone awal ( $\tau_{ij}$ ). Nilai probabilitas kumulatif dihitung untuk menentukan kemungkinan terpilihnya setiap alternatif slot jadwal dalam proses konstruksi solusi menggunakan algoritma semut.

Tabel 3.19 Hasil Perhitungan Probabilitas Slot Jadwal 2

	$\eta_{ij}$	$\tau_{ij}$ awal	$\tau_{ij}^{\alpha} \times \eta_{ij}^{\beta}$	$P_{ij}$	Probabilitas Kumulatif
SJ1	0.5	1	1	0.25	0.25
SJ2	0	0	0	0	0.25
SJ3	1	1	1	0.25	0.50
SJ4	1	1	1	0.25	0.75
SJ5	1	1	1	0.25	1.00
		Total	4		

Tabel 3.19 menyajikan hasil perhitungan probabilitas pemilihan slot jadwal 2 (SJ2) ke semua slot jadwal berdasarkan kombinasi nilai heuristik ( $\eta_{ij}$ ) dan nilai pheromone awal ( $\tau_{ij}$ ). Nilai probabilitas kumulatif dihitung untuk menentukan kemungkinan terpilihnya setiap alternatif jadwal dalam proses konstruksi solusi menggunakan algoritma semut.

Tabel 3.20 Hasil Perhitungan Probabilitas Slot Jadwal 3

	$\eta_{ij}$	$\tau_{ij}$ awal	$\tau_{ij}^{\alpha} \times \eta_{ij}^{\beta}$	$P_{ij}$	Probabilitas Kumulatif
J1	0.5	1	1	0.25	0.25
J2	1	1	1	0.25	0.50
J3	0	0	0	0	0.50
J4	1	1	1	0.25	0.75
J5	1	1	1	0.25	1.00
		Total	4		

Tabel 3.20 hasil perhitungan probabilitas pemilihan slot jadwal 3 (SJ3) ke semua slot jadwal berdasarkan kombinasi nilai heuristik ( $\eta_{ij}$ ) dan nilai pheromone awal ( $\tau_{ij}$ ). Nilai probabilitas kumulatif dihitung untuk menentukan kemungkinan terpilihnya setiap alternatif slot jadwal.

Tabel 3.21 Hasil Perhitungan Probabilitas Slot Jadwal 4

	$\eta_{ij}$	$\tau_{ij}$ awal	$\tau_{ij}^{\alpha} \times \eta_{ij}^{\beta}$	$P_{ij}$	Probabilitas Kumulatif
SJ1	0.5	1	1	0.25	0.25
SJ2	1	1	1	0.25	0.50
SJ3	1	1	1	0.25	0.75
SJ4	0	0	0	0	0.75
SJ5	1	1	1	0.25	1.00
		Total	4		

Tabel 3.21 menyajikan hasil perhitungan probabilitas pemilihan slot jadwal 4 (SJ4) ke semua slot jadwal berdasarkan kombinasi nilai heuristik ( $\eta_{ij}$ ) dan nilai pheromone awal ( $\tau_{ij}$ ). Nilai probabilitas kumulatif dihitung untuk menentukan kemungkinan terpilihnya setiap alternatif slot jadwal dalam proses konstruksi solusi menggunakan algoritma semut.

Tabel 3.22 Hasil Perhitungan Probabilitas Slot Jadwal 5

	$\eta_{ij}$	$\tau_{ij}$ awal	$\tau_{ij}^{\alpha} \times \eta_{ij}^{\beta}$	$P_{ij}$	Probabilitas Kumulatif
J1	0.5	1	1	0.25	0.25
J2	1	1	1	0.25	0.50
J3	1	1	1	0.25	0.75
J4	1	1	1	0.25	1.00
J5	0	0	0	0	1.00
		Total	4		

Tabel 3.22 menyajikan hasil perhitungan probabilitas pemilihan slot jadwal 5 (SJ5) ke semua slot jadwal berdasarkan kombinasi nilai heuristik ( $\eta_{ij}$ ) dan nilai pheromone awal ( $\tau_{ij}$ ). Nilai probabilitas kumulatif dihitung untuk menentukan kemungkinan terpilihnya setiap alternatif slot jadwal dalam proses konstruksi solusi menggunakan algoritma semut.

### 3.5.5 Menentukan arah semut dengan melakukan random

Selanjutnya, setelah proses perhitungan probabilitas yaitu hasilkan bilangan acak  $r$ . Nilai  $r$  adalah bilangan acak dalam rentang 0 hingga 1, yang digunakan

untuk menentukan jalur yang akan dipilih oleh semut. Nilai ini dihasilkan secara acak menggunakan fungsi =RAND() di Excel, yang secara otomatis menghasilkan angka dalam interval  $0 \leq r < 1$ . Setelah nilai  $r$  diperoleh, langkah berikutnya adalah membandingkannya dengan probabilitas kumulatif. Semut akan memilih jalur pertama dengan nilai probabilitas kumulatif yang melebihi  $r$ , namun yang paling mendekati nilai tersebut.

Contohnya, jika hasil nilai acak  $r$  yang dihasilkan untuk slot jadwal 1 pada Tabel 3.11 adalah 0.469344, maka nilai ini dibandingkan dengan probabilitas kumulatif. Karena  $r$  mendekati 0,50, semut yang berada pada slot jadwal 1 akan memilih slot jadwal 3 sebagai tujuan berikutnya.

Berikut adalah hasil pemilihan jalur berdasarkan nilai  $r$  dan **probabilitas kumulatif** yang telah diberikan:

1. Slot jadwal 2 memiliki nilai  $r = 0,96723$ , sehingga jalurnya mengarah ke slot jadwal 5.
2. Slot jadwal 3 memiliki nilai  $r = 0,741088$ , sehingga jalurnya mengarah ke slot jadwal 4.
3. Slot jadwal 4 memiliki nilai  $r = 0,484764$ , sehingga jalurnya mengarah ke slot jadwal 2.
4. Slot jadwal 5 hanya tersisa satu rute sehingga tidak memerlukan nilai random, sehingga slot jadwal 5 mengarah ke slot jadwal 1.

### 3.5.6 Penghitungan total panjang rute yang dilalui oleh semut.

Jarak setiap rute semut dapat diperoleh berdasarkan tabel 3.16. Sebagai contoh, jarak antara slot jadwal 1 ke slot jadwal 3 adalah 1 dan begitu pula untuk

rute lainnya. Hasil lengkap perhitungan jarak Tabel 3.23 menampilkan arah perjalanan semut untuk setiap rute.

Tabel 3. 23 Jumlah panjang rute perjalanan semut

Semut Ke-	Rute Perjalanan Semut		LK
Semut 1	J1	J3	1
	J3	J5	1
	J5	J4	1
	J4	J2	1
Jumlah Total			4

Perhitungan panjang rute untuk setiap semut dapat dilakukan menggunakan

Rumus:

$$\Delta\tau_{ij}^k = \frac{Q}{Lk} \quad (2.5)$$

Dengan  $Q = 1$  sebagai nilai yang diketahui sebelumnya, misalnya pada rute 1, perhitungannya adalah  $\frac{1}{1} = 1$  dan berlaku serupa untuk rute lainnya. Hasil lengkap dari perhitungan Tabel 3.24

Tabel 3. 24 Hasil panjang rute perjalanan semut

Lk	Q/Lk
5	0.4
$\Delta\tau_{ij}$	0.4

Langkah selanjutnya setelah mendapatkan panjang rute setiap semut maka hasil tersebut akan dijumlahkan menggunakan persamaan :

$$\Delta\tau_{ij} = \sum_{k=1}^m \Delta\tau_{ij}^k \quad (2.5)$$

Setelah mendapatkan nilai  $\Delta\tau_{ij}$  selanjutnya yaitu menghitung intensitas jejak feromon yang baru untuk siklus berikutnya menggunakan persamaan dalam

Rumus:

$$\tau_{ij} = \rho \cdot \tau_{ij} + \Delta\tau_{ij} + e \cdot \Delta\tau_{ij}^{best} \quad (2.6)$$

Dengan nilai inialisasi  $\rho=0.03$  feromon awal  $\tau_{ij} = 0.01$ , dan  $e = 2$ , maka  $\tau_{ij}$  baru  
 $= (0.01 \times 1) + 0.4 + (2 \times 0.4) = 1.21$

### 3.5.7 Perhitungan jadwal yang melanggar constrain

Sistem ini akan berhenti jika penjadwalan memenuhi salah satu dari dua kondisi: pelanggaran = 0 atau Nmax sudah terpenuhi. Untuk menghitung pelanggaran *hard constrain* (harus terpenuhi atau batasan dari suatu permasalahan tidak boleh dilanggar) setiap jadwal dihitung dengan menjumlahkan pelanggaran DHW (Dosen, Hari, Waktu) dan RHW (Ruang, Hari, Waktu). Sedangkan pelanggaran *softconstrain* (batasan dari suatu permasalahan diupayakan untuk terpenuhi), dihitung ketika terdapat pengampunan yang dijadwalkan pada waktu sholat zuhur.

Jika pelanggaran masih lebih dari 0, maka proses akan dilanjut ke tahap perbaikan. Pada proses perbaikan akan dilakukan perubahan acak pada nilai kelas, hari, dan waktu untuk mengubah ruang, hari, dan jam. Setelah tahap perbaikan dilakukan, proses akan kembali ke tahap awal.

