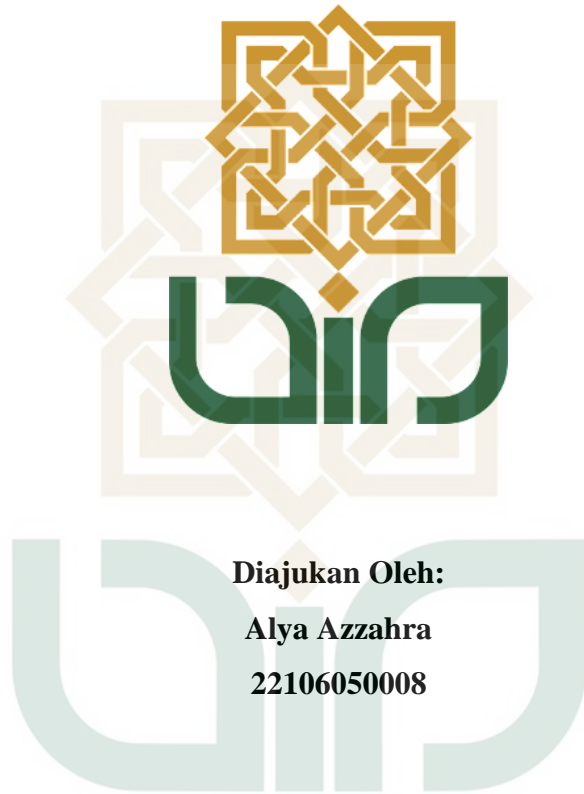


**PEMODELAN LOGIKA FUZZY TIPE MAMDANI UNTUK DIAGNOSIS  
FAKTOR PENGHAMBAT EFISIENSI PENJADWALAN MATA KULIAH  
MELALUI ANALISIS SENSITIVITAS VARIABEL INPUT**



**Diajukan Oleh:**

**Alya Azzahra**

**22106050008**

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA**

**YOGYAKARTA**

**2026**

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

### LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alya Azzahra  
NIM : 22106050008  
Program Studi : Informatika  
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya, bahwa skripsi saya yang berjudul **“PEMODELAN LOGIKA FUZZY TIPE MAMDANI UNTUK DIAGNOSIS FAKTOR PENGHAMBAT EFISIENSI PENJADWALAN MATA KULIAH MELALUI ANALISIS SENSITIVITAS VARIABEL INPUT”** merupakan penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjana di suatu perguruan tinggi dan bukan plagiasi karya orang lain kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Program Studi Informatika pada Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.

Yogyakarta, 02 Februari 2026

Yang membuat pernyataan,



Alya Azzahra  
22106050008

## LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

### LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir  
Lamp : -

Kepada  
Yth.  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga  
DI Yogyakarta

*Assalamu 'alaikum wr. wb.*

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


Nama : Alya Azzahra  
NIM : 22106050008  
Judul Skripsi : Pemodelan Logika Fuzzy Tipe Mamdani Untuk Diagnosis Faktor Penghambat Efisiensi Penjadwalan Mata Kuliah Melalui Analisis Sensitivitas Variabel Input

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

Dengan ini kami berharap agar skripsi / tugas akhir Saudari dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya saya ucapkan terima kasih.

*Wassalamu 'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 02 Februari 2026  
Pembimbing,

  
Dwi Otik Kurniawati, M. Eng.  
NIP.19861023 201903 2 003

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

### PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-423/Un.02/DST/PP.00.9/02/2026

Tugas Akhir dengan judul : PEMODELAN LOGIKA FUZZY TIPE MAMDANI UNTUK DIAGNOSIS FAKTOR PENGHAMBAT EFISIENSI PENJADWALAN MATA KULIAH MELALUI ANALISIS SENSITIVITAS VARIABEL INPUT

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : ALYA AZZAHRA  
Nomor Induk Mahasiswa : 22106050008  
Telah diujikan pada : Kamis, 05 Februari 2026  
Nilai ujian Tugas Akhir : A

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

#### TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dwi Otik Kurniawati, M.Eng.  
SIGNED

Valid ID: 699ca0952adca3



Penguji I

Ir. Maria Ulfah Siregar, S.Kom., MIT., Ph.D.  
SIGNED

Valid ID: 699ca664641f0



Penguji II

Dr. Fitri Wulandari, S.Si., M.Kom.  
SIGNED

Valid ID: 699ca599a4978



Yogyakarta, 05 Februari 2026

UIN Sunan Kalijaga  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 699ca091c0fb

## ABSTRAK

Transisi sistem penjadwalan mata kuliah ke metode manual di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga berdampak pada menurunnya efisiensi penjadwalan, seperti sulitnya mengakomodasi batasan akademik, optimalisasi penggunaan ruang, dan waktu tunggu mahasiswa di kampus. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan logika *fuzzy* tipe Mamdani untuk mendiagnosis faktor utama penghambat efisiensi penjadwalan tersebut melalui analisis sensitivitas variabel input. Untuk menghindari ledakan aturan (*rule explosion*), 10 indikator teknis diagregasi menjadi 3 variabel input utama yaitu Keterisian Ruang, Pelanggaran Akademik, dan Waktu Tunggu Mahasiswa. Model *fuzzy* dibangun dengan 27 basis aturan menggunakan pustaka Scikit-fuzzy pada Python dan dievaluasi menggunakan metrik *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Hasil pengujian dan proses *fine-tuning* menghasilkan akurasi model dengan nilai MAPE sebesar 27,69% yang termasuk dalam kategori “Layak”. Diagnosis faktor penghambat kemudian dilakukan pada model tervalidasi ini melalui analisis sensitivitas *One-at-a-Time* (OAT). Hasil diagnosis mengidentifikasi bahwa Pelanggaran Batasan Akademik menjadi faktor penghambat efisiensi penjadwalan yang paling dominan dan kritis, dimana 7 program studi tergolong sangat sensitif dengan tingkat sensitivitas tertinggi pada Program Studi Matematika mencapai 1,8123. Sebaliknya, 3 program studi lainnya menunjukkan karakteristik penjadwalan yang tangguh/*robust* (indeks sensitivitas kurang dari 1) dengan Program Studi Biologi memiliki kendala keterisian ruang sebagai faktor dominan tunggal dengan nilai indeks sensitivitas 0,7619. Berdasarkan temuan tersebut, rekomendasi dirumuskan dengan merujuk pada standar penyelesaian *University Course Timetabling Problem* (UCTP) yang melibatkan aturan *hard constraints* dan *soft constraints*. Solusi perbaikan difokuskan pada pengetatan aturan beban mengajar dosen, pemenuhan kapasitas fisik ruang kelas, penerapan jeda waktu istirahat wajib, serta manajemen pemecahan kelas untuk menekan tingkat inefisiensi penjadwalan.

Kata Kunci: Logika *Fuzzy* Mamdani, Analisis Sensitivitas, Efisiensi Penjadwalan, MAPE, *University Course Timetabling Problem*

## ABSTRACT

*The transition of the course scheduling system to a manual method at the Faculty of Science and Technology, UIN Sunan Kalijaga, has resulted in decreased scheduling efficiency, such as difficulties in accommodating academic restrictions, optimizing space usage, and student waiting times on campus. This study aims to model Mamdani-type fuzzy logic to diagnose the main factors hindering scheduling efficiency through input variable sensitivity analysis. To avoid rule explosion, 10 technical indicators were aggregated into 3 main input variables, namely Room Occupancy, Academic Violations, and Student Waiting Time. The fuzzy model was constructed with 27 rule bases using the Scikit-fuzzy library in Python and evaluated using the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) metric. The testing results and fine-tuning process produced a model accuracy with a MAPE value of 27.69%, which is classified as “Acceptable”. A diagnosis of the inhibiting factors was then performed on this validated model through One-at-a-Time (OAT) sensitivity analysis. The diagnosis results identified Academic Restrictions Violations as the most dominant and critical factor hindering scheduling efficiency, with 7 study programs classified as highly sensitive and the highest sensitivity level in the Mathematics Study Program reaching 1.8123. Conversely, 3 other study programs showed robust scheduling characteristics (sensitivity index less than 1), with the Biology Study Program having room occupancy constraints as the single dominant factor with a sensitivity index value of 0.7619. Based on these findings, recommendations were formulated with reference to the University Course Timetabling Problem (UCTP) solution standard, which involves hard constraints and soft constraints. The improvement solutions focused on tightening the rules on lecturer teaching loads, meeting physical classroom capacity, implementing mandatory breaks, and managing class division to reduce scheduling inefficiency.*

*Keywords: Mamdani Fuzzy Logic, Sensitivity Analysis, Scheduling Efficiency, MAPE, University Course Timetabling Problem*

## HALAMAN MOTTO

*Kita begitu takut dengan akhir yang menyedihkan, karena kita lupa bahwa **akhir yang menyedihkan adalah sebuah awal dari cerita yang menakjubkan.***

*Kita begitu takut dengan penderitaan, karena kita lupa bahwa **tak ada penderitaan yang datang tanpa disusul kebangkitan.***

—R. Rusnandi, buku *Telusur Sejati*

*You don't have to please everyone.*

*You don't have to be anyone.*

*Just be what you want.*

*Just do what makes you happy.*

***Freely.***

—Valerie Patkar, buku *Luka Cita*



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Atas kehendak dan karunia Allah SWT, skripsi ini penulis persembahkan kepada:

*Kedua orang tua tercinta, Bapak dan Ibu*

*Mas Azmi, Mas Adib, Auфа, Mba Ulya, dan Atta*

*Kakak, adik, dan ponakan tersayang*

*Sahabat serta teman-teman seperjuangan*

*Almamater*

Program Studi Informatika

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik. Sholawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat manusia dari zaman kegelapan menuju cahaya kebenaran. Skripsi yang berjudul “Pemodelan Logika Fuzzy Tipe Mamdani Untuk Diagnosis Faktor Penghambat Efisiensi Penjadwalan Mata Kuliah Melalui Analisis Sensitivitas Variabel Input” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Penyusunan skripsi ini tentu tidak terlepas dari dukungan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Noorhaidi Hasan, S.Ag., M.A., M.Phil., Ph.D. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Bapak Dr. Muhammad Mustakim, S.T. M.T. sebagai Ketua Program Studi Informatika yang telah memberikan dukungan selama masa perkuliahan.
4. Bapak Dr. Agus Mulyanto, S.Si., M.Kom., ASEAN Eng. sebagai dosen pembimbing akademik yang selalu membimbing dan mengarahkan selama menjalani perkuliahan.
5. Ibu Dwi Otik Kurniawati, M. Eng. sebagai dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan dukungan luar biasa, meluangkan waktu, bimbingan serta motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.
6. Orang tua tercinta Ibu dan Bapak, yang selalu menjadi sumber semangat dan kekuatan bagi penulis dalam setiap langkah, yang selalu memberi dukungan dan kekuatan dengan kasih sayang, materi, serta do'a yang tak pernah putus mengalir hingga saat ini.

7. Mas Azmi, Mas Adib, Mba Ulya, Aufa dan Atta yang selalu memberi keceriaan, semangat, materi, dan doa yang luar biasa dalam perjalanan ini.
8. Sahabat, teman kos, dan rekan bimbingan, Yusrina Mastura yang selalu kebersamai penulis dalam setiap suka dan duka, serta kebersamaan yang penuh makna dalam perjalanan akademik penulis.
9. Sahabat dan rekan perjuangan, Qonita Nadya Ramadhani yang sejak awal sampai akhir kuliah selalu kebersamai penulis dalam setiap suka maupun duka serta kebersamaan yang penuh makna.
10. Dian Candry Pratiwi, sahabat sejak MTs, yang meskipun menempuh Pendidikan di tempat berbeda tetapi tidak pernah absen memberi dukungan dan perhatian kepada penulis.
11. Nurul Hanin Azzahra S., rekan KKN yang kedatangannya bagaikan pelangi di musim hujan, selalu memberi dukungan dan perhatian kepada penulis.
12. Rekan-rekan perjuangan skripsi, Tim Torte Hore, Fakhri, Imna, Chasna, Yasinta sebagai teman mancing, bertukar pikiran, dan kebersamaan selama pengerjaan skripsi.
13. Rekan-rekan seperjuangan Fariz, Thofa, Zhafran, yang telah menemani masa-masa sulit *life after break up* penulis.
14. Seseorang yang pernah kebersamai penulis sejak Agustus 2023 sampai September 2025 yang tidak bisa penulis sebutkan namanya. Terimakasih atas warna, kebersamaan, dan kehangatan yang pernah diberikan, meskipun pada akhirnya membuat penulis harus menulis skripsi ini dengan terseok-seok dan tangis setiap hari karena dipatahkan hatinya. Terimakasih karena pernah hadir dan mengajarkan kepada penulis arti kesabaran, penerimaan, dan kehilangan sebagai bagian dari proses penempatan menghadapi dinamika kehidupan. Berakhirnya kisah ini cukup memberi motivasi kepada penulis untuk segera menyelesaikan skripsi ini.
15. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, terima kasih atas segala bentuk bantuan, doa, dan dukungan yang telah diberikan.

16. Penulis, yang selalu sabar, kuat, dan tidak pernah berhenti berjuang sampai akhir. Terimakasih karena selalu menjadi perempuan hebat, penyayang, dan ceria selama menjalani setiap langkah kehidupan.