Tabel 3.25 Hasil Jadwal setelah Satu Iterasi

Jadwal ke-	Mata Kuliah	Dosen	Kelas	Ruang	Hari	Jam
Slot Jadwal 3	Sistem komputer	Yunifa Miftachul Arif, MT	A	B306	Senin	09.00-11.30
Slot Jadwal 5	Struktur data	Fatchurrochman, M. Kom	B	B306	Senin	06.30-09.00
Slot Jadwal 4	Kecerdasan buatan	Supriyono, M. Kom	A	B306	Selasa	09..00-11.30
Slot Jadwal 2	Kecerdasan buatan	Dr. M. Faisal	B	B306	Selasa	06.30-09.00
Slot jadwal 1	Struktur data	Khadijah Fahmi H, M.Kom	A	B306	Senin	11.30-14.00

Langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan pelanggaran pelanggaran DHW (Dosen, Hari, Waktu) dan RHW (Ruang, Hari, Waktu) berdasarkan hasil jadwal iterasi pertama pada Tabel 3.25. Maka didapatkan hasil Tabel 3.26 dan Tabel 3.27 sebagai berikut :

Tabel 3.26 Perhitungan Pelanggaran DHW

Jadwal Ke-	MK	Dosen	Kelas	Ruang	Hari	Waktu
J1	3	1	1	1	1	3
J2	1	2	2	1	2	1
J3	2	4	1	1	1	2
J4	2	5	2	1	2	2
J5	1	3	1	1	1	1
Total pelanggaran DHW				0		

Tabel 3.27 Perhitungan Pelanggaran RHW

Jadwal Ke-	MK	Dosen	Kelas	Ruang	Hari	Waktu
J1	3	1	1	1	1	3
J2	1	2	2	1	2	1
J3	2	4	1	1	1	2
J4	2	5	2	1	2	2
J5	1	3	1	1	1	1
Total pelanggaran RHW				0		

Setelah melakukan perhitungan pelanggaran DHW (Dosen, Hari, Waktu) dan RHW (Ruang, Hari, Waktu) langkah selanjutnya yaitu menjumlahkan hasil pelanggaran *hard constrain* dan *soft constrain* Tabel 3.28.

Tabel 3.28 Total Perhitungan pelanggaran

Jadwal	<i>Hard Constrain</i>	<i>Soft Constrain</i>	Total Pelanggaran
J1	0	1	0
J2	0	0	0
J3	0	0	0
J4	0	0	0
J5	0	0	0

### 3.5.8 Iterasi

Tahap iterasi merupakan proses pengulangan seluruh rangkaian langkah mulai dari pembangunan solusi oleh semut hingga pembaruan feromon. Proses ini

dilakukan hingga mencapai jumlah iterasi yang telah ditentukan sebelumnya atau hingga kriteria penghentian tertentu terpenuhi, seperti tidak adanya peningkatan signifikan dalam nilai fitness. Setiap iterasi untuk memperbaiki solusi secara bertahap, dengan semut mengeksplorasi jalur baru dan solusi elit memperkuat jalur optimal.

### 3.5.9 Catat Solusi Terbaik

Pada tahap pencatatan solusi terbaik, solusi paling optimal yang ditemukan selama seluruh iterasi disimpan sebagai hasil akhir. Proses ini dimulai dengan mengidentifikasi solusi terbaik (elit) di setiap iterasi berdasarkan nilai fitness tertinggi, kemudian membandingkannya dengan solusi terbaik dari iterasi sebelumnya. Jika solusi elit pada iterasi tersebut memiliki nilai fitness yang lebih baik, solusi ini akan menggantikan solusi terbaik sebelumnya. Seluruh detail solusi, termasuk kombinasi dosen, mata kuliah, kelas, hari, dan waktu, dicatat bersama dengan nilai fitness sebagai tolok ukur keberhasilan algoritma. Pada akhir iterasi, solusi terbaik yang tersimpan disajikan sebagai hasil akhir bentuk tabel jadwal.

## 3.6 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memverifikasi dan memvalidasi kinerja sistem. Tujuan pengujian sistem untuk memastikan bahwa sistem menghasilkan jadwal yang optimal. Pengujian sistem ini akan membandingkan jadwal kuliah dengan menggunakan dua metode berbeda yaitu dengan menggunakan metode EAS dan tanpa menggunakan metode penjadwalan. Hasil yang diharapkan dari kedua metode ini berupa penjadwalan dengan *fitness* terbaik. Proses

membandingkan hasil penjadwalan kedua metode menggunakan data masukan yang sama. Hasil yang dibandingkan berupa tingkat keberhasilan dari proses optimasi dalam mengurangi jumlah penggunaan waktu sholat zuhur. Percobaan dilakukan beberapa kali dengan harapan hasil yang diperoleh dapat mewakili keberhasilan dari penelitian (Simamora, 2018).

Hasil penjadwalan yang dibandingkan antara menggunakan metode EAS dan tanpa menggunakan metode penjadwalan berdasarkan evaluasi jumlah pelanggaran pada penjadwalan. Gambaran hasil pengujian sistem secara sederhana dapat dilihat pada Tabel 3.29.

Tabel 3.29 Tabel gambaran pengujian sistem

Tujuan	Indikator	Hasil Evaluasi	
		Algoritma EAS	Metode Manual
Menghitung kesalahan terhadap jadwal yang dihasilkan, seperti jadwal yang dijadwalkan pada waktu sholat zuhur.	Jumlah jadwal yang bertepatan pada waktu sholat zuhur, nilai yang lebih rendah menunjukkan hasil yang lebih baik.	Menghasilkan sepuluh konflik dalam seminggu	Menghasilkan lima belas konflik dalam seminggu

## BAB IV

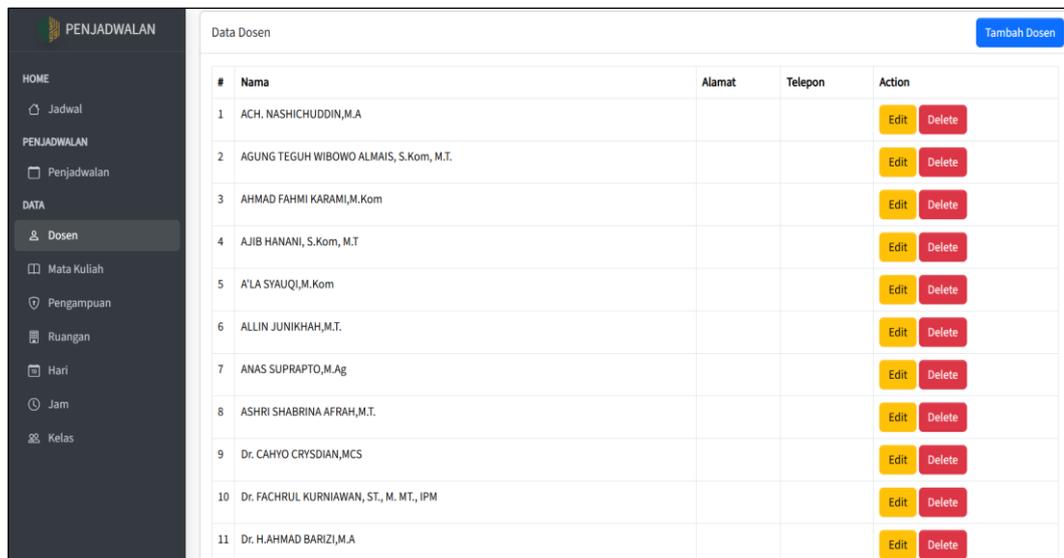
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Implementasi

Pada bagian implementasi menjelaskan dari sistem yang telah dirancang, Impelentasi ini direalisasikan dalam bentuk antarmuka serta fungsionalitas pada aplikasi berbasis web.

##### 4.1.1 Halaman Dosen

Pada halaman dosen, *user* dapat melihat, menambah, mengubah, dan menghapus data dosen. Data dosen yang ditampilkan berupa nama dosen, alamat, dan telepon. Halaman dosen Gambar 4.1.



#	Nama	Alamat	Telepon	Action
1	ACH. NASHICHUDDIN,M.A			<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
2	AGUNG TEGUH WIBOWO ALMAIS, S.Kom, M.T.			<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
3	AHMAD FAHMI KARAMI,M.Kom			<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
4	AJIB HANANI, S.Kom, M.T			<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
5	A'LA SYAUQI,M.Kom			<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
6	ALLIN JUNIKHAH,M.T.			<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
7	ANAS SUPRAPTO,M.Ag			<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
8	ASHRI SHABRINA AFRAH,M.T.			<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
9	Dr. CAHYO CRYSDIAN,MCS			<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
10	Dr. FACHRUL KURNIAWAN, ST., M. MT., IPM			<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
11	Dr. H.AHMAD BARIZI,M.A			<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>

Gambar 4.1 Halaman Dosen

Pada halaman tampilan *form* dosen, *user* dapat menambahkan data dosen. Adapun data yang diisi berupa nama dosen, alamat, dan telepon. Tampilan *form* dosen pada Gambar 4.2.

Gambar 4.2 Halaman *Form* Dosen

#### 4.1.2 Halaman Mata Kuliah

Pada halaman mata kuliah, *user* dapat melihat data berupa mata kuliah, kode mata kuliah, jumlah SKS, jenis mata kuliah, ruangan khusus, jumlah mahasiswa belum lulus, dan semester. Halaman mata kuliah Gambar 4.3.