Penulis berharap semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada semua pihak yang telah membantu. Semoga karya tulis ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Yogyakarta, 28 Januari 2026

Penulis,

Alya Azzahra



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN .....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT.....	vi
HALAMAN MOTTO .....	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	9
2.1 Tinjauan Pustaka .....	9
2.2 Landasan Teori.....	17
2.2.1 Penjadwalan Akademik (University Course Timetabling Problem). 17	
2.2.2 Teori Himpunan Fuzzy ( <i>Fuzzy Set Theory</i> ) .....	17
2.2.3 Sistem Inferensi Fuzzy Metode Mamdani .....	21
2.2.4 Analisis Sensitivitas ( <i>Sensitivity Analysis</i> ) .....	23
2.2.5 Evaluasi Kinerja Model (MAPE).....	24
2.2.6 Teori Ledakan Aturan ( <i>Rule Explosion</i> ) .....	24
2.2.7 Sistem Pendukung Keputusan.....	25
BAB III METODE PENELITIAN.....	27

3.1	Alat dan Bahan Penelitian.....	27
3.1.1	Alat Penelitian.....	27
3.1.2	Bahan (Data) Penelitian.....	28
3.2	Metode Penelitian.....	28
3.2.1	Identifikasi Masalah.....	29
3.2.2	Studi Literatur.....	30
3.2.3	Pengumpulan Data.....	31
3.2.4	Perancangan Sistem <i>Fuzzy</i> Mamdani.....	36
3.2.1	Validasi Model (Uji Akurasi).....	46
3.2.2	Proses Tuning dan Kalibrasi Model.....	46
3.2.3	Analisis Sensitivitas OAT.....	46
3.2.4	Penarikan Kesimpulan & Penyusunan Laporan.....	47
3.3	Jadwal Penelitian.....	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		49
4.1	Hasil Pengumpulan Data.....	49
4.1.1	Deskripsi Objek Penelitian dan Data Sekunder.....	49
4.1.2	Data Jadwal Perkuliahan.....	49
4.1.3	Data Penilaian Pakar.....	51
4.1.4	Data Aturan Penjadwalan.....	52
4.2	Hasil Agregasi Variabel Penelitian.....	53
4.2.1	Perhitungan Menggunakan Rumus Agregasi.....	54
4.2.2	Hasil Agregasi.....	64
4.3	Hasil Pengolahan Sistem <i>Fuzzy</i> Mamdani.....	65
4.3.1	Pembentukan Himpunan <i>Fuzzy</i> (Fuzzifikasi).....	65
4.3.2	Evaluasi Aturan dan Inferensi.....	69
4.3.3	Hasil Defuzzifikasi.....	70
4.4	Pengujian Validasi Model (Uji Akurasi).....	73
4.4.1	Pengujian Awal ( <i>Baseline</i> ).....	74
4.4.2	Analisis Kelompok Sampel.....	75
4.4.3	Proses <i>Fine-Tuning</i> dan Kalibrasi.....	77
4.4.4	Hasil Implementasi Menyeluruh.....	80

4.5	Hasil Analisis Sensitivitas OAT dan Analisis Faktor Dominan .....	82
4.5.1	Tabel Hasil Analisis Sensitivitas.....	82
4.5.2	Interpretasi Faktor Dominan .....	83
4.5.3	Rekomendasi Perbaikan Jadwal.....	84
BAB V KESIMPULAN .....		86
5.1	Kesimpulan .....	86
5.2	Saran.....	88
DAFTAR PUSTAKA .....		89
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....		93



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ringkasan Tinjauan Pustaka .....	12
Tabel 3. 1 Agregasi Variabel Input .....	34
Tabel 3. 2 Konversi Parameter Nyata ke Himpunan Fuzzy .....	38
Tabel 3. 3 Membership Function Variabel Output .....	42
Tabel 3. 4 Rancangan Basis Aturan Fuzzy .....	44
Tabel 3. 5 Jadwal Penelitian.....	47
Tabel 4. 1 Data Ruang.....	49
Tabel 4. 2 Mata Kuliah Semester Paket 1 S2 Prodi Teknik Industri .....	51
Tabel 4. 3 Data Penilaian Pakar .....	52
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Pembilang.....	54
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Penyebut .....	58
Tabel 4. 6 Rincian Jeda (Gap) Sesuai Logika Sistem .....	62
Tabel 4. 7 Hasil Agregasi Variabel .....	64
Tabel 4. 8 Hasil Fuzzifikasi Data Sampel.....	69
Tabel 4. 9 Evaluasi Aturan Aktif .....	69
Tabel 4. 10 Hasil Validasi Awal .....	74
Tabel 4. 11 Perbandingan Penilaian Kelompok Best-Case.....	75
Tabel 4. 12 Perbandingan Penilaian Kelompok Worst-Case.....	76
Tabel 4. 13 Perbandingan Penilaian Kelompok Campuran .....	77
Tabel 4. 14 Rekonstruksi Basis Aturan.....	78
Tabel 4. 15 Hasil Fine-Tuning Kelompok Worst-Case .....	79
Tabel 4. 16 Hasil Validasi Akhir.....	80
Tabel 4. 17 Hasil Analisis Sensitivitas.....	82

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kurva Fungsi Linear Naik.....	18
Gambar 2. 2 Kurva Fungsi Linear Turun.....	19
Gambar 2. 3 Kurva Fungsi Segitiga.....	19
Gambar 2. 4 Kurva Fungsi Trapesium.....	20
Gambar 2. 5 Kurva Fungsi Sigmoid Pertumbuhan.....	21
Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian.....	29
Gambar 3. 2 Kurva Fungsi Keanggotaan Keterisian Ruang.....	39
Gambar 3. 3 Kurva Fungsi Keanggotaan Pelanggaran Batasan Akademik.....	40
Gambar 3. 4 Kurva Fungsi Keanggotaan Waktu Tunggu Mahasiswa.....	41
Gambar 3. 5 Kurva Fungsi Keanggotaan Variabel Inefisiensi Jadwal.....	43
Gambar 4. 1 Kurva posisi Data Keterisian Ruang.....	66
Gambar 4. 2 Kurva Posisi Data Pelanggaran Batasan Akademik.....	67
Gambar 4. 3 Kurva Posisi Data Waktu Tunggu Mahasiswa.....	68
Gambar 4. 4 Hasil Defuzzifikasi Prodi S1 Informatika.....	71
Gambar 4. 5 Diagram Hasil Skor Inefisiensi Penjadwalan.....	73
Gambar 4. 6 Diagram Perbandingan Hasil Validasi Awal dan Akhir.....	81



## LAMPIRAN

Lampiran 1 Spesifikasi Perangkat Lunak dan Library.....	93
Lampiran 2 Surat Penelitian.....	94
Lampiran 3 Pertanyaan Wawancara Staff Fakultas .....	95
Lampiran 4 Lembar Penilaian Pakar.....	96
Lampiran 5 Sampel Data Jadwal Kuliah.....	103



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penjadwalan akademik merupakan salah satu pilar utama dan elemen krusial dalam manajemen di perguruan tinggi yang dilakukan secara periodik di setiap semester [1], [2]. Secara konseptual, perlu dibedakan antara penjadwalan sebagai sebuah proses dengan jadwal sebagai akhir yang dihasilkan dari proses tersebut. Proses penyusunan jadwal mata kuliah yang efisien adalah kunci untuk menjamin kelancaran kegiatan belajar-mengajar, mengoptimalkan penggunaan sumber daya vital seperti ruang kelas dan waktu dosen, serta meningkatkan kepuasan mahasiswa [3], [4]. Penyusunan jadwal ini merupakan sebuah tantangan yang sangat kompleks karena banyaknya variabel dan batasan yang harus diakomodasi secara bersamaan [5]. Pada proses penyusunan penjadwalan, sering kali terjadi konflik antar jadwal. Permasalahan ini secara teoritis dikenal sebagai *University Course Timetabling Problem* (UCTP) [6].

*University Course Timetabling Problem* (UCTP) adalah masalah optimasi kombinatorial yang melibatkan alokasi sumber daya terbatas ke dalam sejumlah kegiatan perkuliahan dengan memenuhi batasan operasional [6]. UCTP diklasifikasikan sebagai permasalahan *Non-Polynomial Hard* (NP-hard), yang artinya tingkat kesulitan komputasinya meningkat secara eksponen seiring dengan bertambahnya jumlah variabel, sehingga sulit diselesaikan secara optimal tanpa bantuan metode komputasi yang cerdas [6]. Kualitas suatu jadwal tidak hanya ditentukan dengan pemenuhan *hard constraints*, tetapi juga *soft constraints* yang sering kali bersifat kualitatif dan mengandung ketidakpastian. *Hard constraints* adalah batasan keras yang mutlak tidak boleh dilanggar untuk menghasilkan jadwal yang layak, seperti aturan bahwa seorang dosen tidak dapat mengajar di dua tempat pada waktu yang bersamaan [6]. Sementara itu, *soft constraints* adalah batasan lunak yang merepresentasikan preferensi atau keinginan yang sebaiknya dipenuhi untuk meningkatkan kualitas jadwal [6], [7]. Contoh dari *soft constraints* adalah mengakomodasi ketersediaan waktu dosen yang beragam dan memenuhi kebutuhan

dari berbagai pemangku kepentingan (*stakeholder*) seperti kaprodi, dosen, dan mahasiswa [7], [8].

Pendekatan efektif yang dapat menangani ketidakpastian dan ambiguitas data dalam sistem yang kompleks yaitu teori logika *fuzzy*. Berbeda dengan logika tegas (*crisp logic*) yang nilainya hanya diizinkan berada pada batas biner (0 dan 1), metode *fuzzy* dikembangkan untuk bekerja dengan konsep kebenaran parsial (*partial truth*), dimana nilai hanya dapat berada diantara 0 dan 1 [9], [10]. Kemampuan dalam mengolah informasi yang bersifat samar menjadikan logika *fuzzy* sebagai bagian integral dari *soft computing* dan sangat relevan untuk diterapkan pada pemodelan sistem di dunia nyata [11]. Metode *fuzzy* yang paling banyak digunakan dalam pengembangan sistem inferensi *fuzzy* adalah metode *fuzzy* Mamdani. Metode Mamdani bekerja dengan meniru penalaran linguistik manusia, sehingga mampu memetakan input yang samar menjadi keputusan yang tegas. Keunggulan metode Mamdani terletak pada strukturnya yang intuitif karena menggunakan aturan *IF-THEN* [9]. Selain itu, kemampuannya dalam menangkap pengetahuan pakar menjadikan metode ini sangat relevan untuk model pendukung keputusan yang melibatkan penilaian subjektif dan penanganan informasi ambigu [10]. Selain itu, dalam pemodelan sistem terdapat konsep analisis sensitivitas. Analisis sensitivitas adalah metode formal yang digunakan untuk menguji seberapa besar dampak perubahan pada variabel input terhadap luaran model (*output*) [12]. Analisis ini penting untuk mendiagnosis variabel mana yang paling dominan dalam mempengaruhi kinerja sistem secara keseluruhan.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa berbagai metode telah diterapkan untuk memecahkan masalah UCTP. Pendekatan *Integer Linear Programming* (ILP) digunakan dalam pencarian solusi presisi matematis [3], [7]. Sementara *metaheuristic* seperti Algoritma Genetika (*Genetic Algorithm*) dan *Hyper-Heuristics* populer untuk pencarian solusi di lingkup yang besar [2], [13], [14]. Di sisi lain, aplikasi *fuzzy* Mamdani telah terbukti sukses di berbagai domain lain sebagai alat prediksi dan pendukung keputusan seperti dalam prediksi jumlah produksi [15], [16]. Selain itu, *fuzzy* Mamdani juga digunakan dalam analisis risiko lingkungan, hingga penilaian kinerja dan kepuasan [10], [11], [17]. Namun,

mayoritas penelitian *fuzzy* tersebut berfokus pada hasil akhir (prediksi atau keputusan) dan masih jarang yang mengintegrasikannya dengan analisis sensitivitas untuk mendiagnosis faktor penyebab inefisiensi dalam konteks penjadwalan akademik.

Kesenjangan antara teori dengan realita ini terlihat jelas pada kasus nyata di Fakultas Sains dan Teknologi (FST) Universitas Islam Negeri (UIN) Sunan Kalijaga. Di Fakultas Saintek terjadi perubahan sistem, dimana proses penjadwalan yang sebelumnya sempat diotomatisasi menggunakan Algoritma Genetika (*Genetic Algorithm*) melalui portal infosaintek.id, kini kembali dilakukan secara manual akibat kendala keberlanjutan sumber daya manusia. Transisi kembali ke sistem manual ini menimbulkan berbagai permasalahan seperti proses penyusunan jadwal yang memakan waktu lama, tingginya resiko *human error*, dan kesulitan pengelola dalam mengakomodasi batasan-batasan akademik serta keterbatasan ruang secara optimal. Pengelola jadwal di Fakultas Saintek tidak hanya membutuhkan sistem yang menghasilkan jadwal, tetapi juga alat bantu untuk memahami akar permasalahan apakah inefisiensi yang terjadi lebih disebabkan oleh kurangnya ruangan, beban dosen yang berlebih, atau faktor lainnya.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan solusi melalui pendekatan “Pemodelan Logika *Fuzzy* Tipe Mamdani untuk Diagnosis Faktor Penghambat Efisiensi Penjadwalan Mata Kuliah melalui Analisis Sensitivitas Variabel Input”. Penelitian ini akan membangun model *fuzzy* Mamdani untuk memetakan variabel input yang diambil dari evaluasi produk jadwal saat ini, yaitu Keterisian Ruang, Pelanggaran Batasan Akademik, dan Waktu tunggu mahasiswa yang didapatkan dari hasil agregasi 10 indikator (Total Durasi Pemakaian Ruang, Total Kapasitas Slot Ruang, Batasan Hari, Batasan Jam, Total Beban Sks Dosen, Waktu Selesai Kelas, Waktu Mulai Kelas Berikutnya, Total Jam Kuliah Harian, Jumlah Mahasiswa, Dan Batasan Mata Kuliah Beruntun) terhadap tingkat inefisiensi jadwal dan menggunakan analisis sensitivitas untuk mengidentifikasi variabel apa yang paling dominan. Dengan mendiagnosis titik kelemahan pada produk (jadwal), model ini diharapkan mampu menemukan akar hambatan pada proses (penjadwalan). Hasil penelitian yang dihasilkan diharapkan