#	Kode MK	Matkul	SKS	Jenis	Ruangan Khusus	Belum Lulus	Semester	Action
1	20060511C05	ARTIFICIAL INTELLIGENCE	3	reguler	-	0	4	Edit Delete
2	20060511C06	COMPUTER GRAPHIC	3	reguler	-	0	4	Edit Delete
3	20060511C09	DATA SCIENCE	3	reguler	-	0	6	Edit Delete
4	1565008	ELEKTRONIKA DIGITAL	3	reguler	-	0	2	Edit Delete
5	1565027	INTERAKSI MANUSIA & KOMPUTER	3	reguler	-	0	6	Edit Delete
6	1565017	JARINGAN KOMPUTER	3	reguler	-	0	4	Edit Delete
7	22000011A02	KEWARGANEGARAAN	2	reguler	-	0	2	Edit Delete
8	1565019	KOMPUTER VISION	3	reguler	-	0	6	Edit Delete
9	20060511C02	LINEAR ALGEBRA	3	reguler	-	0	2	Edit Delete
10	1565030	MANAJEMEN PROYEK	2	reguler	-	0	6	Edit Delete
11	1565010	PEMROGRAMAN BERORIENTASI OBYEK	3	reguler	-	0	2	Edit Delete

Gambar 4.3 Halaman Mata Kuliah

Selain itu, *user* dapat melakukan pengelolaan data berupa melakukan pengubahan data, penambahan data baru atau penghapusan data pada halaman *form* mata kuliah. Adapun pengisian data berupa nama mata kuliah, kode mata kuliah, SKS, jenis ruangan, jumlah mahasiswa belum lulus, dan semester. Halaman form mata kuliah Gambar 4.4.

Gambar 4.4 Halaman *Form* Mata Kuliah

### 4.1.3 Halaman Pengampuan

Pada halaman ini, *user* dapat melihat data yang telah tersimpan, seperti nama dosen, mata kuliah, jumlah SKS, kelas, dan semester. Selain itu, *user* dapat melakukan pengubahan, penambahan, dan penghapusan data pada halaman pengampuan. Halaman pengampuan Gambar 4.5.

#	Nama Dosen	Mata Kuliah	SKS	Kelas	Semester	Action
1	TRI MUKTI LESTARI,M.Kom	ARTIFICIAL INTELLIGENCE	3	A	4	Edit Delete
2	HANI NURHAYATI,M.T	ARTIFICIAL INTELLIGENCE	3	B	4	Edit Delete
3	HANI NURHAYATI,M.T	ARTIFICIAL INTELLIGENCE	3	C	4	Edit Delete
4	HANI NURHAYATI,M.T	ARTIFICIAL INTELLIGENCE	3	D	4	Edit Delete
5	NUR FITRIYAH AYU TUNJUNG SARI,M.Cs	ARTIFICIAL INTELLIGENCE	3	E	4	Edit Delete
6	TRI MUKTI LESTARI,M.Kom	ARTIFICIAL INTELLIGENCE	3	F	4	Edit Delete
7	FRESY NUGROHO, M.T.	COMPUTER GRAPHIC	3	A	4	Edit Delete
8	JUNIARDI NUR FADILA,M.T.	COMPUTER GRAPHIC	3	B	4	Edit Delete
9	FRESY NUGROHO, M.T.	COMPUTER GRAPHIC	3	C	4	Edit Delete
10	FRESY NUGROHO, M.T.	COMPUTER GRAPHIC	3	D	4	Edit Delete
11	FRESY NUGROHO, M.T.	COMPUTER GRAPHIC	3	E	4	Edit Delete

Gambar 4.5 Halaman Pengampuan

penambahan data baru dapat dilakukan pada halaman *form* tambah pengampu. Adapun pengisian data berupa pilih mata kuliah, pilih dosen, dan pilih kelas. Halaman form pengampu Gambar 4.6.

Gambar 4.6 Halaman Form Pengampu

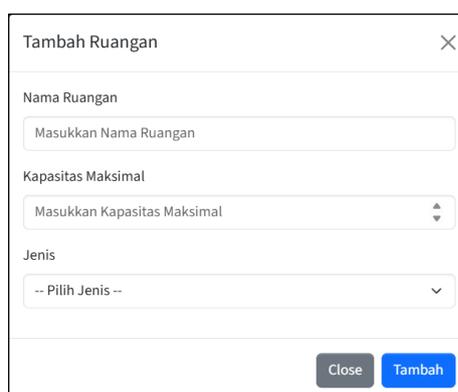
#### 4.1.4 Halaman Ruangan

Pada halaman ini, pengguna dapat mengakses dan melihat berbagai informasi yang telah berhasil tersimpan dalam sistem, termasuk data terkait ruangan yang tersedia, kapasitas masing-masing ruangan, serta kategori ruangan yang telah dikelompokkan berdasarkan tipe atau fungsinya. Halaman pengampuan Gambar 4.7.

#	Ruangan	Kapasitas	Kategori	Action
1	B.318	0	Ruangan	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
2	B.315	0	Ruangan	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
3	B.306	0	Ruangan	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
4	D.222	0	Ruangan	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
5	B.317	0	Ruangan	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
6	B.316	0	Ruangan	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
7	B.314	0	Ruangan	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
8	B.307	0	Ruangan	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
9	Lab. Mobile	0	Laboratorium	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
10	Lab. Jaringan	0	Laboratorium	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
11	Lab. Database	0	Laboratorium	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>

Gambar 4.7 Halaman Ruangan

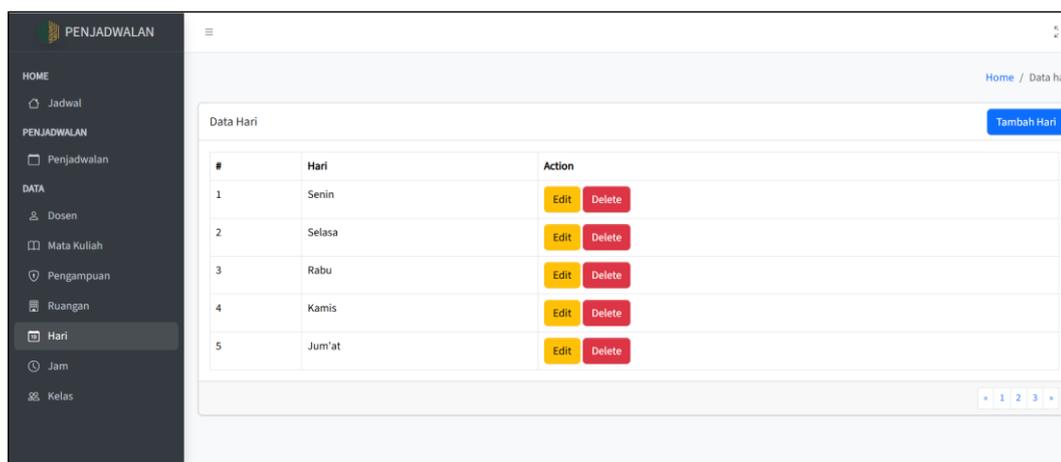
Selain itu, *user* dapat melakukan pengelolaan data, berupa perubahan data, penambahan, dan penghapusan. Adapun pengisian data berupa nama ruangan, kapasitas maksimal, dan jenis ruangan. Halaman *form* ruangan Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Halaman *Form* Ruangan

#### 4.1.5 Halaman Hari

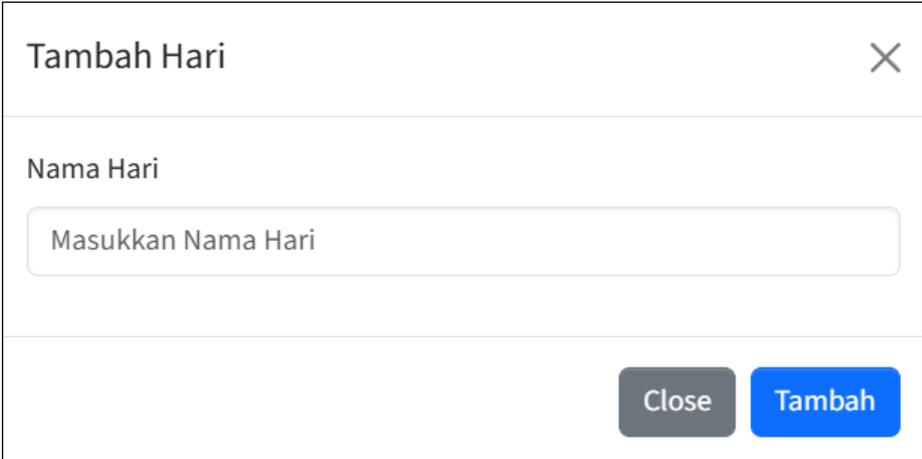
Pada halaman ini, *user* dapat melihat data yang telah tersimpan, seperti data hari. Kemudian *user* juga dapat mengubah data hari dan juga menghapus data tersebut. Halaman hari Gambar 4.9.



#	Hari	Action
1	Senin	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
2	Selasa	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
3	Rabu	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
4	Kamis	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
5	Jum'at	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>

Gambar 4.9 Halaman Hari

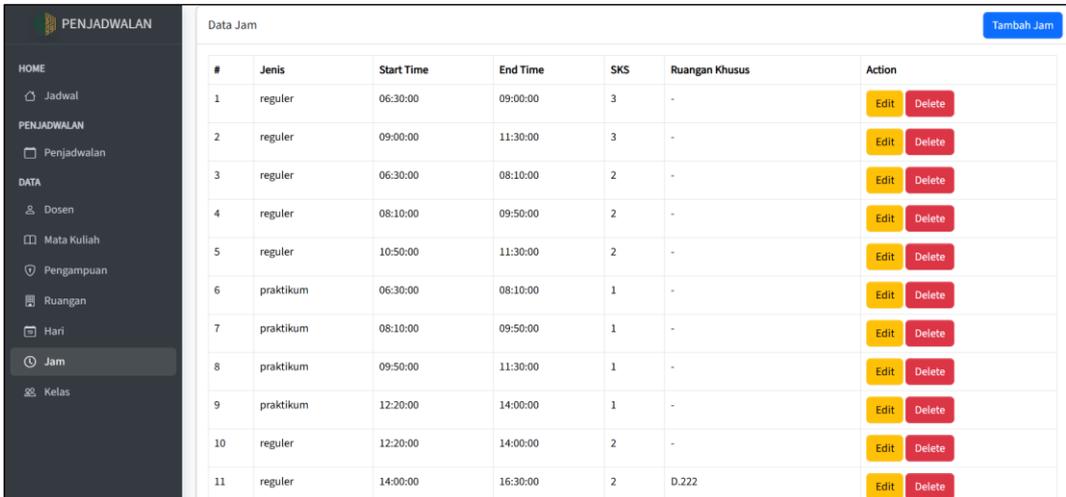
Selain itu, *user* dapat melakukan pengelolaan data, berupa penambahan data yaitu memasukkan nama hari sesuai kebutuhan. Adapun tampilan halaman *form* Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Halaman *Form* Hari