dapat memberikan kontribusi teoritis dalam pengembangan model diagnosis berbasis *soft computing* serta memberikan manfaat praktis bagi manajemen Fakultas Saintek dalam merumuskan kebijakan penjadwalan yang lebih strategis dan efisien.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dimana penyebab inefisiensi penjadwalan di Fakultas Sains dan Teknologi perlu didiagnosis menggunakan pendekatan komputasi yang mampu menangani ketidakpastian, maka rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun model sistem inferensi *fuzzy* tipe Mamdani yang mampu memetakan variabel input berupa Keterisian Ruang, Pelanggaran Batasan Akademik, dan Waktu Tunggu Mahasiswa untuk menentukan tingkat inefisiensi jadwal?
2. Sejauh mana tingkat akurasi model *fuzzy* Mamdani yang dibangun dalam memprediksi status inefisiensi jadwal dibandingkan dengan kondisi aktual atau validasi pakar di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga?
3. Variabel input manakah yang memiliki pengaruh paling dominan atau sensitivitas tertinggi terhadap perubahan tingkat inefisiensi jadwal berdasarkan pengujian analisis sensitivitas?

## 1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus, mendalam, dan dapat diselesaikan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka ruang lingkup permasalahan perlu dibatasi pada beberapa aspek berikut:

1. Objek penelitian: Studi kasus penelitian dibatasi hanya pada Fakultas Sains dan Teknologi (FST) Universitas Islam Negeri (UIN) Sunan Kalijaga Yogyakarta. Data yang digunakan adalah data penjadwalan riil termasuk data dosen, ruangan, mata kuliah, dan waktu dari semester yang sudah berjalan, yaitu data penjadwalan semester gasal Tahun Akademik 2025/2026.

2. Metode komputasi: Sistem inefisiensi yang digunakan terbatas pada logika *fuzzy* metode Mamdani (*Min-Max*) dengan metode *defuzzifikasi centroid*. Penelitian ini tidak membandingkan dengan metode *fuzzy* yang lain secara komputasional, melainkan fokus pada kedalaman analisis sensitivitas model Mamdani.
3. Variabel penelitian: Variabel input dalam sistem *fuzzy* penelitian ini menggunakan strategi agregasi variabel untuk menghindari ledakan aturan (*rule explosion*). Peneliti mengumpulkan 10 indikator teknis yang kemudian dikelompokkan menjadi 3 variabel input utama yang dianggap paling berpengaruh terhadap inefisiensi berdasarkan observasi awal, yaitu:
  - Keterisian Ruang: Rasio kepadatan mahasiswa terhadap kapasitas ruang yang dihitung berdasarkan durasi perkuliahan.
  - Pelanggaran Batasan Akademik: Skor tingkat konflik berdasarkan perbandingan jumlah SKS yang melanggar aturan waktu dengan total beban SKS dalam satu prodi.
  - Waktu Tunggu Mahasiswa: Tingkat kepadatan atau gap waktu antar mata kuliah bagi mahasiswa.
4. Tujuan luaran: Luaran sistem adalah nilai tingkat inefisiensi dan hasil analisis faktor dominan atau variabel yang paling sensitif. Penelitian ini hanya bertujuan untuk menghasilkan sebuah model analitis (*prototype*) untuk membantu pengambilan keputusan manajerial, bukan untuk menghasilkan aplikasi penjadwalan otomatis yang langsung dapat digunakan oleh *end-user* untuk *generate* jadwal.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dirumuskan, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Membangun arsitektur sistem inferensi *fuzzy* metode Mamdani meliputi fuzzifikasi, basis aturan, dan defuzzifikasi yang dapat memproses data kualitatif dari variabel Keterisian Ruang, Pelanggaran Batasan Akademik Dosen, dan Beban Jadwal Mahasiswa yang menjadi nilai tegas tingkat inefisiensi.

2. Mengukur dan memverifikasi akurasi model yang dikembangkan dalam merepresentasikan kondisi inefisiensi jadwal yang sebenarnya terjadi di Fakultas Sains dan Teknologi menggunakan metrik evaluasi atau tingkat akurasi prediksi.
3. Mendiagnosis dan mengurutkan faktor penghambat efisiensi penjadwalan dengan melakukan analisis sensitivitas untuk menemukan variabel mana yang memberikan dampak perubahan terbesar pada *output* sistem apabila nilainya diubah.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah dijabarkan, manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari pengembangan model penjadwalan mata kuliah menggunakan metode *fuzzy* Mamdani ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti Selanjutnya dan Akademisi

Penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah berupa penerapan analisis sensitivitas pada sistem inferensi *fuzzy* Mamdani dalam konteks penjadwalan yang dapat memperluas fungsi *fuzzy* dari alat prediksi menjadi alat diagnosis. Selain itu, penelitian ini memberikan referensi baru terkait UCTP dengan pendekatan *soft computing* yang menangani ketidakpastian pada *soft constraints*.

2. Bagi Mahasiswa

Penelitian ini secara tidak langsung menjadi dorongan untuk perbaikan jadwal kuliah yang lebih ramah mahasiswa, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih efektif dan nyaman.

3. Bagi Universitas (UIN Sunan Kalijaga)

Penelitian ini dapat memberikan model evaluasi yang dapat diadopsi oleh fakultas lain di lingkungan UIN Sunan Kalijaga untuk mengukur efisiensi penggunaan sumber daya secara lebih objektif. Hasil penelitian ini juga dapat menjadi dasar pengambilan kebijakan bagi universitas dalam pengembangan infrastruktur seperti apakah perlu membangun gedung baru untuk tambahan ruang atau cukup mengoptimalkan manajemen waktu yang ada.