#### 4.1.6 Halaman Waktu

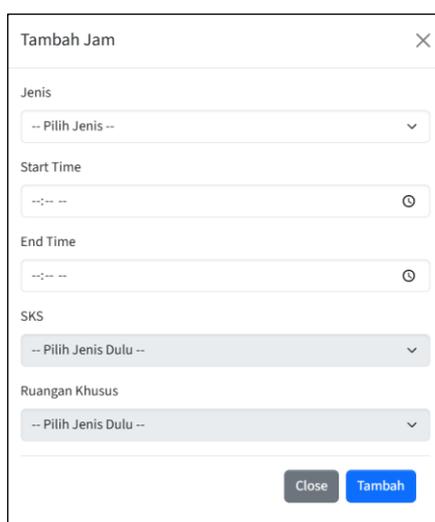
Pada halaman waktu, *user* dapat melihat data berupa jenis waktu, jam mulai, jam berakhir, durasi berdasarkan SKS, dan ruangan khusus. Halaman waktu Gambar 4.11.



#	Jenis	Start Time	End Time	SKS	Ruangan Khusus	Action
1	reguler	06:30:00	09:00:00	3	-	Edit Delete
2	reguler	09:00:00	11:30:00	3	-	Edit Delete
3	reguler	06:30:00	08:10:00	2	-	Edit Delete
4	reguler	08:10:00	09:50:00	2	-	Edit Delete
5	reguler	10:50:00	11:30:00	2	-	Edit Delete
6	praktikum	06:30:00	08:10:00	1	-	Edit Delete
7	praktikum	08:10:00	09:50:00	1	-	Edit Delete
8	praktikum	09:50:00	11:30:00	1	-	Edit Delete
9	praktikum	12:20:00	14:00:00	1	-	Edit Delete
10	reguler	12:20:00	14:00:00	2	-	Edit Delete
11	reguler	14:00:00	16:30:00	2	D.222	Edit Delete

Gambar 4.11 Halaman Waktu

Selain itu, *user* dapat melakukan pengelolaan data, berupa pengubahan, penambahan, dan penghapusan data. Adapun tampilan halaman *form* penambahan waktu Gambar 4.12.

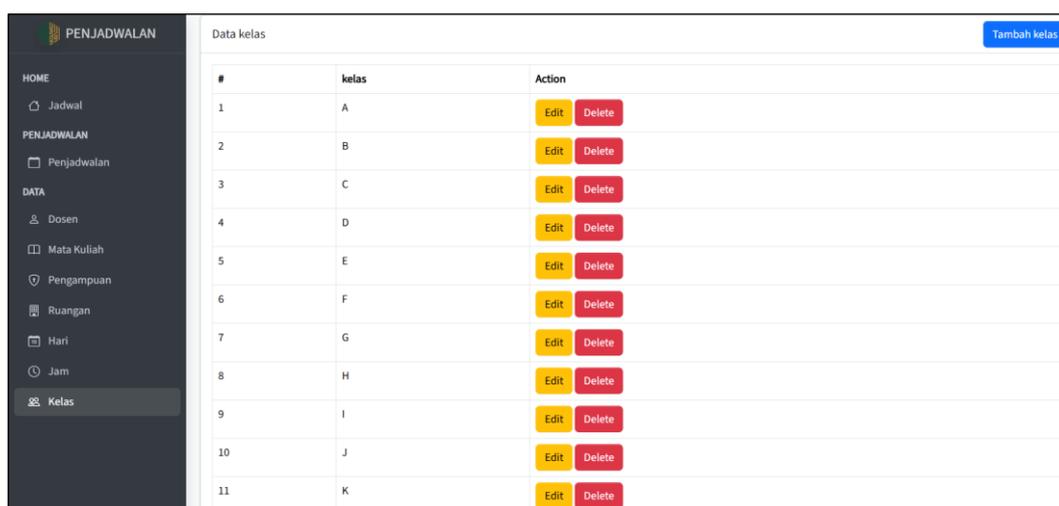


Tampilan form 'Tambah Jam' yang menunjukkan input untuk Jenis, Start Time, End Time, SKS, dan Ruangan Khusus, serta tombol Close dan Tambah.

Gambar 4.12 Halaman *Form* Waktu

#### 4.1.7 Halaman Kelas

Pada tampilan halaman kelas, *user* dapat melihat data berupa nama kelas. Halaman kelas Gambar 4.13.

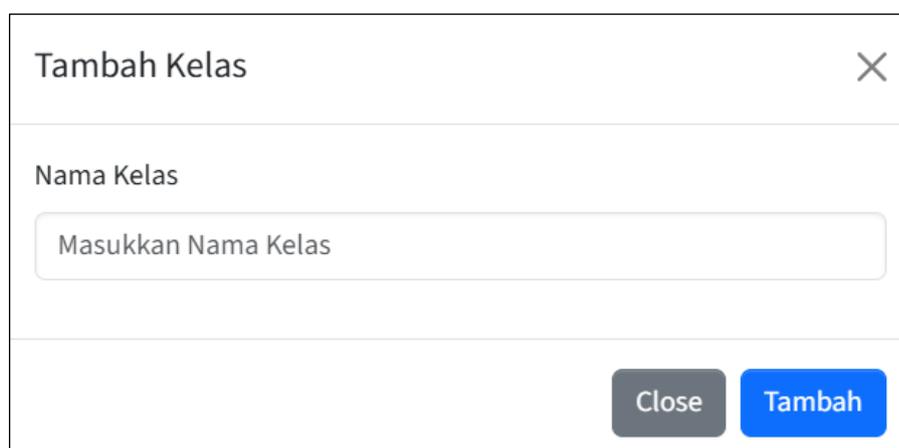


Tampilan halaman 'Data kelas' yang menunjukkan daftar kelas (A-K) dengan tombol Edit dan Delete, serta tombol Tambah kelas.

#	kelas	Action
1	A	Edit Delete
2	B	Edit Delete
3	C	Edit Delete
4	D	Edit Delete
5	E	Edit Delete
6	F	Edit Delete
7	G	Edit Delete
8	H	Edit Delete
9	I	Edit Delete
10	J	Edit Delete
11	K	Edit Delete

Gambar 4.13 Halaman Kelas

Selain itu, *user* dapat melakukan perubahan, penambahan, dan penghapusan pada tampilan halaman *form* kelas. Yang harus dimasukkan pada *form* kelas adalah nama kelas. Halaman *form* penambahan kelas Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Halaman *Form* Kelas

#### 4.1.8 Halaman Jadwal

Pada halaman jadwal *user* dapat melihat hasil jadwal yang telah berhasil dibuat yang berisi hari, jam, mata kuliah, ruangan, dosen, kelas dan keterangan. Pada halaman ini juga terdapat informasi yang menampilkan jika terdapat pelanggaran jadwal misalnya terdapat dua dosen yang mengajar mata kuliah pada satu ruang dan waktu yang sama maka jadwal tersebut akan berwarna merah dan pada kolom keterangan akan muncul tulisan “pelanggaran ruangan dengan jadwal ke-n”. Sedangkan yang berwarna kuning yaitu pelanggaran dosen dan yang berwarna biru merupakan pelanggaran waktu sholat Zuhur. Pada halaman jadwal juga terdapat fitur export jadwal yang bisa menyimpan jadwal dalam bentuk excel. Halaman jadwal Gambar 4.15.

No	Hari	Jam	Matkul	Ruang	Dosen	Kelas	Keterangan	Action
1	Selasa	06:30:00 - 09:00:00	ARTIFICIAL INTELLIGENCE	B.316	TRI MUKTI LESTARI,M.Kom	A		Edit
2	Selasa	11:30:00 - 14:00:00	ARTIFICIAL INTELLIGENCE	D.222	HANI NURHAYATI,M.T	B	Waktu Dzuhur	Edit
3	Senin	06:30:00 - 09:00:00	ARTIFICIAL INTELLIGENCE	B.314	HANI NURHAYATI,M.T	C		Edit
4	Senin	09:00:00 - 11:30:00	ARTIFICIAL INTELLIGENCE	B.318	HANI NURHAYATI,M.T	D	Pelanggaran Ruang dengan jadwal 13	Edit
5	Selasa	09:00:00 - 11:30:00	ARTIFICIAL INTELLIGENCE	B.306	NUR FITRIYAH AYU TUNJUNG SARI,M.Cs	E		Edit
6	Selasa	14:00:00 - 16:30:00	ARTIFICIAL INTELLIGENCE	B.314	TRI MUKTI LESTARI,M.Kom	F		Edit
7	Senin	06:30:00 - 09:00:00	COMPUTER GRAPHIC	D.222	FRESY NUGROHO, M.T.	A		Edit
8	Selasa	06:30:00 - 09:00:00	COMPUTER GRAPHIC	D.222	JUNIARDI NUR FADILA,M.T.	B		Edit
9	Jum'at	06:30:00 - 09:00:00	COMPUTER GRAPHIC	B.316	FRESY NUGROHO, M.T.	C		Edit

Gambar 4.15 Halaman Jadwal

Selain itu *user* juga dapat melakukan pengubahan jadwal mengajar dosen berupa hari, jam, dan ruangan dengan menekan tombol edit. Fungsi dari fitur ini adalah untuk mengubah jadwal dosen jika terdapat dosen yang ingin menukar waktu mengajar. Halaman edit jadwal Gambar 4.16.