#### 4. Bagi Fakultas (Instansi Pengguna)

Memberikan pengetahuan kepada manajemen Fakultas Saintek terkait akar masalah inefisiensi penjadwalan. Pengelola dapat mengetahui dengan pasti apakah masalah utama terletak pada kurangnya ruang kelas atau pada preferensi dosen yang terlalu kaku, sehingga solusi yang diambil tepat sasaran. Selain itu, dapat menjembatani solusi bagi pengelola jadwal yang saat ini bekerja secara manual.



## BAB V

### KESIMPULAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, pengembangan, dan pengujian sistem diagnosis inefisiensi penjadwalan menggunakan logika *fuzzy* Mamdani di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

##### a. Pengembangan Model

Model sistem pendukung keputusan menggunakan metode *fuzzy* Mamdani dengan tiga variabel input (Keterisian Ruang, Pelanggaran Batasan Akademik, dan Waktu Tunggu Mahasiswa) serta 27 basis aturan telah berhasil dibangun dengan akurasi yang “Layak (*Reasonable*)” dengan akurasi MAPE sebesar 27,69%. Model ini mampu menghasilkan skor inefisiensi jadwal perkuliahan dengan rata-rata sebesar 53,77 yang merepresentasikan bahwa kualitas jadwal perkuliahan secara keseluruhan berada pada kategori “Cukup Efisien”.

##### b. Validitas Model dan Efektivitas *Tuning*

Pengujian menggunakan metrik MAPE menunjukkan bahwa proses *fine-tuning* pada parameter fungsi keanggotaan dan rekonstruksi basis aturan dianggap sangat penting. Model *tuning* berhasil memperbaiki sifat model awal yang terlalu optimis menjadi lebih sensitif/ketat sesuai penilaian pakar. Hal ini dibuktikan dengan penurunan tingkat kesalahan (*Percentage Error*) pada prodi seperti S2 Informatika, dari 100% menjadi 9,8% dan pencapaian nilai MAPE total sebesar 37,89% serta penurunan MAPE keseluruhan dari 43,47% menjadi 27,69%, sehingga model sistem ini masuk dalam kategori “Layak (*Reasonable*)”. Meskipun belum mencapai target akurasi <20%, model ini masih berada dalam kategori “Layak (*Reasonable*)” untuk digunakan sebagai alat bantu diagnosis awal karena model telah

menunjukkan performa yang jauh lebih stabil dan konsisten dalam menangkap pola inefisiensi.

c. Identifikasi Faktor Dominan

Melalui analisis sensitivitas dengan metode *One-at-a-Time* (OAT), sistem berhasil mendiagnosis faktor penghambat efisiensi secara spesifik pada 10 program studi. Berdasarkan evaluasi indeks sensitivitas, Pelanggaran Batasan Akademik menjadi faktor dominan atau akar masalah efisiensi penjadwalan yang paling kritis, dimana 7 program studi yaitu S1 Teknik Industri (1,2607), Arsitektur (1,3981), S1 Informatika (1,4101), S2 Teknik Industri (1,381), Matematika (1,8123), Fisika (1,5334), dan Kimia (1,6008) teridentifikasi sangat sensitif terhadap faktor ini, dengan nilai indeks tertinggi pada Prodi Matematika sebesar 1,8123. Sebaliknya, 3 program studi lainnya yaitu S2 Informatika, Sains Biomedis, dan Biologi menunjukkan penjadwalan yang tangguh/*robust* dengan seluruh nilai berada pada rentang tidak sensitif, yang berarti penjadwalan sudah efisien. Meskipun Prodi Biologi didominasi oleh faktor Keterisian Ruang dengan nilai indeks 0,7619 dan dua prodi lainnya didominasi oleh Pelanggaran Batasan Akademik, fluktuasi perubahan variabel input pada ketiga prodi ini terbukti tidak memicu lonjakan inefisiensi yang drastis.

d. Rekomendasi Solusi

Sistem mampu memberikan rekomendasi/perbaikan yang tepat sasaran sesuai dengan tingkat sensitivitas di masing-masing program studi, yang diselaraskan dengan standar penyelesaian UCTP. Berdasarkan hasil diagnosis, rekomendasi prioritas utama dititikberatkan pada pengetatan aturan batasan akademik (*hard constraints*) beban dosen dan penerapan jeda waktu istirahat (*soft constraints*) bagi 7 program studi yaitu S1 Teknik Industri, Arsitektur, S1 Informatika, S2 Teknik Industri, Matematika, Fisika, dan Kimia, yang teridentifikasi sangat sensitif terhadap Pelanggaran Batasan Akademik. Sebagai prioritas khusus, sistem merekomendasikan optimalisasi manajemen kapasitas kelas dengan pemecahan kelas dan audit fasilitas berkala untuk mengatasi kendala keterisian ruang, khususnya pada

Prodi Kimia dan Biologi. Sementara itu, bagi program studi dengan jadwal yang tergolong stabil seperti S2 Informatika dan Sains Biomedis, sistem merekomendasikan pemeliharaan konfigurasi jadwal saat ini disertai pemantauan berkala.

## 5.2 Saran

Untuk pengembangan penelitian dan sistem yang lebih baik di masa depan, penulis menyarankan beberapa hal berikut:

- a. Penelitian selanjutnya dapat menambahkan variabel lain yang relevan dengan kompleksitas penjadwalan, seperti preferensi waktu dosen atau ketersediaan asisten praktikum pada mata kuliah laboratorium.
- b. Mengintegrasikan model logika *fuzzy* dengan *Genetic Algorithm* untuk menghasilkan rekomendasi prioritas jadwal.
- c. Menggunakan algoritma optimasi tambahan untuk melakukan tuning parameter fungsi keanggotaan secara otomatis untuk mencapai tingkat akurasi MAPE yang lebih baik.
- d. Melakukan pengujian pada cakupan yang lebih luas di tingkat universitas untuk menguji model terhadap berbagai karakteristik program studi di luar bidang Sains dan Teknologi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Rahimi, A. H. Gandomi, K. Deb, F. Chen, and M. R. Nikoo, "Scheduling by NSGA-II: Review and Bibliometric Analysis," *Processes*, vol. 10, no. 1, p. 98, Jan. 2022, doi: 10.3390/pr10010098.
- [2] M. A. Rohim, F. Wiranto, and D. A. Fauziah, "Optimasi Pembuatan Jadwal Perkuliahan Menggunakan Algoritma Genetika Berbasis Pendekatan Multivariat," *BIOS J. Teknol. Inf. Dan Rekayasa Komput.*, vol. 6, no. 1, pp. 31–38, Mar. 2025, doi: 10.37148/bios.v6i1.160.
- [3] D. Wungguli and N. Nurwan, "PENERAPAN MODEL INTEGER LINEAR PROGRAMMING DALAM OPTIMASI PENJADWALAN PERKULIAHAN SECARA OTOMATIS," *BAREKENG J. Ilmu Mat. Dan Terap.*, vol. 14, no. 3, pp. 411–422, Oct. 2020, doi: 10.30598/barekengvol14iss3pp411-422.
- [4] Nirmala, Arman, L. Laome, A. Sani, W. Somayasa, and M. Kabil Djafar, "PENERAPAN METODE HUNGARIAN DALAM MENYELESAIKAN PENJADWALAN MATA KULIAH DI PROGRAM STUDI MATEMATIKA FMIPA UHO: METODE HUNGARIAN DALAM MENYELESAIKAN PENJADWALAN MATA KULIAH," *J. Mat. Komputasi Dan Stat.*, vol. 3, no. 3, pp. 478–484, Jan. 2024, doi: 10.33772/jmks.v3i3.69.
- [5] T. Handayani, D. H. Fudholi, and S. Rani, "Kajian Algoritma Optimasi Penjadwalan Mata Kuliah," *PETIR*, vol. 13, no. 2, pp. 212–222, Sep. 2020, doi: 10.33322/petir.v13i2.1027.
- [6] M. C. Chen, S. N. Sze, S. L. Goh, N. R. Sabar, and G. Kendall, "A Survey of University Course Timetabling Problem: Perspectives, Trends and Opportunities," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 106515–106529, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3100613.
- [7] V. Suhandi, V. Arisandhy, and D. T. Liputra, "Penjadwalan Mata Kuliah dengan Mempertimbangkan Ketersediaan Waktu Pengajar dan Satuan Kredit Semester yang Tidak Terpisah Menggunakan Integer Linear Programming," *J. Integr. Syst.*, vol. 6, no. 1, pp. 73–86, Jul. 2023, doi: 10.28932/jis.v6i1.6459.
- [8] Y. H. Putra and N. F. Fauziah, "Pemenuhan Strategi pada Penjadwalan Ruang Kuliah Mahasiswa Kelas Reguler menggunakan Algoritma Heuristik di Universitas Komputer Indonesia," *J. Tata Kelola Dan Kerangka Kerja Teknol. Inf.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–10, Sep. 2021, doi: 10.34010/jtk3ti.v7i1.5545.
- [9] S. Anisah, T. Yulianto, and F. Faisol, "Perbandingan Fuzzy Sugeno dan Fuzzy Mamdani Pada Analisis Minat Masyarakat Terhadap Produk Air Minum Dalam Kemasan Lokal dan Nasional di Madura," *Zeta - Math J.*, vol. 6, no. 1, pp. 29–37, May 2021, doi: 10.31102/zeta.2021.6.1.29-37.
- [10] E. P. Sari, S. Setyaningsih, and H. Wijayanti, "PENERAPAN METODE FUZZY MAMDANI DALAM MENENTUKAN TINGKAT KEBERHASILAN MENGAJAR BERDASARKAN MOTIVASI, KOMPETENSI PEDAGOGIK, DAN CAPAIAN MAHASISWA," *Interval J. Ilm. Mat.*, vol. 1, no. 2, pp. 40–49, Dec. 2021, doi: 10.33751/interval.v1i2.4557.

- [11] Y. Ama and T. Kurra, "Analisis Kepuasan Konsumen Berdasarkan Pelayanan Dan Kualitas Makanan Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani (Studi Kasus: Cafe Talasi)".
- [12] A. Fitra and R. Syah, "SENSITIVITY OF WEATHER FORECAST ANALYSIS IN COMPARISON OF FUZZY TIME SERIES AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORK METHODS," Oktober 2024.
- [13] S. D. Kristanti, "Optimalisasi Sistem Penjadwalan Mata Kuliah Jurusan Bahasa Inggris Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus Politeknik Negeri Sriwijaya)".
- [14] C. A. Fadhillah, "Penjadwalan Mata Kuliah Otomatis Menggunakan Algoritma Late Acceptance Hill-Climbing Hyper-Heuristics dengan Domain Permasalahan ITC," *J. Ilmu Komput. Dan Sist. Inf.*, vol. 3, no. 3, pp. 243–251, Sep. 2024, doi: 10.70340/jirsi.v3i3.168.
- [15] K. Muflihunna and M. Mashuri, "Penerapan Metode Fuzzy Mamdani dan Metode Fuzzy Sugeno dalam Penentuan Jumlah Produksi," *Unnes J. Math.*, vol. 11, no. 1, pp. 27–37, May 2022, doi: 10.15294/ujm.v11i1.50060.
- [16] L. K. Loida and Naibaho, "Analisis Perbandingan Kinerja Metode Fuzzy-Mamdani dan Metode Fuzzy-Sugeno dalam Menentukan Jumlah Produksi," Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara. [Online]. Available: <http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/28939>
- [17] N. S. Muhtadi, D. M. Rahman, and D. F. Suriyanto, "ANALISIS RISIKO KEBAKARAN HUTAN DENGAN LOGIKA FUZZY MAMDANI," *J. Inform. Dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 1, Jan. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i1.3902.
- [18] N. Nurhaeni, L. Swastina, and S. Panji Cipta, "Analisis dan Pemodelan Sistem Informasi Penjadwalan Perkuliahan Menggunakan Fuzzy Simple Additive Weighting," *J. Inf. Dan Teknol.*, pp. 39–44, Jun. 2023, doi: 10.37034/jidt.v5i2.317.
- [19] S. Yuliantika and D. L. Kartika, "Implementasi Metode Fuzzy Mamdani sebagai Deteksi Awal Banjir Lokal di Bendung Gerak Serayu," *Sq. J. Math. Math. Educ.*, vol. 4, no. 1, pp. 17–25, Apr. 2022, doi: 10.21580/square.2022.4.1.11177.
- [20] R. Septima S, H. Syahputra, I. Zulfa, H. Gemasih, and Nurdin, "Penerapan Sistem Inferensi Fuzzy Metode Mamdani Untuk Penentuan Konsentrasi Mahasiswa Teknik Informatika," *Februari 2024*, vol. 9, no. 1, pp. 168–177.
- [21] N. Nafisah, I. N. Syamsiana, W. Kusuma, R. I. Putri, and A. D. W. Sumari, "Analisa Perbandingan Pengaturan Suhu Berbasis Logika Fuzzy Interferensi Sugeno dan Mamdani pada Alat Pengereng Biji Kopi," *Agroteknika*, vol. 6, no. 2, pp. 272–288, Dec. 2023, doi: 10.55043/agroteknika.v6i2.240.
- [22] F. A. Sihombing, "Kajian Fuzzy Metode Mamdani dan Fuzzy Metode Sugeno serta Implementasinya".
- [23] A. M. Syafar, A. M. Nur Hidayat, and N. Fuadi, *Digitalisasi Penjadwalan Mata Kuliah (DILAM) Berbasis University Class Scheduling Problem (UCSP)*. eureka media aksara, 2024.
- [24] R. Hidayat, Herlina, M. Abduh, and I. Y. Wulandari, "Optimasi Berbasis Swarm Intelligence untuk Penjadwalan Mata Kuliah di Perguruan Tinggi," *J.*