Gambar 4.16 Halaman *Edit* Jadwal

## 4.2 Pengujian Sistem Menggunakan Parameter Algoritma EAS

Beberapa aturan yang digunakan untuk menentukan perhitungan nilai pinalti yang berfungsi untuk mengurangi nilai feromon jika terjadi pelanggaran yaitu sebagai berikut :

1. Apabila terdapat pelanggaran dosen atau ruang, maka akan mendapatkan nilai penalti 1.
2. Apabila terdapat jadwal yang dijadwalkan pada waktu sholat zuhur maka akan mendapatkan nilai penalti 1.

Penelitian yang dilakukan oleh Dorigo *et al.* (1996) kombinasi parameter  $\alpha$  dan  $\beta$  yang terbaik yaitu  $\alpha = 0,5 \beta = 5$ ,  $\alpha = 1 \beta = 5$ ,  $\alpha = 1 \beta = 2$ ,  $\alpha = 1 \beta = 1$ . Dan juga parameter untuk semut elit  $\sigma = 2$  dan  $\sigma = 4$ . Untuk menentukan parameter yang paling optimal, masing-masing parameter diuji untuk mengetahui apakah menghasilkan nilai penalti yang tinggi atau rendah. Skor penalti dihitung dengan menjumlahkan seluruh penalti yang diperoleh dari penggunaan parameter tersebut. Berdasarkan perhitungan nilai penalti, parameter dengan skor yang lebih rendah menunjukkan performa yang lebih optimal. Data yang digunakan pada pengujian ini adalah data tahun akademik 2022-2023 semester ganjil dan genap. Hasil dari pengujian ini pada Tabel 4.1 dan 4.2.

#### **4.2.1 Pengujian pada Data Tahun Akademik 2022/2023 Semester Ganjil**

Pada pengujian ini total data yang digunakan sebanyak 230 dengan rincian 122 mata kuliah wajib, 80 mata kuliah praktikum, 28 mata kuliah optional dan pilihan. Ruang yang digunakan untuk mata kuliah reguler sebanyak 8, ruang laboratorium sebanyak 7 dan mata kuliah optional bisa menggunakan kedua ruang tersebut. Dari data tersebut diperoleh hasil penalti Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil pengujian data tahun akademik 2022/2023 semester ganjil.

Uji Coba ke-	Jumlah Semut	$\alpha$	$\beta$	$\rho$	$\tau_{ij}$	$\sigma$	Total Pinalti	
							<i>Soft constrain</i>	<i>Hard constrain</i>
P1	10	1	5	0.01	1	2	7	0
P2	10	0.5	5	0.01	1	2	7	0
P3	10	1	1	0.01	1	2	11	0
P4	10	1	2	0.01	1	2	7	0
P5	10	5	1	0.01	1	2	10	0
P6	10	5	0.5	0.01	1	2	14	0
P7	10	2	1	0.01	1	2	11	0
P8	10	1	5	0.01	1	4	7	0
P9	10	0.5	5	0.01	1	4	7	0
P10	10	1	1	0.01	1	4	10	0
P11	10	1	2	0.01	1	4	7	0
P12	10	5	1	0.01	1	4	10	0
P13	10	5	0.5	0.01	1	4	16	0
P14	10	2	1	0.01	1	4	11	0

Berdasarkan hasil yang terdapat pada Tabel 4.1, kombinasi parameter-parameter dalam algoritma Elitism Ant System (EAS) menunjukkan beberapa hasil. Pertama, nilai  $\alpha = 1$  yang digunakan pada percobaan P1, P3, P4, P8, P10 dan P11 menunjukkan bahwa semut memberikan pengaruh yang seimbang terhadap pemilihan jalur berdasarkan feromon. Hasilnya, penalti total bervariasi antara 7 hingga 11, yang menunjukkan bahwa  $\alpha = 1$  memberikan keseimbangan yang baik antara eksplorasi dan eksploitasi, menghasilkan solusi yang cukup baik, namun masih ada peluang untuk mengurangi penalti lebih lanjut.

Namun, nilai  $\alpha$  yang lebih tinggi, seperti pada percobaan P5 ( $\alpha = 5$ ), P6 ( $\alpha = 5$ ), dan P13 ( $\alpha = 5$ ) menghasilkan penalti yang lebih tinggi, yaitu 10, 14, dan 16. Hasil tersebut menunjukkan bahwa ketergantungan yang terlalu besar pada feromon membuat algoritma cenderung terjebak dalam solusi yang kurang optimal, mengurangi kemampuan untuk mengeksplorasi solusi baru. Sebaliknya, nilai  $\alpha$  yang lebih rendah, seperti pada percobaan P2 ( $\alpha = 0.5$ ) dan P9 ( $\alpha = 0.5$ ), menghasilkan penalti yang lebih rendah (7 dan 8), menunjukkan bahwa semut

memiliki lebih banyak kebebasan untuk mengeksplorasi solusi baru, mengarah pada hasil yang lebih baik dengan penalti lebih kecil.

Pengaruh  $\beta$  juga terlihat saat penggunaan,  $\beta = 5$  pada percobaan P1, P2, P8, dan P9 memberikan dampak positif dalam menghindari bentrok. Hal ini mengindikasikan bahwa semut lebih fokus pada jarak antar node, meskipun jalur yang diambil tidak sepenuhnya optimal. Sebaliknya,  $\beta$  yang lebih rendah seperti pada percobaan P5 ( $\beta = 1$ ) dan P6 ( $\beta = 0.5$ ) menghasilkan penalti yang lebih tinggi (12 dan 16). Hal tersebut menunjukkan bahwa semut kurang mempertimbangkan jarak dalam mengeksplorasi jalur baru dan terlalu terpengaruh oleh feromon pada jalur, yang membuatnya semakin banyak pelanggaran.

Uji coba dilakukan secara keseluruhan terhadap data penjadwalan, didapatkan parameter terbaik berdasarkan hasil uji coba ini adalah kombinasi  $\alpha = 1$ ,  $\beta = 5$ , dan  $\sigma = 4$ . Kombinasi ini memberikan keseimbangan yang baik antara eksplorasi solusi baru dan eksploitasi jalur yang sudah ada. Dengan demikian, langkah tersebut dapat menghasilkan solusi yang lebih optimal dengan penalti yang lebih rendah.

#### **4.2.2 Pengujian pada Data Tahun Akademik 2022/2023 Semester Genap**

Pada pengujian ini total data yang digunakan sebanyak 206 dengan rincian 115 mata kuliah wajib, 66 mata kuliah praktik, 25 mata kuliah optional dan pilihan. Ruang yang digunakan untuk mata kuliah reguler sebanyak 8, ruang laboratorium sebanyak 7 dan mata kuliah optional bisa menggunakan kedua ruang tersebut. Dari data tersebut diperoleh hasil penalti Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil pengujian data tahun akademik 2022/2023 semester genap.

Uji Coba ke-	Jumlah Semut	$\alpha$	$\beta$	$\rho$	$\tau_{ij}$	$\sigma$	Total Pinalti	
							<i>Soft constrain</i>	<i>Hard constrain</i>
P1	10	1	5	0.01	1	2	7	0
P2	10	0.5	5	0.01	1	2	7	0
P3	10	1	1	0.01	1	2	10	0
P4	10	1	2	0.01	1	2	8	0
P5	10	5	1	0.01	1	2	12	0
P6	10	5	0.5	0.01	1	2	16	0
P7	10	2	1	0.01	1	2	11	0
P8	10	1	5	0.01	1	4	5	0
P9	10	0.5	5	0.01	1	4	8	0
P10	10	1	1	0.01	1	4	9	0
P11	10	1	2	0.01	1	4	8	0
P12	10	5	1	0.01	1	4	11	0
P13	10	5	0.5	0.01	1	4	16	0
P14	10	2	1	0.01	1	4	11	0

Berdasarkan hasil yang terdapat pada Tabel 4.2, percobaan terhadap parameter-parameter dalam algoritma Elitism Ant System (EAS) menunjukkan beberapa hasil. Pertama, nilai  $\alpha = 1$  yang digunakan pada percobaan P1, P3, P4, P8, P10, dan P11 menunjukkan bahwa semut memberikan pengaruh yang seimbang terhadap pemilihan jalur berdasarkan feromon. Hasilnya, penalti total bervariasi antara 7 hingga 11, yang menunjukkan bahwa  $\alpha = 1$  memberikan keseimbangan yang baik antara eksplorasi dan eksploitasi, menghasilkan solusi yang cukup baik, namun masih ada peluang untuk mengurangi penalti lebih lanjut. Di sisi lain, nilai  $\alpha$  yang lebih tinggi, seperti pada percobaan P5 ( $\alpha = 5$ ), P6 ( $\alpha = 5$ ), dan P13 ( $\alpha = 5$ ), menghasilkan penalti yang lebih tinggi, yaitu 12, 16, dan 16. Hasil ini menunjukkan bahwa ketergantungan yang terlalu besar pada feromon membuat algoritma cenderung terjebak dalam solusi yang kurang optimal, mengurangi kemampuan untuk mengeksplorasi solusi baru. Sebaliknya, nilai  $\alpha$  yang lebih rendah, seperti pada percobaan P2 ( $\alpha = 0.5$ ) dan P9 ( $\alpha = 0.5$ ), menghasilkan penalti yang lebih rendah (7 dan 8), yang menunjukkan bahwa semut memiliki lebih banyak

kebebasan untuk mengeksplorasi solusi baru, mengarah pada hasil yang lebih baik dengan penalti lebih kecil.

Pengaruh  $\beta$  juga terlihat, misalnya  $\beta = 5$  pada percobaan P1, P2, P8, dan P9 memberikan dampak positif dalam menghindari bentrok. Hasil ini menginformasikan bahwa semut lebih fokus pada jarak antar node, meskipun jalur yang diambil tidak sepenuhnya optimal. Sebaliknya,  $\beta$  yang lebih rendah seperti pada percobaan P5 ( $\beta = 1$ ) dan P6 ( $\beta = 0.5$ ) menghasilkan penalti yang lebih tinggi (12 dan 16), yang menunjukkan bahwa semut kurang mempertimbangkan jarak dalam mengeksplorasi jalur baru dan terlalu terpengaruh oleh feromon pada jalur, yang membuatnya semakin banyak pelanggaran.

Secara keseluruhan, parameter terbaik berdasarkan hasil uji coba ini adalah kombinasi  $\alpha = 1$ ,  $\beta = 5$ , dan  $\sigma = 4$ . Kombinasi ini memberikan keseimbangan yang baik antara eksplorasi solusi baru dan eksploitasi jalur yang sudah ada, menghasilkan solusi yang lebih optimal dengan penalti yang lebih rendah.

### **4.3 Perbandingan Hasil Penjadwalan**

Pada pengujian sistem yang dilakukan, dua metode penjadwalan diuji dan dibandingkan, yaitu metode EAS (*Elitism Ant System*) dan metode manual dalam menentukan jadwal kuliah. Pengujian dilakukan pada dua semester, yaitu semester ganjil 2022/2023 dan semester genap 2022/2023, dengan fokus utama pada pengurangan konflik jadwal yang bertabrakan dengan waktu sholat dzuhur Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Perbandingan hasil penjadwalan

Semester	Metode	Jumlah Konflik Jadwal (pada waktu sholat dzuhur)
Ganjil 2022/2023	Manual	21
	EAS	7
Genap 2022/2023	Manual	14
	EAS	5

Hasil pengujian yang diperoleh menunjukkan perbandingan antara metode penjadwalan manual dan metode EAS untuk dua semester yang berbeda, yaitu semester ganjil dan genap.

#### 1. Semester Ganjil 2022/2023

Hasil pelanggaran jadwal **Lampiran 1**. Pada semester ganjil, terdapat 21 konflik jadwal yang terjadi pada penjadwalan manual, sementara dengan metode EAS, jumlah konflik yang tercatat adalah 7 konflik. Hasil ini menunjukkan bahwa metode EAS lebih efektif dibandingkan dengan penjadwalan manual dalam mengurangi konflik jadwal yang bertabrakan dengan waktu sholat dzuhur. EAS memberikan solusi yang lebih baik dalam penataan ruang dan waktu dibandingkan dengan penjadwalan manual.

#### 2. Semester Genap 2022/2023

Hasil pelanggaran jadwal **Lampiran 2**. Pada semester genap, perbandingan antara metode penjadwalan manual dan metode EAS menunjukkan hasil yang berbeda. Dengan menggunakan metode manual, terdapat 14 konflik jadwal yang bertabrakan dengan waktu sholat dzuhur. Sedangkan dengan menggunakan metode EAS, jumlah konflik yang terjadi adalah 5 konflik. Hasil ini menunjukkan bahwa metode EAS lebih efektif dalam mengurangi

jumlah konflik, dengan penjadwalan otomatis yang lebih memperhatikan waktu shalat dzuhur dan mengoptimalkan penggunaan ruang.

Pada kedua semester yang diuji, metode EAS menunjukkan hasil yang lebih baik dalam mengurangi jumlah konflik jadwal yang bertabrakan dengan waktu shalat dzuhur dibandingkan dengan metode manual. Meskipun masih terdapat beberapa konflik, penggunaan EAS terbukti lebih efisien dalam mengoptimalkan penggunaan ruang dan waktu yang terbatas. Keterbatasan ruang kuliah dan waktu yang tersedia tetap menjadi faktor utama dalam kedua semester yang diuji, namun EAS memberikan solusi yang lebih optimal.

#### 4.4 Integrasi Islam

##### 4.4.1 Sistem Penjadwalan Sesuai Islam

Penjadwalan mata kuliah merupakan proses penting yang dilakukan oleh program studi pada awal semester akademik untuk menunjang proses pembelajaran dengan baik. Proses penyusunan jadwal perkuliahan membutuhkan beberapa hal yang kompleks dan sering terdapat kesulitan dalam penyusunannya (Handayani dkk, 2020). Islam sebagai agama yang menyeluruh tidak hanya mengatur urusan ibadah ritual, tetapi juga memberikan pedoman dalam hal manajemen waktu dan keteraturan. Bentuk nilai tersebut tertuang dalam Al-Qur'an Surat Yasin ayat 37 hingga 40 (Shihab, 2002).

وَأَيُّهُمُ اللَّيْلُ نَسَلَحُ مِنْهُ النَّهَارُ فَإِذَا هُمْ مُظْلِمُونَ ۝ ٣٧ وَالشَّمْسُ تَجْرِي لِمُسْتَقَرٍّهَا ذَلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ ۝ ٣٨  
وَالْقَمَرَ فَدَرَنُهَا مَنَارِلَ حَتَّىٰ عَادَ كَالْعُرْجُونِ الْقَدِيمِ ۝ ٣٩ لَا الشَّمْسُ يَنْبَغِي لَهَا أَنْ تُدْرِكَ الْقَمَرَ وَلَا اللَّيْلُ سَابِقُ النَّهَارِ  
وَكُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ ﴿٤٠﴾

*“Dan suatu tanda (kekuasaan Allah yang besar) bagi mereka adalah malam; Kami tanggalkan siang dari malam itu, maka dengan serta merta mereka berada dalam kegelapan (37). Dan matahari berjalan ditempat peredarannya. Demikianlah ketetapan Yang Maha Perkasa lagi Maha Mengetahui (38). Dan telah Kami tetapkan bagi bulan manzilah-manzilah, sehingga (setelah dia sampai ke manzilah yang terakhir) kembalilah dia sebagai bentuk tandan yang tua (39). Tidaklah mungkin bagi matahari mendapatkan bulan dan malampun tidak dapat mendahului siang. Dan masing-masing beredar pada garis edarnya (40)”.*(QS.Yasin : 37-40)

Dalam Q.S Yasin ayat 38, Allah SWT menggambarkan keteraturan yang sempurna dalam ciptaan-Nya. Matahari dan bulan memiliki garis edar masing-masing dan tidak pernah saling mendahului. Malam tidak bisa datang sebelum siang, dan masing-masing bergerak sesuai hukum yang telah ditetapkan oleh Allah. Hal ini menunjukkan bahwa Allah menciptakan sistem alam semesta dengan penuh ketelitian, ketepatan waktu, dan keteraturan (Shihab, 2002).

Firman Allah Swt. dalam Q.S Yasin ayat 38, sama seperti peredaran matahari dan bulan yang tidak saling bertabrakan, sistem penjadwalan mata kuliah juga harus menjamin tidak adanya tumpang tindih antara satu jadwal dengan jadwal lainnya. Penjadwalan dilakukan dengan mempertimbangkan semua komponen yang terlibat, agar tercipta keseimbangan dalam kegiatan akademik. Dengan demikian, nilai keteraturan yang diajarkan dalam QS. Yasin ayat 38 dapat diimplementasikan dalam proses penyusunan jadwal secara teknis (Shihab, 2002).

Ayat-ayat tersebut juga mengandung pelajaran penting mengenai ketepatan waktu dan efisiensi. Menurut Shihab (2002), ketika Allah menyebut bahwa malam tidak mendahului siang dan matahari tidak bisa mengejar bulan, hal ini mengandung makna bahwa setiap peristiwa terjadi pada waktunya yang tepat. Dalam dunia akademik, prinsip ini dapat diwujudkan dalam bentuk kepatuhan

terhadap jadwal kuliah, efektivitas penggunaan waktu, serta tanggung jawab dalam menjalankan tugas sesuai dengan waktunya. Oleh karena itu, sistem penjadwalan mata kuliah bukan hanya perangkat teknis, melainkan juga cerminan dari nilai-nilai Islam yang mengajarkan manajemen waktu secara bijak dan penuh tanggung jawab.

Dengan mengintegrasikan nilai-nilai Islam tersebut, sistem penjadwalan mata kuliah yang dibangun menjadi lebih dari sekadar alat bantu administratif. Sistem penjadwalan menjadi bagian dari upaya mewujudkan keteraturan dalam kehidupan kampus yang sesuai dengan nilai-nilai ketuhanan. Pemanfaatan teknologi dalam penjadwalan, jika dilandasi dengan nilai spiritual, tidak hanya akan menghasilkan sistem yang efisien dan terstruktur, tetapi juga menanamkan kesadaran bahwa keteraturan adalah bagian dari sunatullah yang wajib dihormati dan dijaga.