- Tekno. Dan Sains Mod.*, vol. 2, no. 3, pp. 114–123, Jun. 2025, doi: 10.69930/jtsm.v2i3.380.
- [25] V. Nurcahyawati, Muhamad Risqiwahid, and Achmad Arrosyidi, “Optimasi Penjadwalan Mata Pelajaran menggunakan Constraint Programming,” *J. Inform. Dan Tekno. Inf.*, vol. 1, no. 3, pp. 118–124, Jan. 2023, doi: 10.56854/jt.v1i3.134.
- [26] F. Fatchurrochman, A. N. Afandi, M. Z. Arifin, and W. F. Mahmudy, “Algoritma Penanganan Constraint pada Persoalan Penjadwalan Perkuliahan Universitas di Lingkungan Pendidikan Tinggi Keagamaan Islam (PTKI),” *J. Edukasi Dan Penelit. Inform. JEPIN*, vol. 9, no. 2, p. 331, Aug. 2023, doi: 10.26418/jp.v9i2.64546.
- [27] G. J. Klir and B. Yuan, *Fuzzy sets and fuzzy logic: theory and applications*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall PTR, 1995.
- [28] L. A. Zadeh, “CALCULUS OF FUZZY RESTRICTIONS”.
- [29] I. Wahyuni, *Logika Fuzzy Tahani*, 1st ed. Mrican, Caturtunggal, Depok, Sleman: Komojoyo Press, 2021.
- [30] L.-X. Wang, *A Course in Fuzzy Systems and Control*. Prentice Hall International.
- [31] S. Kusumadewi and H. Purnomo, *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*, 2nd ed. Graha Ilmu, 2010.
- [32] J.-S. Roger jang, C.-T. Sun, and E. Mizutani, *Neuro-Fuzzy and Soft Computing*. USA: Prentice-Hall, 1997.
- [33] T. J. Ross, *Fuzzy Logic with Engineering Applications*, 1st ed. Wiley, 2010. doi: 10.1002/9781119994374.
- [34] J. Nayak, S. Varshney, and C. Shekhar, *Modeling and Applications in Operations Research*, 1st ed. Boca Raton: CRC Press, 2023. doi: 10.1201/9781003462422.
- [35] H. A. Khoiri, *Analisis Deret Waktu Univariat: Teori dan Pengolahan Data*, Pertama. Madiun, Jawa Timur: Unipma Press, 2023. [Online]. Available: <https://kwu.unipma.ac.id/buku/1823/analisis-deret-waktu-univariat-teori-dan-pengolahan-data>
- [36] V. Berisha *et al.*, “Digital medicine and the curse of dimensionality,” *Npj Digit. Med.*, vol. 4, no. 1, p. 153, Oct. 2021, doi: 10.1038/s41746-021-00521-5.
- [37] C. A. Guerra Fonseca, F. M. U. De Araujo, and M. Camara, “Hierarchical Fuzzy Control,” in *Fuzzy Controllers- Recent Advances in Theory and Applications*, S. Iqbal, Ed., InTech, 2012. doi: 10.5772/48627.
- [38] I. G. Iwan Sudipa *et al.*, *Sistem Pendukung Keputusan*, 1st ed. Medan: PT. Mifandi Mandiri Digital, 2023.
- [39] F. F. Hidayat, “ANALISIS MODEL PENERAPAN FUZZY MAMDANI UNTUK SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN DALAM PEMILIHAN LAPTOP,” 2023.
- [40] “Jadwal Kuliah Semester Gasal Tahun Akademik 2025/206.” [infosaintek.id](https://infosaintek.id/). [Online]. Available: <https://infosaintek.id/>
- [41] Amruddin *et al.*, *Metodologi Penelitian Kuantitatif*, Pertama. Sukoharjo: Pradina Pustaka, 2022.

- [42] “Kurikulum dan Sebaran Mata Kuliah.” [Online]. Available: <https://industrimagister.uin-suka.ac.id>, <https://informatikamagister.uin-suka.ac.id>, <https://informatika.uin-suka.ac.id>, <https://industri.uin-suka.ac.id>, <https://kimia.uin-suka.ac.id>, <https://fisika.uin-suka.ac.id>, <https://matematika.uin-suka.ac.id>, <https://arsitektur.uin-suka.ac.id>, <https://sainsbiomedis.uin-suka.ac.id>, <https://biologi.uin-suka.ac.id>
- [43] Utah System of Higher Education, “USHE Space Utilization Report 2022-23,” Utah System of Higher Education, Salt Lake City, UT, 2024. [Online]. Available: [https://ushe.edu/wp-content/uploads/pdf/agendas/2024/20240322/3-22-24\\_FULL\\_PRESENTATION\\_Reduced.pdf](https://ushe.edu/wp-content/uploads/pdf/agendas/2024/20240322/3-22-24_FULL_PRESENTATION_Reduced.pdf)
- [44] M. H. Utami, “OPTIMASI EFISIENSI DAN KESEIMBANGAN LINTASAN PROSES KARGO DENGAN PENDEKATAN DISCRETE EVENT SIMULATION,” Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2024.
- [45] S. Hartanto, “IMPLEMENTASI FUZZY RULE BASED SYSTEM UNTUK KLASIFIKASI BUAH MANGGA”.
- [46] A. Pratiwi Baharsyah and M. Iqbal Suriansyah, “Sistem Penunjang Keputusan Normalisasi Ph Dan Tds Pada Vertical Garden Tanaman Kangkung Dengan Menggunakan Fuzzy Logic Mamdani Berbasis Internet Of Things,” *DIKE J. Ilmu Multidisiplin*, vol. 2, no. 1, pp. 9–16, Feb. 2024, doi: 10.69688/dike.v2i1.63.
- [47] S. Neonbeni, G. S. Mada, and F. M. A. Blegur, “Analisis Perbandingan Metode Defuzzifikasi Fuzzy Inference System Mamdani Dalam Penentuan Produksi Tua Kolo (Sopi Timor) 45% Pada Pabrik Sane Up-Ana Kefamenanu,” *J. Saintek Lahan Kering*, vol. 5, no. 2, pp. 34–39, Jan. 2023, doi: 10.32938/slk.v5i2.1994.
- [48] S. Novianto and E. Z. Astuti, “OPTIMASI FUNGSI KEANGGOTAAN FUZZY MENGGUNAKAN METODE MAMDANI TERHADAP PREDIKSI PERILAKU PEMBELI”.
- [49] M. Berham, “Analysis of Decision-Making Systems for Production Optimization Using the Fuzzy Logic-Based Mamdani Fuzzy Inference System Method: A MATLAB Application,” *Journal of Marine Electrical and Electronic Technology*.