Firman Allah Swt. dalam Surat At- Taubah ayat 36:

إِنَّ عِدَّةَ الشُّهُورِ عِنْدَ اللَّهِ اثْنَا عَشَرَ شَهْرًا فِي كِتَابِ اللَّهِ يَوْمَ خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ مِنْهَا أَرْبَعَةٌ حُرْمٌ ۗ ذَلِكَ  
الَّذِينَ الظُّلْمَ فَلَا تُظَلِّمُوا فِيهِنَّ أَنْفُسَكُمْ ۚ فَتَلَّوْا الْمُشْرِكِينَ كَافَّةً ۗ كَمَا يُقْتَلُونَكُمْ كَافَّةً ۗ وَعَلِمُوا أَنَّ اللَّهَ مَعَ الْمُتَّقِينَ

٣٦

*“Sesungguhnya bilangan bulan di sisi Allah ialah dua belas bulan, (sebagaimana) ketetapan Allah (di Lauh Mahfuz) pada waktu Dia menciptakan langit dan bumi, di antaranya ada empat bulan haram. Itulah (ketetapan) agama yang lurus, maka janganlah kamu menzalimi dirimu padanya (empat bulan itu), dan perangilah orang-orang musyrik semuanya sebagaimana mereka pun memerangi kamu semuanya. Ketahuilah bahwa sesungguhnya Allah bersama orang-orang yang bertakwa”.*(QS.At-Taubah : 36)

Ayat tersebut dijelaskan dalam tafsir Al-Misbah sesuai ketetapan Allah Swt. dalam satu tahun terdapat dua belas bulan dimana menurut perhitungan dan ketetapan-Nya adalah dua belas bulan tidak berlebih dan tidak berkurang, tidak juga dapat diputarbalikkan tempatnya. Jumlah hari selama setahun dalam perhitungan

Qamariyah sebanyak 355 (tiga ratus lima puluh lima) hari, sedang dalam perhitungan Syamsiyah sebanyak 365,25 (tiga ratus enam puluh lima hari dan seperempat hari) (Shihab, 2002). Penjelasan tersebut berhubungan dengan matahari dan bulan memiliki garis edar masing-masing dan tidak pernah saling mendahului. Malam tidak bisa datang sebelum siang, dan masing-masing bergerak sesuai hukum yang telah ditetapkan oleh Allah sesuai dengan Surat Yasin ayat 40. Dengan demikian, pelaksanaan jadwal mata kuliah harus sesuai dengan penjadwalan yang telah dibuat, tidak boleh mendahului jadwal yang telah ditentukan dan tidak boleh melebihi waktu penjadwalan yang telah ditentukan.

#### 4.4.2 Perilaku Cerdas Semut dalam Perspektif Ilmiah

Dalam Al-Qur'an, terdapat satu surah yang secara khusus diberi nama *An-Naml*, yang berarti semut. Salah satu ayatnya, yaitu Surah An-Naml ayat 18, menceritakan kisah seekor semut yang memperingatkan kaumnya dari bahaya pasukan Nabi Sulaiman. Ayat tersebut berbunyi:

حَتَّىٰ إِذَا أَتَوْا عَلَىٰ وَادِ النَّمْلِ قَالَتُمَلَّةٌ يَا أَيُّهَا النَّمْلُ ادْخُلُوا مَسْكِنَكُمْ لَا يَحْطِمَنَّكُمْ سُلَيْمٌ وَجُنُودُهُ وَهُمْ لَا يَشْعُرُونَ

١٨

*"Hingga apabila mereka sampai di lembah semut berkatalah seekor semut: Hai semut-semut, masuklah ke dalam sarang-sarangmu, agar kamu tidak diinjak oleh Sulaiman dan tentaranya, sedangkan mereka tidak menyadari." (QS. An-Naml: 18).*

Ayat ini menunjukkan bahwa semut adalah makhluk kecil yang memiliki kemampuan untuk berkomunikasi, bekerja sama, dan sadar terhadap lingkungan sekitarnya. Semut tidak hanya hidup sendiri, tetapi saling peduli dengan koloni atau kelompoknya. Inilah salah satu bentuk perilaku cerdas semut, yang kemudian

menginspirasi metode dalam dunia teknologi dan komputer, yaitu Ant Colony Optimization (ACO).

ACO adalah metode optimasi yang terinspirasi dari cara semut menemukan jalur terpendek menuju sumber makanan. Dalam dunia nyata, semut menggunakan jejak feromon sebagai sinyal untuk menunjukkan jalur terbaik kepada semut lain. Semakin banyak semut melewati jalur tersebut, maka sinyalnya akan semakin kuat, dan akhirnya dipilih oleh semut-semut lainnya sebagai rute utama. Konsep inilah yang digunakan dalam algoritma ACO untuk menyelesaikan berbagai permasalahan, seperti pencarian rute terbaik, penjadwalan, hingga optimasi sistem.

Melalui ayat Al-Qur'an tersebut, kita dapat melihat bahwa Allah menciptakan makhluk-makhluk di alam ini, termasuk semut, dengan sistem yang luar biasa. Ilmu pengetahuan modern kemudian belajar dari perilaku tersebut dan mengembangkan metode yang dapat membantu manusia menyelesaikan berbagai permasalahan. Hal ini menjadi bukti bahwa Al-Qur'an tidak hanya berbicara tentang ibadah, tetapi juga memberikan petunjuk dan inspirasi dalam ilmu pengetahuan dan teknologi.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini bahwa penerapan algoritma *Elitist Ant System* (EAS) dalam sistem penjadwalan mata kuliah terbukti efektif dalam menghasilkan jadwal yang lebih optimal dibandingkan metode manual. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa penggunaan metode manual pada data semester ganjil terdapat 21 pelanggaran, sedangkan menggunakan EAS terdapat 7 pelanggaran. Data semester genap menunjukkan terdapat 14 pelanggaran pada metode manual, sedangkan pada metode EAS terdapat 5 pelanggaran. Dengan memanfaatkan pendekatan optimasi berbasis koloni semut, sistem yang dikembangkan mampu menyusun jadwal perkuliahan yang tidak hanya memenuhi batasan akademik seperti dosen, ruang, kelas, dan waktu, tetapi juga mempertimbangkan waktu salat zuhur sebagai *soft constraint*, sehingga selaras dengan nilai-nilai religius yang dijunjung tinggi di lingkungan Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Selain memberikan solusi terhadap permasalahan jadwal berbenturan, penelitian ini juga berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang kecerdasan buatan dan optimasi, khususnya dalam penjadwalan.

#### 5.2 Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut, sistem penjadwalan yang telah dibangun sebaiknya ditingkatkan dari segi antarmuka pengguna agar lebih ramah dan mudah digunakan oleh pihak operator akademik maupun dosen. Selain itu, pengintegrasian

dengan data realtime dari sistem informasi akademik akan sangat berguna dalam menangani perubahan jadwal yang mendadak secara otomatis. Penambahan fitur preferensi dan prioritas waktu mengajar bagi dosen juga disarankan untuk meningkatkan fleksibilitas dan kepuasan pengguna. Terakhir, uji coba sistem pada skala yang lebih luas, seperti tingkat fakultas atau universitas, penting dilakukan untuk menguji kestabilan dan keandalan algoritma dalam menangani kompleksitas penjadwalan yang lebih tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abd alhussain, Z. A., & Hassan, L. S. (2024). A Review on Elitist Ant System Algorithm and Applications in Flexible Job Scheduling Problem. *Al-Bahir Journal for Engineering and Pure Sciences*, 4(2). <https://doi.org/10.55810/2313-0083.1059>
- Abuhamdah, A. (2021). Adaptive Elitist-Ant System for Solving Combinatorial Optimization Problems. *Applied Soft Computing*, 105, 107293. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2021.107293>
- Abuhamdah, A. F. (2020). Adaptive Elitist-Ant System for Medical Clustering Problem. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 32(6), 709–717. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2018.08.007>
- Arranz, C. (2023). Determining the Number of Ants in Ant Colony Optimization. *Journal of Biomedical and Sustainable Healthcare Applications*, 3(1), 76–86. <https://doi.org/10.53759/0088/jbsha202303008>
- Dorigo, M., & Stützle, T. (2004). *Ant Colony Optimization*. The MIT Press.
- Fahryan, M., & Dhede, Afrinda, P. (2023). Penjadwalan Mesin Produk Lampu Emergency dengan Menggunakan Metode Ant Colony. *TALENTA Conference Series: Energy & Engineering*, 6(1). <https://doi.org/10.32734/ee.v6i1.1915>
- Fatchurrochman, F., Afandi, A. N., & Arifin, M. Z. (2022). Sistem Penjadwalan Perkuliahan Universitas Otomatis Menggunakan Algoritma Sequential Search. *Jurnal Inovasi Teknologi Dan Edukasi Teknik*, 2(4), 170–178. <https://doi.org/10.17977/um068v2i42022p170-178>
- Febianti, E., Muharni, Y., Falti, D., Herlina, L., & Kulsum, K. (2023). Usulan Penjadwalan Mesin Paralel menggunakan Metode Ant Colony Optimization Algorithm dan Longest Processing Time. *Journal of Integrated System*, 6(1), 42–52. <https://doi.org/10.28932/jis.v6i1.5610>
- Handayani, T., Fudholi, D. H., & Rani, S. (2020). Kajian Algoritma Optimasi Penjadwalan Mata Kuliah. *Petir*, 13(2), 212–222. <https://doi.org/10.33322/petir.v13i2.1027>
- Huang, S., Zhu, Y., Guo, K., Wang, Z., & Yang, Y. (2024). Feasibility Analysis of LDACS Ground Station Planning in China Based on A Hybrid Approach of Elitist Ant System and Tabu Search. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, 1–16. <https://doi.org/10.1109/TAES.2024.3520088>
- Indah, K. A. T., & Sukarata, P. G. (2019). Penjadwalan Perkuliahan dengan Metode Metaheuristic Ant Colony Optimization Studi Kasus Politeknik Negeri Bali. *Matrix: Jurnal Manajemen Teknologi Dan Informatika*, 9(2), 74–82. <https://doi.org/10.31940/matrix.v9i2.1335>
- Nassef, A. M., Abdelkareem, M. A., Maghrabie, H. M., & Baroutaji, A. (2023).

Review of Metaheuristic Optimization Algorithms for Power Systems Problems. *Sustainability (Switzerland)*, 15(12), 1–27. <https://doi.org/10.3390/su15129434>

Rosmalasari, T. D., Lestari, M. A., Dewantoro, F., & Russel, E. (2020). Pengembangan E-Marketing sebagai Sistem Informasi Layanan Pelanggan pada Mega Florist Bandar Lampung. *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS)*, 1(1), 27. <https://doi.org/10.33365/jta.v1i1.671>

Shihab, Q. (2002). *Al-Qur'an: Pesan, Kesan, dan Keserasian*. In *Lentera Hati* (Vol. 11).

Sidik, R., Fitriawati, M., Mauluddin, S., & Nursikuwagus, A. (2018). Model Penerapan Algoritma Ant Colony Optimization (Aco) untuk Optimasi Sistem Informasi Penjadwalan Kuliah. *Jurnal Teknologi Dan Informasi*, 8(2). <https://doi.org/10.34010/jati.v8i2.1257>

Silalahi, A., Santoni, M. M., & Muliawati, A. (2020). Pembuatan Aplikasi Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Algoritma Ant Colony Optimization (Studi Kasus: Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta). *Informatik : Jurnal Ilmu Komputer*, 16(3), 148. <https://doi.org/10.52958/iftk.v16i3.2011>

Simamora, P. (2018). Penjadwalan Kuliah dengan menggunakan Algoritma Genetika Studi Kasus Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara. *Jurnal Pembangunan Wilayah & Kota*, 1(3), 82–91.

Solnon, C., & Jussien, N. (2013). *Ant Colony Optimization and Constraint Programming*. In *British Library Cataloguing-in-Publication Data*. <https://doi.org/10.1002/9781118557563>

Syukriah, Akmal, S., & Ramadhani, S. (2022). Perancangan Rute Distribusi Sirup Dengan Menggunakan Metode Algoritma Ant Colony Optimization Di Ud. Sirup Cap Bunga Padi Bireuen. *Industrial Engineering Journal*, 11(1). <https://doi.org/10.53912/iej.v11i1.740>

Yuliska, Y., & Syaliman, K. U. (2020). Literatur Review Terhadap Metode, Aplikasi dan Dataset Peringkasan Dokumen Teks Otomatis untuk Teks Berbahasa Indonesia. *IT Journal Research and Development*, 5(1), 19–31. [https://doi.org/10.25299/itjrd.2020.vol5\(1\).4688](https://doi.org/10.25299/itjrd.2020.vol5(1).4688)

# **LAMPIRAN**

## Lampiran 1. Pelanggaran Jadwal Tahun Akademik 2022/2023 Semester Ganjil

### 1. Metode Manual

Hari	Pukul	Nama matakuliah	Nama Dosen	Ruang	Kelas
Senin	11.30-14.00	SISTEM KOMPUTER	JOHAN ERICKA WAHYU PRAKASA,M.Kom	B.315	D
Senin	11.30-14.00	RESEARCH METHODOLOGY	Dr. FACHRUL KURNIAWAN, ST., M. MT., IPM	LAB. SOFTWARE ENGINEERING	A
Senin	11.30-14.00	STRUKTU DATA	KHADIJAH FAHMI HAYATI HOLLE, S.Kom., M.Kom	B.316	E
Senin	11.30-14.00	BASIS DATA	AGUNG TEGUH WIBOWO ALMAIS, S.Kom, M.T.	B.317	F
Senin	11.30-14.00	RESEARCH METHODOLOGY	YUNIFA MIFTACHUL ARIF, M.T.	B.318	D
Senin	11.30-14.00	SISTEM INFORMASI	H. SYAHIDUZ ZAMAN, M.Kom	B.306	A
Selasa	11.30-14.00	BASIS DATA	NUR FITRIYAH AYU TUNJUNG SARI,M.Cs	B.318	G
Selasa	11.30-14.00	SISTEM KOMPUTER	JOHAN ERICKA WAHYU PRAKASA,M.Kom	B.316	E
Selasa	11.30-14.00	SISTEM INFORMASI	MUHAMMAD AINUL YAQIN, M.Kom	B.307	B
Selasa	11.30-14.00	STRUKTUR DATA	ZAINAL ABIDIN,S.Kom, M.Kom	B.306	A
Selasa	11.30-14.00	NUMERICAL METHODS	OKTA QOMARUDDIN AZIZ,S.Si., M.Kom	B.317	F
Rabu	11.30-14.00	SISTEM KOMPUTER	YUNIFA MIFTACHUL ARIF, M.T.	B.306	A
Rabu	11.30-14.00	SISTEM TERDISTRIBUSI & KEAMANAN	AJIB HANANI, S.Kom, M.T	B.317	F
Rabu	11.30-14.00	RESEARCH METHODOLOGY	FRESY NUGROHO, M.T.	B.318	B
Rabu	11.30-14.00	STRUKTUR DATA	ZAINAL ABIDIN,S.Kom, M.Kom	B.307	B
Rabu	11.30-14.00	SISTEM INFORMASI	MUHAMMAD AINUL YAQIN, M.Kom	B314	C
Kamis	11.30-14.00	RESEARCH METHODOLOGY	IRWAN BUDI SANTOSO,S.Si., M.Kom	B.318	C

Kamis	11.30-14.00	SISTEM INFORMASI	H. SYAHIDUZ ZAMAN, M.Kom	B.315	D
Kamis	11.30-14.00	PEMROGRAMAN MULTIMEDIA & GAME	FRESY NUGROHO, M.T.	B.317	F
Kamis	11.30-14.00	SISTEM KOMPUTER	SHOFFIN NAHWA UTAMA, S.Kom, M.T	B.307	B
Kamis	11.30-14.00	STRUKTUR DATA	ASHRI SHABRINA AFRAH, M.T.	B.314	C

## 2. Metode EAS

Hari	Pukul	Nama matakuliah	Nama Dosen	Ruang	Kelas
Kamis	11.30-14.00	ALGORITMA DAN PEMROGRAMAN 1	RORO INDA MELANI, M.T., M.Sc	B.314	D
Kamis	11.30-14.00	BAHASA INGGRIS 1	ROCHMAWATI, S.S., M.Pd	B.318	B
Rabu	11.30-14.00	RESEARCH METHODOLOGY	IRWAN BUDI SANTOSO, S.Si., M.Kom	B.306	C
Kamis	11.30-14.00	SISTEM TERDISTRIBUSI & KEAMANAN	FAJAR ROHMAN HARIRI, M.Kom	B.317	E
Senin	11.30-14.00	STRUKTUR DATA	ZAINAL ABIDIN, S.Kom, M.Kom	D.222	F
Selasa	11.30-14.00	STRUKTUR DATA	ZAINAL ABIDIN, S.Kom, M.Kom	B.314	B
Rabu	11.30-14.00	STRUKTUR DATA	ASHRI SHABRINA AFRAH, M.T.	B.318	C

## Lampiran 2. Pelanggaran Jadwal Tahun Akademik 2022/2023 Semester Genap

### 1. Metode Manual

Hari	Pukul	Nama matakuliah	Nama Dosen	Ruang	Kelas
Senin	10.40-12.20	KEWARGANEGAR AAN	M. CHOLID ZAMZAMI, M.Pd	D.222	A
Senin	11.30-14.00	LINER ALGEBRA	OKTA QOMARUDDIN AZIZ,S.Si., M.Kom	B.315	G
Senin	11.30-14.00	INTERAKSI MANUSIA & KOMPUTER	PUSPA MILADIN NURAIDA SAFITRI A. BASID,M.Kom	B.306	E
Selasa	10.40-12.20	KEWARGANEGAR AAN	M. CHOLID ZAMZAMI, M.Pd	D.222	B
Selasa	11.30-14.00	COMPUTER GRAPHIC	JUNIARDI NUR FADILA,M.T.	B.306	E
Selasa	11.30-14.00	JARINGAN KOMPUTER	JOHAN ERICKA WAHYU PRAKASA,M.Kom	B.307	F
Selasa	11.30-14.00	PEMROGRAMAN WEB	AGUNG TEGUH WIBOWO ALMAIS, S.Kom, M.T.	B.318	F
Rabu	10.40-12.20	KEWARGANEGAR AAN	M. CHOLID ZAMZAMI, M.Pd	D.222	C
Rabu	11.30-14.00	ELEKTRONIKA DIGITAL	NOVRINDAH ALVI HASANAH,M.Kom	B.306	G
Rabu	11.30-14.00	SISTEM INFORMASI	MUHAMMAD AINUL YAQIN, M.Kom	B.316	A
Kamis	10.40-12.20	KEWARGANEGAR AAN	MUHAMMAD AYYINNA YUSRON EL FAROUQ,M.Pd	D.222	E
Kamis	11.30-14.00	KOMPUTER VISION	OKTA QOMARUDDIN AZIZ,S.Si., M.Kom	B.318	F
Kamis	11.30-14.00	PEMROGRAMAN WEB	AGUNG TEGUH WIBOWO ALMAIS, S.Kom, M.T.	B.306	E
Kamis	11.30-14.00	ARSITEKTUR ENTERPRISE	AHMAD FAHMI KARAMI,M.Kom	B.315	A

### 2. Metode EAS

Hari	Pukul	Nama matakuliah	Nama Dosen	Ruang	Kelas
Senin	11.30-14.00	BAHASA INGGRIS II	ROCHMAWATI,S.S., M.Pd	B.314	B
Senin	11.30-14.00	BAHASA INGGRIS II	ROCHMAWATI,S.S., M.Pd	B.307	C
Senin	11.30-14.00	BAHASA INGGRIS II	MUCHAMAD ADAM BASORI, M.A, TESOL	B.317	D
Selasa	10.40-12.20	BAHASA INGGRIS II	ROVIQUR RIZIQIEN ALFA,S.S., M.Pd	B.314	E
Selasa	11.30-14.00	BAHASA INGGRIS II	PRIMA PURBASARI,M.Hum	D.222	F